

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historial del artículo:

Recibido 31 de enero de 2025

Aceptado 25 de junio de 2025

Publicado 24 de septiembre de 2025

## READ IN ENGLISH:

<https://doi.org/10.7773/cm.v2025.3553>

## AUTOR DE CORRESPONDENCIA

\* E-mail: [mdelrio@cicese.mx](mailto:mdelrio@cicese.mx)

<sup>1</sup> Departamento de Acuicultura, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), 22860 Ensenada, Baja California, México.

<sup>2</sup> Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Manzanillo, Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable, 28200 Manzanillo, Colima, México.

<sup>3</sup> Departamento de Sanidad y Nutrición Acuicola, Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable, 04100 Ciudad de México, México.

<sup>4</sup> Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Ensenada, Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable, 22760 Ensenada, Baja California, México.

## Presencia de la especie invasora Cangrejo Nadador del Indo-Pacífico *Charybdis hellerii* A. Milne-Edwards, 1867 en la costa del Pacífico mexicano detectada por identificación molecular

[Miguel A Del Río-Portilla](#)<sup>1\*</sup>, [Carmen E Vargas-Peralta](#)<sup>1</sup>, [Fabiola Lafarga-De la Cruz](#)<sup>1</sup>, [Mauricio Salas-Maldonado](#)<sup>2</sup>, [Alejandro J Gallardo-Valencia](#)<sup>3</sup>, [Laura A Flores-Ramírez](#)<sup>2</sup>, [Alberto Bartoleño Sánchez](#)<sup>2</sup>, [Casandra López-Terán](#)<sup>2</sup>, [Cathy L Valdez-Domínguez](#)<sup>4</sup>

**RESUMEN.** Se capturaron jaibas de la especie *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México (19°0'38.48"N, 104°14'50.65"O). Entre ellas, se obtuvo un ejemplar de *Charybdis hellerii* A. Milne-Edwards, 1867, que fue identificado molecularmente mediante el procedimiento de secuenciación nucleotídica de información forense (FINS, por sus siglas en inglés) utilizando un fragmento del gen ARNr 16S (518 pb). La secuencia de ARNr 16S de *C. hellerii* (número de acceso de GenBank: PQ800082) mostró un 83% de identidad con las secuencias de *C. arcuatus* en la base de datos de GenBank y las obtenidas aquí (números de acceso de GenBank: PQ800080 y PQ800081). Reportes de científicos ciudadanos en iNaturalist han indicado la presencia de *C. hellerii* en las aguas de Colima desde 2019. Sin embargo, esta es la primera vez que marcadores moleculares confirman su presencia en la costa del Pacífico mexicano. Se requiere más investigación para entender el grado de propagación de *C. hellerii* a lo largo de la costa del Pacífico mexicano, ya que su presencia desde 2019 podría indicar una población establecida en esta zona. La presencia de esta especie es preocupante, ya que podría afectar las poblaciones de otras especies nativas de jaiba de importancia comercial.

**Palabras clave:** cangrejo nadador del Indo-Pacífico, secuenciación nucleotídica de información forense, FINS, identificación molecular, gen ARNr 16S.

## INTRODUCCIÓN

En México, la pesquería de jaiba es considerada una pesquería artesanal tradicional con un gran valor socioeconómico en la zona costera del Océano Pacífico, principalmente en los estados de Sonora y Sinaloa (DOF 2023). Las especies objetivo son la Jaiba Verde o Café (*Callinectes bellicosus* Simpson, 1859), la Jaiba Azul (*Callinectes arcuatus* Ordway, 1863) y la Jaiba Negra (*Callinectes toxotes* Ordway, 1863).

En el estado de Colima, México, la pesquería artesanal de *C. arcuatus* cuenta con un registro oficial de 24 embarcaciones menores (DOF 2023), con un volumen de producción de 46 t en el año 2024 y un valor estimado de \$1,343,318 MXN según la base de datos del anuario estadístico de producción 2024 (CONAPESCA 2024). A pesar de que la pesquería de jaiba en el Pacífico central mexicano, específicamente en la Laguna de Cuyutlán, Colima, es de pequeña escala, presenta un gran potencial de crecimiento para las comunidades pesqueras del

Acceso abierto

En línea ISSN: 2395-9053

Verificado con Similarity Check impulsado por iThenticate

<https://doi.org/10.7773/cm.v2025.3553>

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](#), que permite compartir y adaptar el trabajo, siempre y cuando se dé el crédito apropiado a los autores originales y la fuente, proporcione un enlace a la licencia Creative Commons e indique si se realizaron cambios. Las figuras, tablas y otros elementos del artículo están incluidos en la licencia CC BY 4.0 del artículo, a menos que se indique lo contrario. Debe solicitar permiso al titular de los derechos de autor para utilizar material no cubierto por esta licencia. El título de la revista está protegido por derechos de autor propiedad de la Universidad Autónoma de Baja California, y el título y el logotipo de la revista no están sujetos a esta licencia.

estado (Estrada-Valencia 1999), comparado con el potencial de los estados del norte, donde la producción oscila alrededor del 54% con la producción nacional (27,173 t) en Sinaloa y donde se registran datos de esfuerzo pesquero considerable (1,069 embarcaciones) (DOF 2023).

