



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS



ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Prospección del Estado de Invasión del Caracol
Manzano (*Pomacea canaliculata*), en Baja
California, México**

**Trabajo Terminal para obtener el diploma de
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL**

PRESENTA:

M.C. Camila Guillén

Comité evaluador

Co-Director Dr. Bernardino Ricardo Eaton González

Co-Directora Dra. Natalia Alejandra Rodríguez Revelo

Sinodal Dra. Juana Claudia Leyva Aguilera

Sinodal Dr. Alejandro García Gastelum

Ensenada, Baja California, agosto del 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Facultad de Ciencias Marinas
Facultad de Ciencias
Instituto de Investigaciones Oceanológicas

**Prospección del Estado de Invasión del Caracol Manzano
(*Pomacea canaliculata*), en Baja California, México**

TRABAJO TERMINAL PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS
NECESARIOS PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN
AMBIENTAL

PRESENTA

Camila Guillén

Aprobado por:



Dr. B. Ricardo Eaton González
Co-Director



Dra. Natalia A. Rodríguez Revelo
Co-Directora



Dra. Juana Claudia Leyva Aguilera
Sinodal



Dr. Alejandro García Gastelum
Sinodal

“En la naturaleza nada existe solo”

(Rachel Carson)

A mis papás (Amo y Tito)
por el apoyo constante e incondicional

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por la beca de apoyo de la cual fui beneficiaria para la realización de este Trabajo Terminal y la Especialidad en Gestión Ambiental.

A mi Comité de Trabajo Terminal: Dr. Ricardo Eaton, Dra. Natalia Revelo, Dra. Claudia Leyva, y Dr. Alejandro Gastelum, por el todo el apoyo, consejos, salidas a campo, y por no dejarme soltar mi tema de trabajo, emocionarse y sorprenderse conmigo con lo que íbamos encontrando.

A mis compañeros de la Generación XVIII de la Especialidad, un grupo tan variado de conocimiento y experiencias, de quienes pude aprender mucho: Andrés por ser nuestro guía turístico y mostrarnos con tanta pasión tu ciudad; Ana B. por pasar de compañera a amiga y después a roomie, por los consejos y charlas; Ana I. por las tardes en cafés trabajando y echando chismes; Rubiel por las charlas que fueron de mucho apoyo en los momentos de mayor estrés por avanzar; Miguel, que aunque solo nos acompañaste un semestre, las juntadas, las charlas, la amistad; y Flor, que aunque no cursaste con nosotros, fuiste una más del grupo.

A María por recibirme sin conocerme, solo confiando en la recomendación de una amiga. Gracias por aceptar que seamos roomies.

A mi familia, que siempre me apoyan en todas mis decisiones (como irme cada vez más lejos y con más diferencia horaria) y, a pesar de la distancia, siempre están presentes. A mi mamá, que sin saberlo me presentó de pequeña a la especie con la que estoy trabajando (los huevos rosas de rana que veíamos en el agua resultaron ser de caracol). Mi papá por siempre estar atento a lo que necesito. Mis hermanos por las charlas, distracciones y mantenerme al día. Mis abuelos, tíos, todos, por estar para hablar cuando lo necesito, aunque a veces el horario no les favorece.

Gracias, los quiero y los extraño!

