



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLE

ABUNDANCIA DE *Ucides occidentalis* (OCYPODIDAE) EN UN ÁREA DE MANGLAR DEL GOLFO DE GUAYAQUIL, ECUADOR

Abundance of *Ucides occidentalis* (Ocypodidae) in a mangrove area from the Gulf of Guayaquil, Ecuador

Mercy TROYA-CASTRO¹ y René ZAMBRANO^{1,2,3*}

¹ Departamento de Ciencias del Mar, Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Guayaquil C.P. 090601, Ecuador

² Carrera de Tecnología Superior en Acuicultura, Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez – Extensión Jaramijó, frente a la playa de Balsamaragua, Jaramijó 132150, Manabí, Ecuador. eddie_zam89@hotmail.com

³ Manejo y Conservación de Recursos Naturales S.A.S., Alborada etapa XIII, Guayaquil 090509, Ecuador

* For correspondence: eddie_zam89@hotmail.com

Recibido: 11 de octubre 2021. Revisado: 02 de febrero 2022. Aceptado: 06 de marzo 2022

Editor asociado: Jaime Ricardo Cantera Kintz

Citation/ citar este artículo como: Troya-Castro, M., y Zambrano, R. (2023). Abundancia de *Ucides occidentalis* (Ocypodidae) en un área de manglar del Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Acta Biol Colomb*, 28(3), 484-491. <https://doi.org/10.15446/abc.v28n3.99437>

RESUMEN

Ucides occidentalis es un cangrejo de importancia pesquera en Ecuador. El objetivo del presente trabajo fue estimar su abundancia en un área de uso y custodia de manglar, en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. La abundancia fue representada por la densidad y el tamaño poblacional, determinados conforme el muestreo por distancias utilizando transectos de puntos. Un total de 38 puntos fueron establecidos, basados en un muestreo no-probabilístico de oportunidad. Los individuos fueron recolectados por pescadores locales. Cada cangrejo fue sexado y su talla (i.e., ancho de cefalotórax-AC) registrada con un calibrador Vernier. Se determinó la proporción sexual, talla media, densidad y tamaño poblacional. La proporción sexual indica un número ligeramente superior de hembras (1:1,10). La talla media poblacional fue 7,47 cm AC; los machos presentaron una talla superior (7,69 cm AC) referente a las hembras (7,33 cm AC). La densidad poblacional fue 0,27 ind/m² y el tamaño poblacional estimado fue de 743670 individuos. La mayor densidad la presentaron las hembras, seguidos de los machos comerciales (> 7,5 cm AC). Los machos no-comerciales (< 0,75 cm AC) tuvieron una abundancia baja (0,03 ind./m²). La proporción sexual difiere entre los reportes previos, lo cual podría relacionarse con la prohibición de capturar hembras en Ecuador, que ocasiona una mayor presión pesquera sobre los individuos machos. La abundancia de *U. occidentalis* es inferior a lo reportados por otros autores (i.e., 0,61-1,2 ind./m²), lo cual debe ser tomado con cautela debido a las diferencias en las metodologías empleadas.

Palabras clave: Ecosistemas costeros, efecto de borde, manglares, pesca, recursos pesqueros.

ABSTRACT

Ucides occidentalis is a crab with fishery importance in Ecuador. The objective of this work was to estimate its abundance in an area of mangrove use and custody, in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. The population density was represented by the density population and size, determined by the distance sampling using transect points. A total of 38 sampling sites were established by a non-probability sampling of opportunity. The individuals were collected by local fishermen. Each crab was sexed and its size (i.e., CW-carapace width) was recorded with a Vernier caliper. Sex ratio, mean size, density, and population size were determined. The sex ratio indicates a slightly higher number of females (1:1.10). The mean population size was 7,47 cm CW; the males presented a bigger size (7,69 cm CW) relative to the females (7,33 cm CW). The population density was 0,27 ind/m² and the population size was 743 670 individuals. The highest density was presented by females, followed by commercial males (> 7,5 cm BC). Non-commercial males (<0,75 cm BC) had a low abundance (0,03 ind./m²). The sex ratio differs between previous reports, which could be related to the prohibition on capturing females in Ecuador, which causes a major fishing effort on males. The abundance of *U. occidentalis* is lower than that

reported by other authors (*i.e.*, 0,61-1,2 ind./m²) and that should be taken with caution due to the differences in the methodologies used.

Keywords: Coastal ecosystems, edge effect, mangroves, fishing, fishing resources.

INTRODUCCIÓN

El cangrejo de manglar *Ucides occidentalis* (Ortmann, 1897) se distribuye desde México hasta Perú, presentando importancia comercial en Ecuador (Bright y Hogue, 1972; Alemán y Ordinola, 2017; Zambrano y Meiners, 2018). La abundancia de una especie puede representarse mediante su densidad poblacional, en términos del número de individuos por unidad de área, mientras que, el tamaño poblacional es la cantidad de individuos presentes en una población (Martella et al., 2012).