Durante sus labores diarias, algunos pescadores de las costas de Colima han encontrado jaibas morfológicamente diferentes a la Jaiba Azul, por lo que surgió la siguiente pregunta: ¿a qué especie pertenecen? La presencia de otras especies podría influir en la pesquería de *C. arcuatus*, la cual es de gran importancia en la Laguna de Cuyutlán, Colima (Estrada-Valencia 1999, Salas-Maldonado et al. 2021). Además, se desconocen las implicaciones ecológicas y socioeconómicas de la presencia de especies de jaibas invasivas en la laguna costera. En México, se ha detectado la presencia del Cangrejo de Manos Espinosas o Cangrejo Nadador del Indo-Pacífico (*Charybdis hellerii* A. Milne-Edwards, 1867) en Yucatán (Simoes et al. 2019), el cual es la única especie exótica invasora de la familia Portunidae en la Lista de Especies Exóticas Invasoras de México (DOF 2016). Por otro lado, se ha reportado la presencia de 3 especies invasoras de cangrejos, el Cangrejo de Mar Común (*Carcinus maenas* Linnaeus, 1758), Cangrejo del Lodo (*Rhithropanopeus harrisi* Gould, 1841) y Cangrejo Chino (*Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853), en el Pacífico nororiental (Brockerhoff y McLay 2011).

Tradicionalmente, la mayoría de las identificaciones taxonómicas de las especies se basan en caracteres fenotípicos, pero en algunos casos las diferencias morfológicas no son definitivas, como, por ejemplo, para algunas especies de peces como el robalo (*Centropomus undecimalis*) (Martínez-Brown et al. 2021). Por otro lado, uno de los procedimientos para la identificación de especímenes biológicos es la secuenciación nucleotídica de información forense (FINS, por sus siglas en inglés), la cual consiste en la extracción de ADN, la amplificación de un segmento específico por la reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés), la secuenciación de este fragmento amplificado y el análisis filogenético de la secuencia, que se compara con bases de datos para identificar la especie genéticamente más cercana (Bartlett y Davidson 1992). Este procedimiento ha servido para elucidar las especies de robalo y establecer nuevas características morfológicas de cada una (Martínez-Brown et al. 2021).

El objetivo de este trabajo fue identificar molecularmente mediante la técnica de FINS las jaibas capturadas en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México, para evaluar la presencia de especies invasoras previamente reportadas en el Pacífico nororiental o en México (*C. maenas*, *R. harrisi*, *E. sinensis* y *C. hellerii*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la Laguna de Cuyutlán, Colima, México, se capturaron 6 jaibas mediante pesca artesanal (Fig. 1). De ellas, un ejemplar presentó características morfológicas diferentes del resto

(Tabla 1). Los ejemplares se trasladaron al Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Manzanillo, Colima, donde se midieron con un calibrador Vernier (precisión de 1 mm) y se pesaron con una balanza granataria (precisión de 1 g). Se fijaron muestras de pleópodos y músculo de todas las jaibas en etanol al 96%. Las muestras fijadas se transportaron a las instalaciones del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) y se mantuvieron a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su procesamiento. La extracción de ADN se realizó mediante el método de sales (Sambrook y William 2001). La integridad del ADN se corroboró mediante electroforesis en gel de agarosa al 1% y su concentración y pureza mediante espectrofotometría (Nanodrop; Thermo Fisher Scientific, Waltham, EE. UU.), evaluando las relaciones de absorbancia a 260/230 y 260/280 nm. Posteriormente, de las 6 muestras de jaibas (denominadas j1-j6; Fig. 1), 4 (j1, j4, j5 y j6) amplificaron adecuadamente para el fragmento del gen ARNr 16S mediante PCR con los iniciadores reportados por Geller et al. (1993): 16SAR (5'-CGCCTGT-TTATCAAAAACAT-3') y 16SBR (5'-CCGGTCTGAACT-CAGATCACGT-3'). Estos se han empleado en análisis de filogenia molecular de *Callinectes* usando *C. hellerii* como grupo externo (Robles et al. 2007).

La mezcla de reacción para la PCR consistió en el uso de iniciadores al 0.20  $\mu\text{M}$  (concentración final) y el kit para PCR de Kapa Biosystems (Willmington, EE. UU). Se utilizó el amortiguador A con magnesio para un volumen final de reacción de 12  $\mu\text{L}$ , con 0.2 mM de dNTPs y 0.5 U de taq polimerasa (Kapa Biosystems) por reacción. Finalmente, el producto de PCR se envió a la empresa Eton Bioscience (San Diego, EE. UU.) para su limpieza y secuenciación Sanger de manera bidireccional.