RESUMEN

Las investigaciones sobre invasiones biológicas comienzan a desarrollarse en las últimas tres décadas a nivel mundial, siendo México uno de los países que ha realizado esfuerzos para contrarrestar este problema en su territorio. Sin embargo, muchas de estas iniciativas no han tenido un seguimiento en el tiempo, y los registros de especies exóticas invasoras en el país se encuentran subestimados. Una especie que en México se encuentra catalogada como exótica presente y que cuenta con una categoría de invasividad de Muy Alto Riesgo, es el Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*), un gasterópodo de agua dulce sudamericano, el cual se encuentra en la Lista de las 100 Peores Especies Exóticas Invasoras del Mundo. Por este motivo, se propone realizar una prospección del estado de invasión de *P. canaliculata* en Baja California, esta línea base será un antecedente para proponer estrategias de manejo. Para esto se realizó una revisión bibliográfica sobre la especie, se determinaron los atributos de riesgo de invasión para Baja California, se revisaron registros sobre la especie en el estado en iNaturalista y se realizaron visitas a sitios potenciales de distribución y dispersión. Se puede destacar que *P. canaliculata* cuenta con plasticidad fenotípica y ecológica, que le permite adaptarse y establecerse en climas y regiones donde se esperaría que no estuviera presente. Por su parte, se pudo determinar que Baja California cuenta con características que aumentan el riesgo de establecimiento y dispersión de la especie en el estado, como la presencia de *P. canaliculata* en el Río Colorado. A partir de los en iNaturalista, se identificó que la especie se encuentra establecida en Mexicali y en proceso de dispersión dentro del estado; y a partir de la visita a sitio, se identificó una población establecida en un estanque artificial en San Antonio Necua, Ensenada. Además, con los registros encontrados en la plataforma y las prospecciones realizadas en sitios potenciales, se pudieron hipotetizar distintas vías de introducción y dispersión de la especie, acorde a lo planteado por diversos autores y comunicación personal con habitantes de los sitios visitados. De esta manera, este trabajo complementa lo publicado por la CONABIO y aporta información sobre el estado actual de invasión de *P. canaliculata* en Baja California. Con este trabajo se aporta información para que los tomadores de decisiones puedan implementar medidas de acción adecuadas, para disminuir impactos y evitar una mayor dispersión e invasión de esta especie en el territorio mexicano.

Palabras clave: Invasión biológica, Especie exótica invasora, iNaturalista, Caracol dulceacuícola, Caracol manzano acanalado.

ÍNDICE

RESUMEN.....	IV
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABLAS.....	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO DE REFERENCIA	3
2.1. Marco Conceptual Invasiones Biológicas.....	4
2.2. Marco de Gestión de Especies Exóticas Invasoras en México	6
2.3. Antecedentes.....	9
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
4. JUSTIFICACIÓN.....	12
4.1. Pregunta de Investigación.....	13
4.2. Hipótesis	13
5. OBJETIVOS	14
5.1. Objetivo General.....	14
5.2. Objetivos Específicos	14
6. MATERIALES Y MÉTODOS	15
6.1. Área de Estudio.....	15
6.2. Revisión Documental.....	16
6.3. Revisión de la Plataforma iNaturalistaMX.....	16
6.4. Prospección de Sitios Potenciales.....	18
7. RESULTADOS.....	19
7.1. Caracol Manzano (<i>Pomacea canaliculata</i>) (Mollusca: Gastropoda): Especie Objeto de Estudio	19
7.1.1. Descripción de la Especie.....	19
7.1.2. Biología de la Especie	20
7.1.3. Hábitat y Área de Distribución Geográfica.....	22
7.1.4. Aprovechamiento de la Especie	24
7.1.5. <i>P. canaliculata</i> como Especie Exótica Invasora	24
7.2. Elementos de Riesgo de Invasión de <i>P. canaliculata</i> y Sitios Vulnerables en Baja California.....	26
7.3. Proyecto iNaturalistaMX: Caracol Manzano (<i>Pomacea canaliculata</i>) en México	30
7.4. Prospección de Sitios Potenciales en Baja California.....	34

8.	DISCUSIÓN	39
9.	CONCLUSIONES	43
10.	RECOMENDACIONES	44
11.	REFERENCIAS	45
12.	ANEXOS	55
12.1.	Informe Técnico de Confirmación de Presencia del Caracol Manzano (<i>Pomacea canaliculata</i>), en Baja California.	55
12.2.	Divulgación: ¡Se Busca Caracol Manzano!	59