En cangrejos (*i.e.*, *Ocypodidae* y *Grapsidae*), la densidad poblacional se estima mediante métodos directos e indirectos. En el primer caso, se registran los individuos capturados manualmente, mientras que, para el segundo caso se utilizan trampas *pitfall*, marcaje de captura-recaptura, conteo de madrigueras, conteo de individuos activos sobre el suelo (Macia et al., 2001; Skov et al., 2002; Govender y Rodríguez-Fourquet, 2008).

La abundancia de *U. occidentalis* se ha estudiado en distintas zonas de manglar de Ecuador, áreas protegidas, zonas de libre acceso, áreas de uso y custodia de manglar (de Tazán y Wolf, 2000; Mora, 2015; Cedeño, 2018); las últimas son áreas delimitadas de manglar otorgadas a organizaciones pesqueras para su aprovechamiento y conservación (Zambrano y Meiners, 2018). Sin embargo, los estudios han sido esporádicos e impiden conocer la variación poblacional de *U. occidentalis*, en Ecuador. En Perú se ha reportado una disminución de la densidad poblacional de esta especie desde 1995 (Alemán et al., 2019).

La metodología convencional para determinar la abundancia de *U. occidentalis* implica el uso de cuadrantes; sin embargo, el muestreo por distancias es ampliamente utilizado en otras taxa, presentando mayor robustez estadística al incluir probabilidades de detección (Marques et al., 2011). Las estimaciones de abundancia sirven para conocer el estado del stock y generar medidas de manejo pesquero; la importancia comercial de *U. occidentalis* se refleja en capturas anuales de entre 16 y 22 millones de cangrejos, en el periodo 2011-2013 (Cedeño et al., 2012; Zambrano, 2018; Zambrano y Solano, 2018). En este sentido, el objetivo de este trabajo fue determinar la densidad y el tamaño poblacional de *U. occidentalis*, así como las tallas medias poblacionales y proporción sexual, en un área de uso y custodia de manglar, en la Isla Mondragón, Golfo de Guayaquil.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el área de uso y custodia de manglar otorgada a la Cooperativa de Producción Pesquera

artesanal Mondragón, la cual presenta zonas descubiertas de manglar, limita con granjas camaroneras y el río Guayas. La Isla Mondragón se localiza en la sección interior del Golfo de Guayaquil, el estuario tropical más grande de la costa Oeste de Sudamérica (Fig. 1). En esta zona la temperatura superficial del agua fluctúa entre 23 y 36 °C, mientras que, la salinidad varía entre 15 y 24‰ (Jiménez, 1983).

El área de muestreo (310,42 ha.) se delimitó dentro de una franja de amortiguamiento de 20 m desde el río Guayas y 10 m desde el borde del manglar hacia su interior (Fig. 1). Un total de 38 puntos de muestreo se establecieron mediante un muestreo no-probabilístico de oportunidad (Galloway, 2005). En cada punto de muestreo se registró la distancia radial entre su eje (señalado con una vara de madera) y el objeto de estudio (Buckland et al., 1993, 2000, 2015; Burnham et al., 1980). El objeto de estudio fueron los individuos de *U. occidentalis*, los cuales se recolectaron por pescadores locales.

Los pescadores revisaron las madrigueras tapadas y destapadas (*i.e.*, con o sin lodo en su entrada), para determinar la forma de la madriguera y la profundidad del cangrejo. Posteriormente, se extrajeron los cangrejos manualmente y/o empleando una varilla metálica, lo cual es el método tradicional de captura (Zambrano y Meiners, 2018). La distancia radial se midió entre el punto de muestreo y el centro del agujero resultante de la extracción del individuo, la cual fue cuasi-perpendicular a la superficie del suelo (Fig. 2).

En cada sitio de muestreo se cubrió una distancia radial *ca.* 5,0 m. Los cangrejos capturados fueron reconocidos según el sexo, en hembras la forma del abdomen es ovoide y en machos es triangular (Cedeño, 2013; Zambrano y Meiners, 2018). Las tallas se registraron mediante un calibrador Vernier (0.01 mm de precisión), considerando el ancho del carapacho (AC). Los datos están disponibles en Mendeley Data (Troya y Zambrano, 2021).

Los datos fueron analizados de forma global, por sexo y considerando machos comerciales (> 7,5 cm AC) y no-comerciales (< 7,5 cm AC) conforme la talla mínima de captura (7, 5 cm AC) establecida en el Acuerdo Ministerial #004, del 13 de enero del 2014 (Zambrano y Meiners, 2018). La proporción sexual fue estimada conforme la relación entre la cantidad de machos y hembras (West et al., 2002).