Una vez que se obtuvieron los archivos de la secuenciación, se procedió a eliminar regiones de baja calidad con el programa CLC Genomics Workbench v. 10.1 (QIAGEN CLC Genomics, Aarhus, Dinamarca) y se ensamblaron las 2 secuencias para obtener un fragmento único por organismo. Se realizó una búsqueda de segmentos similares mediante la herramienta BLAST del Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI, por sus siglas en inglés) utilizando la opción blastn (BLAST-NCBI 2024) para identificar las especies al comparar las secuencias obtenidas con la base de datos pública. Posteriormente, las secuencias se sometieron al GenBank del NCBI (NCBI 2024). Subsiguientemente, se realizó un alineamiento de los fragmentos con Clustal Omega (Sievers et al. 2011, Sievers y Higgins 2018) con algunas secuencias encontradas con los resultados del BLAST (Tabla 2) y usando *C. maenas* (número de acceso de GenBank: FM208763) como grupo externo. Se seleccionó el modelo de sustitución nucleotídica de mejor ajuste con la configuración predeterminada con el programa jModelTest2 (Guindon y Gascuel 2003, Darriba et al. 2012). Después, se construyó el árbol filogenético con MrBayes v. 3.2 (Ronquist y Huelsenbeck 2003), utilizando el modelo de mejor ajuste Hasegawa-Kishino-Yano con distribución gamma y una variación de la tasa distribuida gamma entre sitios (HKY+I+G). Se empleó una simulación Monte Carlo de

cadena de Markov con 50,000 generaciones, 100 frecuencias de muestreo y configuraciones predeterminadas. Finalmente, se usó FigTree v. 1.4.4 (Rambaut 2018) para generar la imagen del árbol filogenético a partir de la información generada por el programa MrBayes, y la figura se editó con Python v. 3.08.

Una vez que se obtuvieron los resultados de BLAST, se realizó la búsqueda de los registros de presencia de la especie identificada en la localidad, las zonas aledañas de Colima y el Pacífico mexicano. Se revisaron diferentes bases de datos y reportes públicos para corroborar la presencia de las especies detectadas mediante el análisis de FINS, incluyendo iNaturalist (iNaturalist 2024), una plataforma con información precisa para la identificación de especies (Unger et al. 2021, Callaghan et al. 2022).

## RESULTADOS

Las características morfológicas permitieron diferenciar la Jaiba Azul (j1-j5 [franjas de color azul en su cuerpo])

de la jaiba desconocida (j6; Fig. 1 y Tabla 1). El promedio ( $\pm$  desviación estándar) del ancho del caparazón (Ac) de las muestras de Jaiba Azul fue de 100.0 ( $\pm$  4.4) mm, mientras que el longitud total (Lt) promedio fue de 56.4  $\pm$  3.8 mm y el peso promedio de 60.0  $\pm$  7.2 g. La jaiba desconocida fue una hembra de menor tamaño (Ac: 67 mm; Lt: 49 mm), con un peso de 30 g.

Se logró obtener ADN de buena calidad para amplificar un fragmento de ~560 pb en 4 de las 6 jaibas muestreadas. Las 3 muestras de *C. arcuatus* (j1 [macho], j4 [hembra] y j5 [macho]) con amplificaciones de mejor calidad fueron enviadas a secuenciar (Tabla 1). Después de eliminar los iniciadores, se obtuvieron fragmentos de 517 pb para j1, j4 y j5, mientras que el fragmento fue de 518 pb para j6. Los fragmentos amplificados de j1 y j4 fueron idénticos (número de acceso de GenBank: PQ800080), mientras que el fragmento de j5 presentó un solo nucleótido de diferencia (número de acceso de GenBank: PQ800081). El análisis BLAST detectó un 100% de identidad de 2 muestras (j1 y j4) con las



**Figura 1.** Fotografías de las 6 jaibas pescadas para este estudio de la Laguna de Cuyutlán, Colima, México: Jaiba 1-Jaiba 5 (*Callinectes arcuatus*) y Jaiba 6 (*Charybdis hellerii*).

**Tabla 1.** Datos morformétricos de las jaibas recolectadas en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México.

Nombre común	Especie	Organismo	Coordenadas geográficas	Sexo	Ancho del caparazón (mm)	Longitud del caparazón (mm)	Peso total (g)
Jaiba Azul	<i>Callinectes arcuatus</i>	j1	19°0'33.67"N, 104°12'27.94"O	Macho	95.0	57.0	64.0
		j2	18°59'53.84"N, 104°11'41.92"O	Macho	107.0	60.0	66.0
		j3	18°59'56.86"N, 104°11'0.26"O	Macho	99.0	50.0	57.0
		j4	18°59'56.86"N, 104°11'0.26"O	Hembra	99.0	58.0	49.0
		j5	18°59'56.86"N, 104°11'0.26"O	Macho	100.0	57.0	65.0
Promedio					100.0	56.4	60.20
Desviación estándar					4.4	3.8	7.19
Jaiba	No identificado en el momento de la captura	j6		Hembra	67.0	30.0	

secuencias de *C. arcuatus* en la base de datos de GenBank, una proveniente de Nicaragua (número de acceso de GenBank: MW264141) (Windsor et al. 2019, Marco-Herrero et al. 2021) y otra proveniente de Oaxaca, México (número de acceso de GenBank: DQ407669) (Robles et al. 2007). El fragmento amplificado de la muestra j5 tuvo un 99.91% de identidad con estas mismas secuencias de *C. arcuatus*, indicando una nueva secuencia para esta especie y segmento de ARNr 16S. Sin embargo, el fragmento correspondiente de 518 pb de la muestra j6 (número de acceso de GenBank: PQ800082) tuvo un 100% de identidad con *C. hellerii* al compararse con las 7 secuencias depositadas en la base de datos (números de acceso de GenBank: KX060544, KX060532, KX060500, KX060489, KX060443, PP118357 y NC\_060621; Tabla 2). Esta última (NC\_060621) pertenece al genoma mitocondrial completo de *C. hellerii*. Sin embargo, dado que no se contó con la información sobre el lugar y fecha de colecta, no se incluyó en los análisis subsiguientes.