Las distribuciones de frecuencia de tallas fueron generadas mediante el estimador de densidad por *Kernel* (Rosenblatt, 1956). La función utilizada fue Gaussiana, el ancho del intervalo se estimó mediante el promedio entre el óptimo gaussiano (Silverman, 1986) y el sobre-suavizado (Scott, 1992) mientras que, el punto de origen se definió

promediando 30 distribuciones (Zambrano et al., 2018; Zambrano y Galindo-Cortes, 2019). En cada distribución se identificó la talla modal. Los análisis se desarrollaron conforme las rutinas *bandw*, *warpcdm* y el comando *numo*, del software estadístico Stata 15.1 (Salgado-Ugarte, 2002; Salgado-Ugarte y Saito-Quezada, 2020).

La abundancia se estimó con la fórmula de densidad poblacional (\hat{D}_{ind/m^2}):

$$\hat{D}_{ind/m^2} = \frac{n\hat{f}'(0)}{2\pi k}$$

Donde, n es la cantidad de individuos observados; $\hat{f}'(0)$ es la pendiente de la función detección de distancias en una radio igual a cero; k es la cantidad de puntos de muestreo (Thomas et al., 2002). Las funciones de detección y los

Tabla 1. Número (n) de individuos observados, distancia radial efectiva (DRE), prueba de Kolmogorov-Smirnov ($K-S$) y de chi cuadrado (χ^2), densidad (\hat{D}) y tamaño (\hat{N}) poblacional, coeficiente de variación (CV). Error estándar, EE ; intervalos de confianza mínimos (IC_{min}) y máximos (IC_{max}). PD, probabilidad de densidad; FDAA, Función de distribución acumulativa ajustada.

	Hembras	Machos Comerciales	Machos no-comerciales
n	118	64	34
DRE (m)	2,98	2,81	3,15
$EE-DRE$	0,26	0,29	0,29
$IC_{min}DRE$ (m)	2,51	2,29	2,62
$IC_{max}DRE$ (m)	3,53	3,44	3,80
$K-S$ (p)	0,50	0,76	0,69
χ^2 (p)	0,07	0,64	0,85
\hat{D}_{n/m^2}	0,13	0,08	0,03
$EE-\hat{D}$	0,03	0,02	0,01
$CV-\hat{D}$ (%)	20,38	24,73	25,48
$IC_{min}\hat{D}_{n/m^2}$	0,09	0,05	0,02
$IC_{max}\hat{D}_{n/m^2}$	0,19	0,13	0,05
\hat{N}	397 960	243 150	102 560
$EE-\hat{N}$	81 099	60 121	26 128
$IC_{min}\hat{N}$	267 100	149 890	62 136
$IC_{max}\hat{N}$	592 940	394 420	169 280

ajustes (*i.e.*, series de expansión) utilizados fueron: Uniform/Cosine; Half-normal/Hermite polynomial; Hazard-rate/Simple polynomial (Thomas et al., 2010).

La mejor combinación (*i.e.*, función/ajuste) fue seleccionada conforme el Criterio de Información de Akaike. Mediante gráficos cuantil-cuantil (Q-Q plot), así como, utilizando las pruebas de chi cuadrado (χ^2) y Kolmogorov-Smirnov, se analizó el ajuste de la función de detección a los datos observados (Buckland et al., 2004; Miller et al., 2019).

Los análisis se realizaron descartando las distancias radiales a partir de 4 m. Se determinó la densidad poblacional global (*i.e.*, sin distinción de sexos), además, de forma específica para hembras, machos comerciales y machos no-comerciales mediante una post-estratificación. Paralelamente, se estimó el error estándar (EE), coeficiente de variación (CV), intervalo de confianza ($I.C.$) y la distancia radial efectiva (DRE). El tamaño poblacional correspondió a la multiplicación de la densidad estimada por el área total de muestreo. Los análisis fueron desarrollados mediante el software Distance 7.3 (Thomas et al., 2010).

RESULTADOS

Un total de 281 cangrejos fueron registrados durante los muestreos en abril, junio y julio del 2021. El 46 % de los individuos recolectados fueron machos, el 51 % hembras, mientras que, el 3 % no fue identificado porque se detectó su presencia, pero no se capturó. La proporción sexual fue 1:1,10, para machos y hembras respectivamente. La talla modal fue ca. 7,5 cm AC, con un valor inferior para hembras en relación con los machos (Fig. 3). El 65 % de los individuos machos fueron individuos comerciales ($AC > 7,5$ cm).

La densidad poblacional de *U. occidentalis* fue 0,24 ind/m² ($I.C.$: 0,18-0,32 ind/m²), con un $CV = 14,02$ % mientras que, el tamaño poblacional estimado fue 743 670 individuos

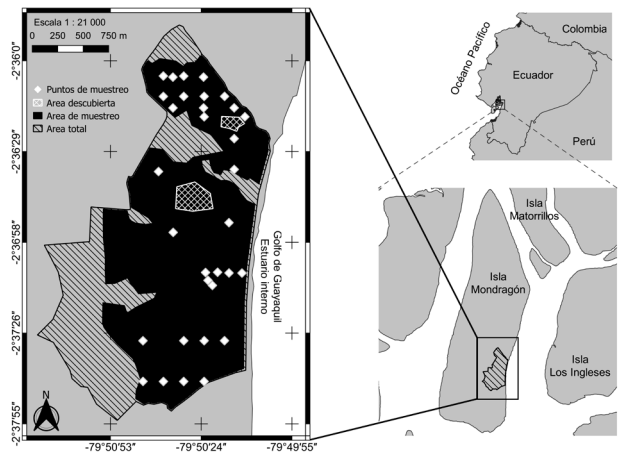


Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo establecidos para determinar la densidad y tamaño poblacional de *Ucides occidentalis*, en la Isla Mondragón, Golfo de Guayaquil, Ecuador.