Se intentó identificar el lugar de origen de la jaiba j6 considerando las distribuciones reportadas en los metadatos de las secuencias. Sin embargo, debido a que no hubo una coincidencia entre la línea de tiempo de las secuencias y la información geográfica, no se pudo elucidar su posible origen (Tabla 2). Es decir, no se pudo proponer si el origen de la jaiba localizada en costas mexicanas provino del Océano Índico o del Océano Atlántico.

Los análisis de BLAST y filogenético de las secuencias de 4 jaibas (j1, j4, j5 y j6) mostraron una clara separación entre los géneros *Callinectes* y *Charybdis* (Fig. 2). *Charybdis* se encontró en el clado del género *Thalamita*, mientras que *Callinectes* se ubicó en el clado del género *Arenaeus*. No

se encontró ningún registro de la presencia de *C. hellerii* en las costas del Pacífico mexicano hasta diciembre de 2024. No obstante, en la consulta de las fotografías registradas en iNaturalist se detectó la presencia de la especie invasora *C. hellerii* en las costas de Colima (Tabla 3) en 5 ocasiones (la primera en 2019 y las otras en 2024). En el caso de la especie nativa *C. arcuatus*, solo se encontró un registro en 2024.

## DISCUSIÓN

La pesquería artesanal de *C. arcuatus* en la Laguna de Cuyutlán, Colima, es una de las actividades de gran importancia socioeconómica para la región, por lo que la presencia de especies invasoras podría repercutir en la abundancia de este recurso pesquero a través de competencia ecológica por hábitat o alimento.

El análisis mediante FINS del fragmento de ~560 pb del gen ARNr 16S fue suficiente para identificar el ejemplar morfológicamente distinto a *C. arcuatus* como el cangrejo invasor *C. hellerii*. Un fragmento de este gen ha sido utilizado, junto con un segmento del gen *COI*, para identificar megalopas (estadio larval tardío) de distintas especies de cangrejos, entre ellos *C. arcuatus* y *C. hellerii* de diferentes partes del mundo, con buenos resultados para la diferenciación entre especies (Negri et al. 2018, Marco-Herrero et al. 2021).

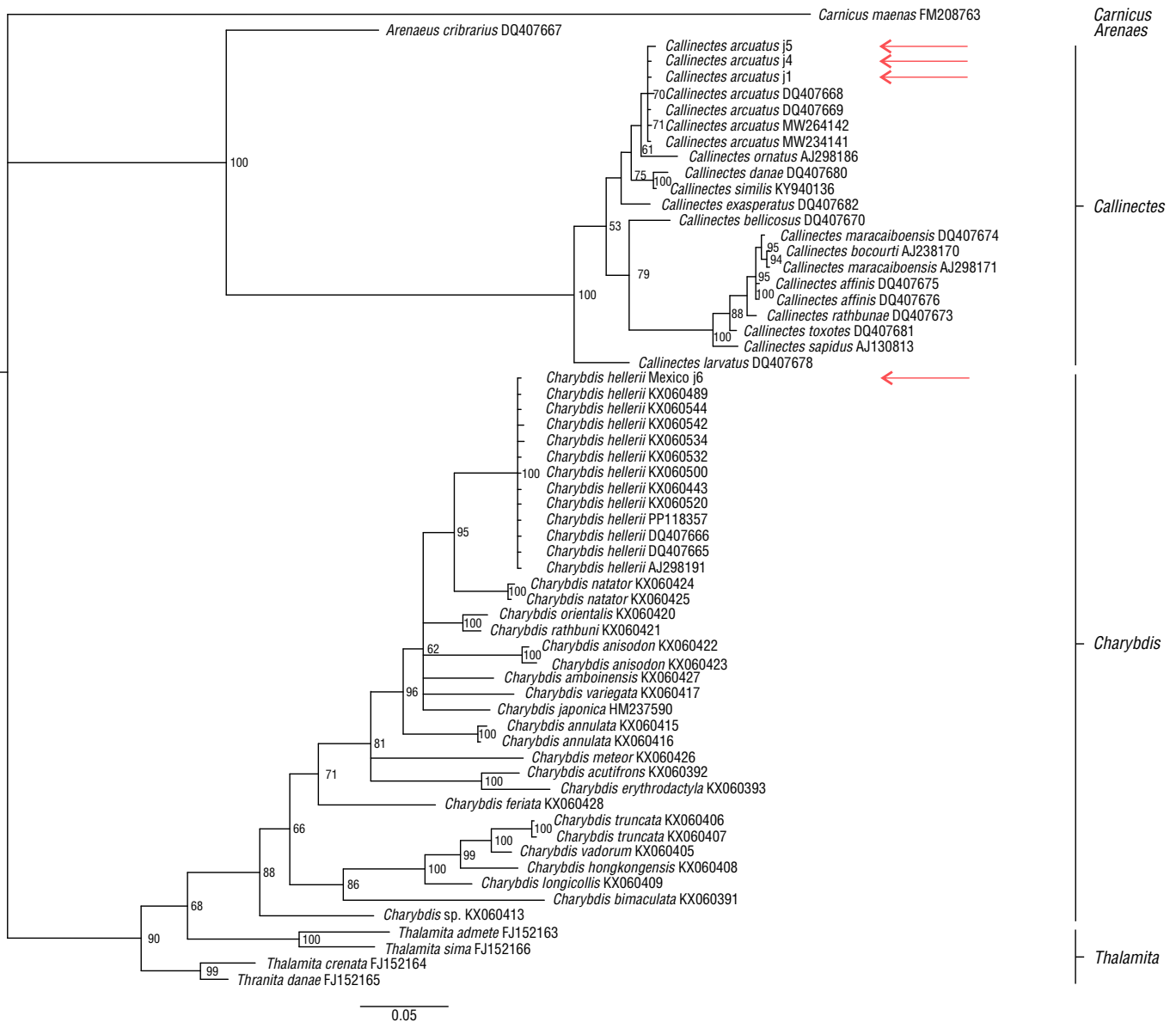
*Charybdis hellerii* es originaria del Indo Pacífico, y es considerada como una especie invasora que se ha esparcido por el Mar Mediterráneo, Océano Pacífico y Océano Atlántico (Brockerhoff y McLay 2011). Su presencia ya ha sido detectada en la Península de Yucatán (Simoes et al. 2019). Existen claves para su identificación en el Caribe mexicano

y un método de evaluación rápida de “invasividad” (Gob Mx 2024a). Es importante mencionar que, de los 5 reportes que hay en iNaturalist (iNaturalist 2024), el primer registro data de 2019. Con base en todos los registros hechos en esta plataforma, la frecuencia de avistamientos pudo haber aumentado en los últimos años en la misma zona, sin haberse detectado en otros lugares del Pacífico mexicano.

iNaturalist es una iniciativa de la Academia de Ciencias de California (San Francisco, EE. UU.) en conjunto con la Sociedad Geográfica Nacional (Washington, D.C., EE. UU.) que inició en 2017. Tiene una aplicación que se puede instalar en teléfonos inteligentes con el fin de subir fotografías y, a

través de su algoritmo, identificar la especie a la que corresponde el organismo de la fotografía. Esta aplicación se ha utilizado en actividades de educación y se considera que puede ser muy precisa en la identificación de especies conocidas (Unger et al. 2021, Callaghan et al. 2022). Adicionalmente, con el resultado del análisis de FINS, se pudo confirmar la especie identificada. Por ello, se considera importante utilizar los reportes de la ciencia ciudadana en la identificación de especies, ya que se obtiene información valiosa y sigue cobrando relevancia a nivel mundial.

Por ahora, se podría considerar que la presencia de *C. hellerii* está restringida a las costas de Colima, ya que no



**Figura 2.** Árbol filogenético obtenido con la amplificación del segmento del ARNr 16S de 3 muestras de jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) y del cangrejo nadador (*Charybdis hellerii*) capturados en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México (flechas rojas).

**Tabla 2.** Información de las secuencias que tuvieron un 100% de identidad con la muestra j6 de la Laguna de Cuyutlán, Colima, México, que correspondió a la especie *Charybdis hellerii*.

Número de acceso de GenBank	Localidad	Fecha	Referencia
KX060544	Port Jackson, Nueva Gales del Sur, Australia	Mayo de 1974	Negri et al. (2018)
KX060532	Hacia Lo Port, Hong Kong, China	Septiembre de 1986	Negri et al. (2018)
KX060500	Bahía de Baguala, Molucas, Indonesia	Diciembre de 1990	Negri et al. (2018)
KX060489	Puerto de Apra, Bahía de Sasa, Isla Mariana, Guam	Enero de 2000	Negri et al. (2018)
KX060443	Angra dos Reis, Río de Janeiro, Brasil	Abril de 2011	Negri et al. (2018)
PP118357	Guinea-Bissau	2011	Muñoz et al. (2024)
NC_060621*	No indicado		Gong et al. (Inédito)

\*No se incluyó en un análisis posterior porque no se proporcionó la localidad.