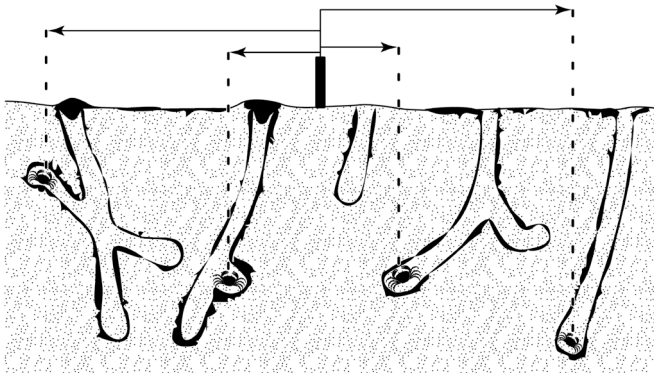


Figura 2. Esquema de la forma de las madrigueras de *Ucides occidentalis*, así como, las distancias radiales registradas (flechas) entre el punto de muestreo (línea negra) y los cangrejos capturados (líneas discontinuas), en cada sitio de muestreo. Figura tomada y modificada en de Tazán y Wolf (2000).

(I.C.: 565 000- 978 830 individuos). La función de detección fue Hazard rate, para hembras y machos no-comerciales, mientras que, en los machos comerciales fue Half-normal/simple polynomial. Se encontró consistencia entre la función ajustada y los datos observados, conforme los gráficos Q-Q plot e histogramas (Fig. 4).

La distancia radial efectiva fue *ca.* 3 m. Las pruebas de bondad de ajuste mostraron consistencia entre la función ajustada y los datos observados. Los individuos hembras presentaron la mayor abundancia (*i.e.*, densidad y tamaño poblacional), mientras que, los machos no-comerciales fueron los menos abundantes (Tabla 1).

DISCUSIÓN

La proporción sexual fue superior en hembras. Existen registros de una mayor presencia de hembras o de machos, según el momento y sitio de muestreo, en el Golfo de Guayaquil (de Tazán y Wolf, 2000; Solano y Moreno, 2009; Mora, 2015; Cedeño, 2018). En el estuario del río Chone (Provincia de Manabí, Ecuador), El Salvador, Costa Rica y Perú se han reportado proporciones sexuales superiores para machos, con valores entre 1,3 y tres machos por cada hembra (Cabrera-Peña et al., 1994; Moreno y Ruiz, 2010; Rivera y Cuéllar, 2010; Córdova-Ortíz, 2015; Alemán et al., 2019; Ordinola et al., 2010, 2020).

En el Golfo de Guayaquil, la variabilidad en la proporción sexual se puede explicar por la prohibición de capturar hembras de *U. occidentalis* (Acuerdo Ministerial #030, del 04 de Julio del 2003). En Perú, El Salvador y Costa Rica tal restricción es inexistente y la proporción sexual es favorable a machos. En el estuario del río Chone (provincia de Manabí, Ecuador), la mayor proporción sexual de machos se debe a que, los pescadores se dedican también a la agricultura y a la ganadería (Moreno y Ruiz, 2010).

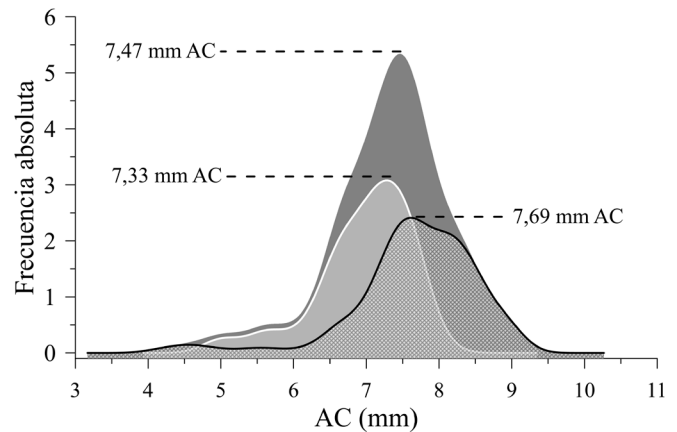


Figura 3. Distribución de frecuencia de tallas (AC, ancho de carapacho) de *Ucides occidentalis* registradas en la Isla Mondragón, Golfo de Guayaquil, Ecuador. Gris oscuro, ambos sexos; gris claro y línea blanca, hembras; línea negra, machos.