hay otros avistamientos registrados en zonas aledañas. Sin embargo, surgen otras preguntas como las siguientes: ¿cómo llegó a estas zonas?, ¿cuál es su distribución actual? y ¿tiene una población ya establecida? Se ha reportado que *C. hellerii* se ha dispersado a través de agua de lastre en diferentes partes del mundo (Negri et al. 2018), y es probable que esa haya sido la forma en que llegó a las costas de Manzanillo, Colima. El puerto de Manzanillo es de gran importancia comercial a nivel nacional en cuanto al movimiento de contenedores, con una participación del 68% del total del Pacífico mexicano y del 46% del país. A este puerto llegan embarcaciones grandes de diferentes partes de México, así como barcos con contenedores desde diversas países como Canadá, Estados Unidos, Guatemala, Colombia, Ecuador, Chile, Sudáfrica, Japón, China, Taiwán, Corea, Indonesia, Malasia, Singapur y Filipinas, y de la Unión Europea (España, Rusia y Alemania) y Oceanía (Australia y Nueva Zelanda) (Gob Mx 2024b). Existe la posibilidad de que esta especie se transporte de esta zona hacia otros lugares de México o del Océano Pacífico de la misma forma en que llegó a Colima.

El uso del fragmento del ARNr 16S permitió identificar la especie *C. hellerii*, pero el análisis de solo un fragmento no fue lo suficientemente detallado para identificar el posible origen biogeográfico del espécimen encontrado en la pesquería artesanal de Jaiba Azul en la Laguna de Cuyutlán, ya que este haplotipo se ha detectado en diversas partes del mundo (Tabla 2). Se recomienda profundizar en el estudio genético de esta especie en la localidad y relacionarlo con otros estudios de distribución de *C. hellerii* a nivel mundial (Negri et al. 2018). Además, se requiere hacer un monitoreo sistemático en Colima y otras localidades para obtener un mayor número de muestras, generar más datos

genómicos mediante secuenciación del genoma (parcial) de la especie y realizar un análisis de genética poblacional, con el fin de identificar el origen geográfico de la invasión.

Por otro lado, se considera que, dado que el primer registro data de hace 5 años (2019), es muy probable que ya exista una población local de *C. hellerii*. Por ello, se plantean las siguientes preguntas: ¿cómo podría afectar las poblaciones nativas de la Jaiba Azul? y ¿hubo una sola introducción o han sido varias introducciones? Conocer las respuestas es de suma importancia porque se ha reportado que, en algunos casos, podría haber mayor impacto en las poblaciones de otras jaibas con baja diversidad genética (Negri et al. 2018). Además, *C. arcuatus* alcanza tallas mayores a la talla mínima legal de 95 mm de ancho caparazón (DOF 2014, Ortega-Lizárraga et al. 2016), mientras que *C. hellerii* alcanza tallas de hasta 65 mm del ancho del caparazón en costas brasileñas (Medina-Mantelatto y Biagi-García 2001). Lo que implicaría que, si no se plantea un plan de manejo específico, *C. hellerii* quedaría fuera de la pesquería por no alcanzar la talla mínima legal de la Jaiba Azul.

Además, llama la atención que solamente haya un registro de *C. arcuatus* en el sitio web de iNaturalist dado que es una especie nativa que se explota en la región. Dado que *C. arcuatus* es la especie nativa y existe una pesquería desde hace décadas, se esperaría un mayor número de avistamientos de *C. arcuatus* que de *C. hellerii*. Sin embargo, no se considera que estos registros estén asociados a la abundancia de las especies, ya que hay sesgos en quienes observan y reportan en iNaturalist (Dimson y Gillespie 2023). Por lo tanto, se recomienda motivar a la población (principalmente a los pescadores y buzos) a registrar los avistamientos de estas especies de jaiba para apoyar los estudios sobre su presencia y dispersión.

**Tabla 3.** Relación de avistamientos fotográficos del Cangrejo Nadador del Indo-Pacífico (*Charybdis hellerii* A. Milne-Edwards, 1867) y de la Jaiba Azul (*Callinectes arcuatus* Ordway, 1863) en las costas de Colima, México.

Species	Sitio web	Observador	Coordenadas geográficas	Fecha
Jaiba* Nadador del Indo-Pacífico ( <i>Charybdis hellerii</i> )	<a href="https://mexico.inaturalist.org/observations/24484267">https://mexico.inaturalist.org/observations/24484267</a>	alboertoalcala	19°6'13.994"N, 104°23'56.767"O	3 de mayo de 2019
	<a href="https://mexico.inaturalist.org/observations/212167157">https://mexico.inaturalist.org/observations/212167157</a>	alboertoalcala	19°6'14.704"N, 104°23'56.511"O	29 de abril de 2024
	<a href="https://mexico.inaturalist.org/observations/198085794">https://mexico.inaturalist.org/observations/198085794</a>	guiller-momtz11	19°0'4.06"N, 104°16'17.537"O	31 de enero de 2024
	<a href="https://mexico.inaturalist.org/observations/218041232">https://mexico.inaturalist.org/observations/218041232</a>	hectorjmz	19°6'15.012"N, 104°23'57.191"O	24 de mayo de 2025
	<a href="https://mexico.inaturalist.org/observations/218020269">https://mexico.inaturalist.org/observations/218020269</a>	fernando0c	19°6'15.001"N, 104°23'56.908"O	24 de mayo de 2024
Jaiba* Azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> )	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/226341793">https://www.inaturalist.org/observations/226341793</a>	hannia_aseret	19°6'19.731"N 104°23'58.477"O	30 de junio de 2024

\*Las palabras jaiba o cangrejo se utilizan indistintamente en la plataforma.