En otras especies de cangrejos (*e.g.*, *Metacarcinus edwardsii* y *Scylla serrata*) se ha reportado que la pesquería influye en la proporción sexual, con predominancia de machos en áreas protegidas y sitios de baja intensidad pesquera (Pillans et al., 2005; Pardo et al., 2015). Por lo tanto, la predominancia de hembras de *U. occidentalis* está relacionada con la presión pesquera sobre los machos, con efectos poblacionales negativos en el potencial reproductivo.

La talla poblacional de machos de *U. occidentalis* fue superior en comparación con las hembras y con la mínima legal (7,5 cm AC). Se ha reportado que, los machos alcanzan mayores tamaños, lo cual es una característica de dimorfismo sexual, con una talla máxima de 14,2 cm AC (Zambrano et al., 2018; Zambrano y Meiners, 2018). En hembras, la talla fue ligeramente superior a las reportadas previamente para Ecuador (6,25 y 6,87 cm AC), mientras que, en machos los valores fueron similares *i.e.*, 7,49 y 7,83 cm AC (Solano y Moreno, 2009; Moreno y Ruiz, 2010; Mora, 2015; Cedeño, 2018).

En comparación con otros países, la talla de *U. occidentalis* fue similar en ambos sexos para Perú (Alemán et al., 2019; Ordinola et al., 2010, 2020) e inferiores en el Salvador y Costa Rica (Cabrera-Peña et al., 1994; Rivera y Cuéllar, 2010; Córdova-Ortíz, 2015). La variación en las tallas medias poblacionales de *U. occidentalis* se relaciona con la intensidad de pesca, como se ha observado en *Callinectes* (Abbe, 2002); sin embargo, es necesario considerar el efecto ambiental (*e.g.*, temperatura) en el desarrollo de los organismos y sus tallas máximas.

La abundancia estimada, para *U. occidentalis* en Ecuador, es inferior a las reportadas para la isla Mondragón (0,61 y 0,68 ind./m²), las zonas Naranjal y Churute (0,61 y 0,83 ind./m², respectivamente), Golfo de Guayaquil (Cedeño, 2018); también son inferiores a lo estimado, para el estuario del río Chone (Provincia de Manabí), con reportes entre 0,4

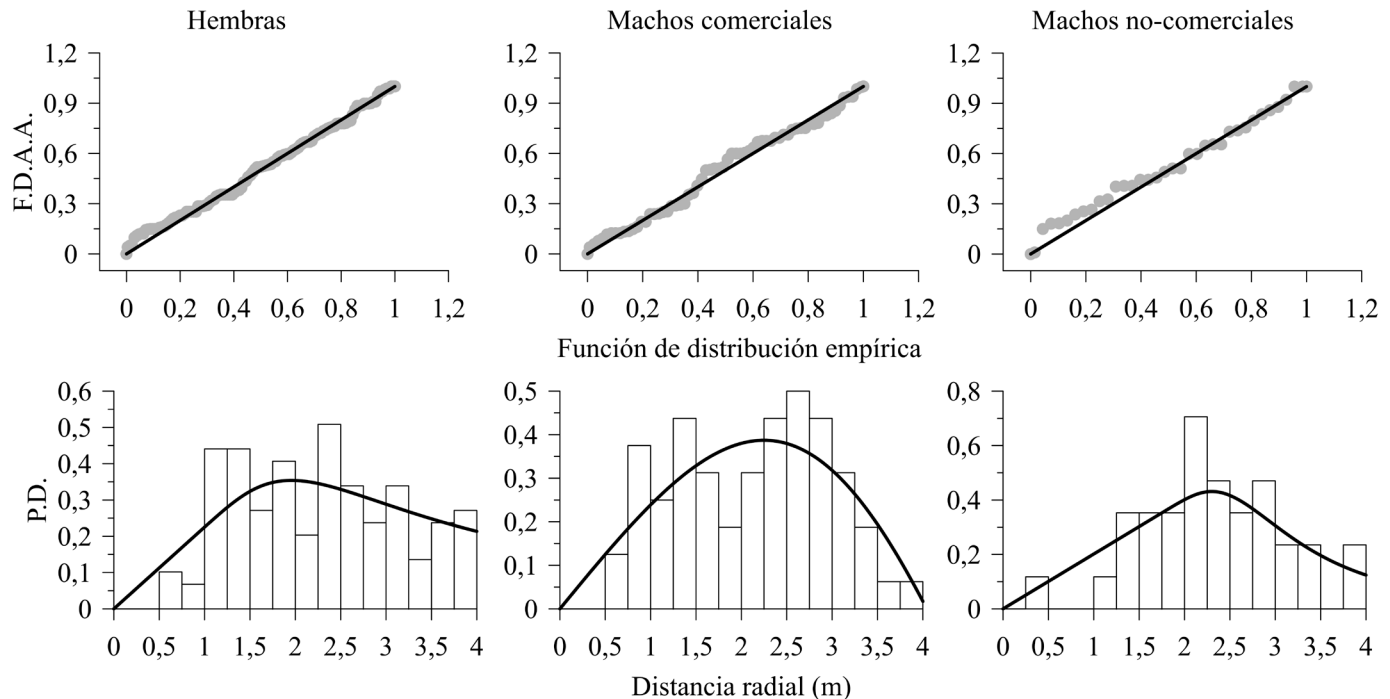


Figura 4. Gráficos Q-Q plot e histogramas mostrando la función ajustada (línea sólida) a las distancias radiales de hembras, machos comerciales y machos no-comerciales de *Ucides occidentalis*, en un área de manglar del Golfo de Guayaquil, Ecuador. F.D.A.A., función de distribución acumulativa ajustada; P.D., probabilidad de densidad.

y 1,2 ind./m² (Moreno y Ruiz, 2010). Esa diferencia radica en la metodología aplicada y en la presión pesquera. En este trabajo se realizaron 38 puntos de muestreo mientras que, en Golfo de Guayaquil se establecieron diez cuadrantes por cada sitio de muestreo (Cedeño, 2018). Por otra parte, en el estuario del río Chone existe una menor presión pesquera porque los pescadores también se dedican a actividades agropecuarias (Moreno y Ruiz, 2010).

La abundancia de *U. occidentalis* se ha estimado según la cantidad de madrigueras en 1 m², para Ecuador y otros países, con resultados elevados. En el Golfo de Guayaquil, se ha reportado: 1,30-4,55 madrigueras/m² para Churute; 0,93-3,12 madrigueras/m² para Mondragón; 8,4 madrigueras/m² para Naranjal; 9,8 madrigueras/m² para Puerto El Morro (de Tazán y Wolf, 2000; Apolinario, 2006; Mora, 2015). En Perú, las densidades varían entre 0,4 y 6,1 madrigueras/m² (Aleman et al., 2019; Ordinola et al., 2010, 2020) mientras que, en El Salvador, las densidades fluctuaron entre 5,86 y 29 madrigueras/m² (Rivera y Cuéllar, 2010; Córdova-Ortiz, 2015).

El conteo de madrigueras sobreestima la abundancia de la especie (Macia et al., 2001) y se considera que, es una metodología inadecuada y poco fiable para *U. occidentalis*, por considerar habitadas a todas las madrigueras (Cedeño, 2018). Por lo tanto, ese tipo de estimaciones deben ser tomadas con cautelas y evitar su uso hasta tener un factor de corrección que mejore los resultados.

El tamaño poblacional estimado es inferior a lo reportado por Cedeño (2018), quien calculó valores entre 905 250 y 1 330 250 individuos, entre 2011 y 2012, para un área total de 170 ha, lo cual es ca. 50 % de lo considerado en el presente trabajo (310 ha).

La diferencia en el tamaño poblacional está sujeta a la mayor abundancia estimada por Cedeño (2018). En este sentido, las consideraciones y estimaciones de la abundancia repercuten en el tamaño poblacional, así como, en la percepción del estado de explotación del recurso y las medidas de manejo derivadas (e.g., cuotas de captura).

Considerando las diferencias en la estimación de la abundancia de *U. occidentalis*, se recomienda estandarizar la metodología empleada. Se recomienda el uso del método por distancias, al ser estadísticamente más robusto que el uso de cuadrantes, así como, de fácil ejecución.

CONCLUSIONES

La talla de *Ucides occidentalis* es similar a otros reportes de Ecuador y Perú, pero superior para El Salvador y Costa Rica, pudiendo enlazarse a la presión pesquera y condiciones ambientales. La proporción sexual indica un número ligeramente mayor de hembras que de macho, lo cual puede relacionarse con la prohibición en su captura. La abundancia de *U. occidentalis* es baja en relación con otros trabajos, pero las diferencias metodológicas limitan su

comparación y hacen necesario estandarizar el método de estimación, para *U. occidentalis*.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

MTC: Concepción y diseño del estudio, toma de datos en campo, interpretación de resultados, redacción, revisión bibliográfica y revisión del manuscrito

RZ: Concepción y diseño del estudio, toma de datos en campo, evaluación estadística, interpretación de resultados, revisión bibliográfica y redacción.

AGRADECIMIENTOS

El presente documento deriva de la Tesis de Grado de Mercy Troya y es parte del Proyecto de Servicios comunitarios denominado "Manejo y conservación de recursos naturales en áreas de uso y custodia de manglar en la Provincia del Guayas". Los autores agradecen a Eric Rexstad por las sugerencias realizadas en los análisis de datos. Se agradece a los pescadores de la Cooperativa de producción pesquera artesanal "Mondragón" y a los estudiantes de la Universidad de Guayaquil, especialmente a Roger Cedeño, por su colaboración durante los muestreos.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses

REFERENCIAS

- Abbe, G. R. (2002). Decline in size of male blue crabs (*Callinectes sapidus*) from 1968 to 2000 near Calvert Cliffs, Maryland. *Estuaries*, 25(1), 105–114. <https://doi.org/10.1007/BF02696054>
- Alemán, S., Montero, P., Ordinola, E., y Guevara, M. (2019). Prospección biológico poblacional del cangrejo del manglar (*Ucides occidentalis*) en la región Tumbes, Perú. diciembre 2016. *Informe del Instituto del Mar del Perú*, 46(2).
- Alemán, S., y Ordinola, E. (2017). Ampliación de la distribución sur de *Ucides occidentalis* (Decapoda: Ucididae) y *Cardisoma crassum* (Decapoda: Gecarcinidae). *Revista Peruana de Biología*, 24(1), 107–110. <https://doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13110>
- Apolinario, I. (2006). Estudio de factibilidad para aumentar el valor agregado de la cadena de producción del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en las localidades de Naranjal y Puerto El Morro. Informe técnico, *Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC)*, Ecuador. 95 pp.
- Bright, D. B., y Hogue, C. L. (1972). A synopsis of the burrowing land crabs of the world and list of their arthropod symbionts and burrow associates. *Contributions in Science*, 220(503), 1–58. <https://doi.org/10.5962/p.241205>
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., y Laake, J. L. (1993). Distance sampling: Estimating abundance of biological populations. *The Journal of Wildlife Management*, 59(3), 628. <https://doi.org/10.2307/3802478>
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L., y Thomas, L. (2004). *Advanced distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford University Press.
- Buckland, S. T., Goudie, I. B. J., y Borchers, D. L. (2000). Wildlife population assessment: Past developments and future directions. *Biometrics*, 56(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/j.0006-341X.2000.00001.x>
- Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Marques, T. A., y Oedekoven, C. S. (2015). Field methods and data issues. In *Distance sampling: Methods and applications, methods in statistical ecology* (pp. 35–49). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19219-2_4
- Burnham, K. P., Anderson, D. R., y 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>
- Cabrera-Peña, J., Vives-Jiménez, F., y Solano-López, Y. (1994). Tamaños y proporción sexual de *Ucides occidentalis* (Crustacea: Gecarcinidae) en un manglar de Costa Rica. *Uniciencia*, 11(1), 97–99.
- Cedeño, I., Bravo, M., Solano, F., Peña, M., y Zambrano, R. (2012). Abundancia relativa y estructura de tallas de cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil, febrero 2011-enero 2012. *Boletín Especial - Instituto Nacional de Pesca*, 3(2), 1–32.
- Cedeño, I. (2013). Aspectos reproductivos del cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil, diciembre 2011-enero 2012. *Boletín Especial del Instituto Nacional de Pesca*, 4(2), 1–17.
- Cedeño, I. (2018). Tamaño del stock y estructura poblacional del cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) en los principales cangrejales del Golfo de Guayaquil, Diciembre 2011, Abril y Noviembre 2012. *Revista Ciencias del Mar y Limnología*, 12(2), 13–39.
- Córdova-Ortiz, D. A. (2015). *Estudio de línea base de los servicios ecosistémicos de provisión y aportes a modelos de gobernanza local de conservación y restauración inclusiva en el ecosistema de manglar del Bajo Lempa, Estero Jaltepeque*. Informe técnico. Centro Agronómico Tropical para la Investigación y la Enseñanza (CATIE), El Salvador-Agencia Estadounidense de Cooperación Internacional para el Desarrollo (USAID), Programa Regional de Cambio Climático (PRCC). San Salvador, El Salvador. 152 pp.
- de Tazán, G., y Wolf, B. (2000). *El cangrejo rojo (Ucides occidentalis) en la Reserva Ecológica Manglares Churute*. Cedegé, Distrito Forestal del Guayas, Fundación Natura.
- Galloway, A. (2005). Non-Probability Sampling. In *Encyclopedia of Social Measurement* (Vol. 2, pp. 859–864). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369398-5/00382-0>