## CONCLUSIONES

Se detectó la presencia del Cangrejo Nadador del Indo-Pacífico *C. hellerii* en la Laguna de Cuyutlán, Colima, México, mediante el método FINS. Las identificaciones de especies generadas en proyectos de ciencia ciudadana pueden ser de gran utilidad para detectar especies invasoras en zonas nuevas. Es importante realizar estudios sobre la distribución actual de esta especie, dado que hay reportes desde 2019 en la región de Manzanillo, Colima, México, que sugieren la existencia de una población que podría estar ya establecida en estas costas.

## DECLARACIONES FINALES

### Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto Pesquerías multi-específicas artesanales ribereñas: "Escama marina, estuarina, aguadulce y jaiba, Jalisco y Colima" otorgado a MSM. Agradecemos a los revisores quienes permitieron mejorar el artículo.

### Financiamiento

Este trabajo fue financiado parcialmente por (a) proyecto interno "Hacia la trazabilidad genética en productos pesqueros y acuícolas" del CICESE O0F092, (b) proyecto "Calidad genética y trazabilidad de semillas para la producción acuática" de FAO-IMIPAS, (c) Pesquerías Multiespecíficas Artesanales Ribereñas, adscrito al CRIAP-Manzanillo, IMIPAS.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### Disponibilidad de datos

Las secuencias se sometieron al GenBank y tienen los número de acceso: PQ800080 y PQ800081 de *C. arcuatus* y PQ800082 de *C. hellerii*.

### Contribuciones de autor

Conceptualización: MADRP, LAFR, CLVD; Curación de datos: MADRP, CEVP, MSM; Análisis formal: MADRP; Adquisición de financiamiento: AJGV, MADRP; Investigación: MADRP, FLDC, CEVP, MSM; Metodología: MADRP, MSM; Administración del proyecto: MADRP, AJGV, LAFR, CLVD; Recursos: AJGV, FLDC; *Software*: MADRP; Supervisión: CEVP; Validación: CEVP; Visualización: MADRP; Redacción—borrador original: MADRP; Redacción—revisión y edición: MADRP, FLDC, CEVP, MSM, AJGV, LAFR, CLT, CLVD.

### Uso de herramientas de IA

Los autores no utilizaron ninguna herramienta de inteligencia artificial para este trabajo.

## REFERENCIAS

- Bartlett SE, Davidson WS. 1992. FINS (Forensically Informative Nucleotide Sequencing): A procedure for identifying the animal origin of biological specimens. *BioTechniques*. 12(3):408-411.
- [BLAST-NCBI] National Center for Biotechnology. 2024. Basic Local Alignment Search Tool: BLAST-NCBI; [accessed 2024 Dec 29]. <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>
- Brockhoff A, McLay C. 2011. Human-Mediated Spread of Alien Crabs. In: Galil BS, Clark PF, Carlton JT (eds.), *The Wrong Place—Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts*. Dordrecht (Netherlands): Springer. p. 27-106. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0591-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0591-3_2)