- Govender, Y., y Rodríguez-Fourquet, C. (2008). Techniques for rapid assessment of population density and body size of the land crab *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) in Puerto Rico. *Tropical Estuaries*, 1, 203–209.
- Jiménez, R. (1983). Diatomeas y silicoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanografica del Pacífico*, 2(2), 193–281.
- Macia, A., Quincardete, I., y Paula, J. (2001). A comparison of alternative methods for estimating population density of the fiddler crab *Uca annulipes* at Saco Mangrove, Inhaca Island (Mozambique). *Hydrobiologia*, 449, 213–219. <https://doi.org/10.1023/A:1017502817087>
- Marques, T. A., Buckland, S. T., Borchers, D. L., Rexstad, E. G., y Thomas, L. (2011). Distance sampling. In M. Lovric (Ed.), *International Encyclopedia of Statistical Science* (pp. 398–400). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_214
- Martella, M. B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., y 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.
- Miller, D. L., Rexstad, E., Thomas, L., Marshall, L., y Laake, J. L. (2019). Distance Sampling in R. *Journal of Statistical Software*, 89(1), 1–28. <https://doi.org/10.18637/jss.v089.i01>
- Mora, A. (2015). Estructura poblacional del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en un gradiente de inundación dentro de un bosque de manglar riverino (Isla Mondragón, Estuario río Guayas). [Tesis de grado, Escuela Politécnica del Litoral].
- Moreno, J., y Ruiz, W. (2010). Situación actual del guariche *Ucides occidentalis* (Ortmann, 1897) en el estuario del río Chone, Manabí durante abril 2009–2010. *Boletín Científico y Técnico del Instituto Nacional de Pesca*, 20(8), 16–35.
- Ordinola, E., Montero, P., Alemán, S., y Llanos, J. (2010). El cangrejo de los manglares *Ucides occidentalis* (Ortman) en Tumbes, Perú. Primavera 2007. *Informe del Instituto del Mar del Perú*, 37(3–4), 151–159.
- Ordinola, E., Solange, A., y Percy, M. (2020). Cangrejo del manglar (*Ucides occidentalis*) en la región Tumbes, Perú. Octubre 2018. *Informe del Instituto del Mar del Perú*, 47(2), 317–326.
- Ortmann, A. E. (1897). Carcinologische studien. *Zoologische Jahrbücher, Abtheilung Für Systematik, Geographie Und Biologie Der Thiere*, 10, 258–372.
- Pardo, L. M., Rosas, Y., Fuentes, J. P., Riveros, M. P., y Chaparro, O. R. (2015). Fishery induces sperm depletion and reduction in male reproductive potential for crab species under male-biased harvest strategy. *PLOS ONE*, 10(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115525>
- Pillans, S., Pillans, R. D., Johnstone, R. W., Kraft, P. G., Haywood, M. D. E., y Possingham, H. P. (2005). Effects of marine reserve protection on the mud crab *Scylla serrata* in a sex-biased fishery in subtropical Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 295, 201–213. <https://doi.org/10.3354/meps295201>
- Rivera, C. G., y Cuéllar, T. C. (2010). *El ecosistema de manglar de la Bahía de Jiquilisco: Sector Occidental*. 231 pp.
- 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., y Saito-Quezada, V. M. (2020). *Métodos Cuantitativos computarizados para biología pesquera*. UNAM, FES Zaragoza.
- Scott, D. W. (1992). Multivariate density estimation: Theory, practice and visualization. John Wiley y 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*. Chapman y Hall. Somers.
- Skov, M. W., Vannini, M., Shunula, J. P., Hartnoll, R. G., y Cannicci, S. (2002). Quantifying the density of mangrove crabs: Ocypodidae and Grapsidae. *Marine Biology*, 141(4), 725–732. <https://doi.org/10.1007/s00227-002-0867-9>
- Solano, F., y Moreno, J. (2009). Cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) un análisis durante el periodo de veda reproductiva, 2009. *Boletín Científico y Técnico del Instituto Nacional de Pesca*, 20(3), 37–47.
- Thomas, L., Buckland, S. T., Burnham, K. P., Anderson, D. R., Laake, J. L., Borchers, D. L., y Strindberg, S. (2002). Distance sampling. In A. H. El-Shaarawi y W. W. Piegorsch (Eds.), *Encyclopedia of Environmetrics* (Vol. 1, pp. 544–552). https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_214
- Thomas, L., Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Laake, J. L., Strindberg, S., Hedley, S. L., Bishop, J. R. B., Marques, T. A., y Burnham, K. P. (2010). Distance software: Design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*, 47(1), 5–14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01737.x>
- Troya, M., y Zambrano, R. (2021). Radial distances to estimate the population density of *Ucides occidentalis*, in an area of use and custody of Mangrove, Mondragon Island, Ecuador. *Mendeley Data*, V1. <https://doi.org/10.17632/f685k9ks6t.1>
- West, S. A., Reece, S. E., y Sheldon, B. C. (2002). Sex ratios. *Heredity*, 88(2), 117–124. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800018>
- Zambrano, R. (2018). Capturas comerciales del cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) durante el 2012, en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Revista Ciencias del Mar*

- y *Limnología*, 12(2), 1–12. <https://doi.org/10.31876/rcm.v12i2.38>
- Zambrano, R., y Galindo-Cortes, G. (2019). Re-description of the growth pattern of four decapod species by information theory. *Invertebrate Reproduction y Development*, 63(1), 51–59. <https://doi.org/10.1080/07924259.2018.1532929>
- Zambrano, R., Galindo-Cortes, G., y Aragón-Noriega, E. A. (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>
- Zambrano, R., y Meiners, C. (2018). Notas sobre taxonomía, biología y pesquería de *Ucides occidentalis* (Brachyura: Ocypodidae) con énfasis en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Revista Peruana de Biología*, 25(1), 56–66. <https://doi.org/10.15381/rpb.v25i1.13821>
- Zambrano, R., y Solano, F. (2018). Análisis de las capturas de cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil-Ecuador durante el 2013. *Revista Ciencias del Mar y Limnología*, 18(2), 72–82.