- Callaghan CT, Mesaglio T, Ascher JS, Brooks TM, Cabras AA, Chandler M, Cornwell WK, Ríos-Málaver CI, Dankowicz E, Urfi Dhiya'ulhaq N, et al. 2022. The benefits of contributing to the citizen science platform iNaturalist as an identifier. *PLOS Biol.* 20(11):e3001843. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001843>
- [CONAPESCA] Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. 2024. Base de datos del Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2024: CONAPESCA; [accessed 2025 mayo 8]. <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>
- Darriba D, Taboada GL, Doallo R, Posada D. 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nat Methods.* 9(8):772-772. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2109>
- [DOF] Diario Oficial de la Federación. 2014. Plan de Manejo Pesquero de Jaiba (*Callinectes* spp.) de Sinaloa y Sonora: DOF; [accessed 2024 julio 2]. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5352347&fecha=15/07/2014#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5352347&fecha=15/07/2014#gsc.tab=0)
- [DOF] Diario Oficial de la Federación. 2016. Acuerdo por el que se Determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México: DOF; [accessed 2025 abril 29]. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016#gsc.tab=0)
- [DOF] Diario Oficial de la Federación. 2023. Actualización de la Carta Nacional Pesquera: DOF; [accessed 2025 Nov 29]. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/892410/CNP\\_2023.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/892410/CNP_2023.pdf)
- Dimson M, Gillespie TW. 2023. Who, where, when: observer behavior influences spatial and temporal patterns of iNaturalist participation. *Appl Geogr.* 153:e102916. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2023.102916>
- Estrada-Valencia A. 1999. Aspectos poblacionales de la jaiba *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 en la laguna de Cuyutlán, Colima, México [dissertation]. [México]: Universidad de Colima. 68 p.
- [Gob Mx] Gobierno de México. 2024a. Asociación Manzanillo: Gob Mx; [accessed 2024 Oct 31]. <https://puertomanzanillo.com.mx/esps/0020202/ubicacion-y-zona-de-influencia.html>
- [Gob Mx] Gobierno de México. 2024b. Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para Especies Exóticas en México *Charybdis helleri* (A. Milne-Edwards, 1867): Gob Mx; [accessed 2024 Jun 1]. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222687/Charybdis\\_helleri.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222687/Charybdis_helleri.pdf)
- Guindon S, Gascuel O. 2003. A simple, fast, and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Syst Biol.* 52(5):696-704. <https://doi.org/10.1080/10635150390235520>
- iNaturalist. 2024. iNaturalistMX: iNaturalist; [accessed 2024 Nov 29]. <https://mexico.inaturalist.org>
- Marco-Herrero E, Cuesta JA, González-Gordillo JI. 2021. DNA barcoding allows identification of undescribed crab megalopas from the open sea. *Sci Rep.* 11(1):e20573. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99486-4>
- Martínez-Brown JM, Navarro-Flores J, García-Rodríguez FJ, Ibarra-Castro L, Vargas-Peralta CE, Del Río-Portilla MÁ, Martínez-Moreno R. 2021. Revision of the diagnostic characters of two morphologically similar snook species, *Centropomus viridis* and *C. nigrescens* (Carangiformes: Centropomidae). *Zootaxa.* 4915(3):326-338. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4915.3.2>
- Medina-Mantelatto FL, Biagi-García R. 2001. Biological aspects of the nonindigenous portunid crab *Charybdis hellerii* in the western tropical South Atlantic. *Bull Mar Sci.* 68(3):469-477.
- Muñoz I, García-Raso JE, Abelló P, Cuesta JA. 2024. Marine crabs of Guinea-Bissau, with emphasis on the deep fauna, supported by an integrative taxonomy. *Diversity.* 16(2):93. <https://doi.org/10.3390/d16020093>
- [NCBI] National Center for Biotechnology. 2024. Submission Portal: NCBI; [accessed 2024 Dec 29]. <https://submit.ncbi.nlm.nih.gov>
- Negri M, Schubart CD, Mantelatto FL. 2018. Tracing the introduction history of the invasive swimming crab *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) in the Western Atlantic: evidences of high genetic diversity and multiple introductions. *Biol Invasions.* 20(7):1771-1798. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1660-0>
- Ortega-Lizárraga GG, Rodríguez-Domínguez G, Pérez-González R, Aragón-Noriega EA. 2016. Crecimiento individual y longitud de primera madurez de *Callinectes arcuatus* en Marismas Nacionales, Nayarit, México. *Cienc Pesq.* 24(2):3-11.
- Rambaut A. 2018. FigTree v. 1.4.4: GitHub; [accessed 2021 May 12]. <https://github.com/rambaut/figtree/releases/tag/v1.4.4>
- Robles R, Schubart CD, Conde JE, Carmona-Suárez C, Alvarez F, Villalobos JL, Felder DL. 2007. Molecular phylogeny of the American *Callinectes* Stimpson, 1860 (Brachyura: Portunidae), based on two partial mitochondrial genes. *Mar Biol.* 150(6):1265-1274. <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0437-7>
- Ronquist F, Huelsenbeck JP. 2003. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics.* 19(12):1572-1574. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btg180>
- Salas-Maldonado M, Espino-Barr E, Marín-Enríquez E, Bartoleño-Sánchez A, Valdez-Carrasco LD. 2021. Size selectivity and optimal soaking time of hoops and traps targeting the blue swimming crab *Callinectes arcuatus* in Cuyutlan Lagoon, Mexico. *Rev Biol Mar Oceanogr.* 56(1):42-49. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2021.56.1.2797>
- Sambrook J, William DR. 2001. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. New York (USA): Cold Spring Harbor Laboratory Press. 2,100 p.
- Sievers F, Wilm A, Dineen D, Gibson TJ, Karplus K, Li W, Lopez R, McWilliam H, Remmert M, Söding J. 2011. Fast, scalable generation of high-quality protein multiple sequence alignments using Clustal Omega. *Mol Sys Biol.* 7(1):539. <https://doi.org/10.1038/msb.2011.75>
- Sievers F, Higgins DG. 2018. Clustal Omega for making accurate alignments of many protein sequences. *Prot Sci.* 27(1):135-145. <https://doi.org/10.1002/pro.3290>
- Simoes N, Wakida-Kusunoki AT, Cruz-Sánchez JL, Alvarez F, Villalobos-Hiriart JL. 2019. On the presence of *Charybdis (Charybdis) hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) on the Mexican coast of the Gulf of Mexico. *Biol Invasions Rec.* 8(3):670-674. <https://doi.org/10.3391/bir.2019.8.3.24>
- Unger S, Rollins M, Tietz A, Dumais H. 2021. iNaturalist as an engaging tool for identifying organisms in outdoor activities. *J Biol Educ.* 55(5):537-547. <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1739114>
- Windsor AM, Moore MK, Warner KA, Stadig SR, Deeds JR. 2019. Evaluation of variation within the barcode region of Cytochrome c Oxidase I (COI) for the detection of commercial *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (blue crab) products of non-US origin. *PeerJ.* 7:e7827. <https://doi.org/10.7717/peerj.7827>