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Esquema de las fases de una invasión biológica y sus estados de invasión (modificado a partir de Capdevila-Argüelles *et al.* 2011, López Rosas *et al.* 2019, CONABIO 2023)..... 5
- Figura 2.** Clasificación de climas de Köppen-Geiger para México (Beck *et al.* 2023)..... 15
- Figura 3.** Diferencia de coloración y tamaño entre las puestas de huevos de cuatro especies del género *Pomacea*. A. *P. canaliculata*; B. *P. maculata*; C. *P. diffusa*; D. *P. scalaris*. (modificado de Cowie *et al.* 2017). 18
- Figura 4.** *Pomacea canaliculata* (Fuente: H. Zell - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12847429>)..... 20
- Figura 5.** Hembra de *Pomacea canaliculata* depositando huevos y huevos en proceso de eclosión (iNat 265934603 PH 方伊琳(阿鈣) licencia CC BY-NC). 21
- Figura 6.** Distribución natural de *P. canaliculata*, señalada en con bordes rojos, línea sólida representa distribución natural de la especie, y línea punteada distribución inferida a partir de registros publicados y similitud de hábitats (modificado a partir de Hayes *et al.* 2012 y en relación con la clasificación de climas de Köppen-Geiger de Beck *et al.* 2023)..... 23
- Figura 7.** Mapa de distribución donde se ha registrado que se encuentra *P. canaliculata* (Fuente: EPPO Global Database, <https://gd.eppo.int/taxon/POMACA/datasheet>)..... 25
- Figura 8.** Distribución de *P. canaliculata* en el mundo a partir de registros analizados por Yang *et al.* 2023 y relacionándolos con el mapa de climas de Köppen-Geiger (Beck *et al.* 2023)..... 27
- Figura 9.** Bodegas del Valle de Guadalupe que presentan estanques artificiales en su arquitectura paisajística. PH TripAdvisor. (<https://liderlife.liderempresarial.com/5-vinícolas-a-visitar-en-las-fiestas-de-la-vendimia-en-valle-de-guadalupe/>)..... 29
- Figura 10.** Proyecto iNaturalistaMX: “Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*) en México”, registros realizados para México y para el estado de Baja California..... 30
- Figura 11.** Observación de *Pomacea* y *P. canaliculata* en Baja California. Numeración según fecha de registro en la plataforma iNaturalista (ver Tabla 2) (Elaboración propia). 32
- Figura 12.** Fotografías de las observaciones de iNaturalista realizadas para *Pomacea* y *P. canaliculata* en Baja California. Licencia CC BY-NC 4.0 A. iNat 25981718 PH Yuliana Dimas; B. iNat 36182173 PH Xochitl Zambrano (CC BY 4.0); C. iNat 145146061 y 145147908 PH lucasromero; D. iNat 184823098 PH Paul Norwood; E. iNat 266324224 PH Ricardo Rivera Mandujano; F. iNat 268165995 PH ffalcon; G. iNat 268166054 PH ffalcon; H. iNat 287430787 PH Isaac; I. iNat 291931971 PH Camila Guillén. 33
- Figura 13.** Evidencias de la presencia de *P. canaliculata* en Ensenada, Baja California. A. estanque artificial con vegetación seca; B. monitoreo en estanque artificial seco; C. concha de caracol manzano;

D. masa de huevos eclosionados sobre la vegetación seca; E. huevos eclosionados con restos de pigmentación rosada. PH Anny Peralta García. 37

Figura 14. Evidencia de presencia y permanencia de *P. canaliculata* en Ensenada, Baja California. A. monitoreo en estanque artificial con agua; B. masa de huevos sobre la vegetación y dos caracoles vivos bajo el agua; C. masa de huevos sobre una roca; D. masa de huevos sobre la vegetación, debajo del agua. PH Bernardino Ricardo Eaton González y Camila Guillén. 38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Leyes Generales y Federales que regulan la problemática de las especies exóticas invasoras en México (Elaboración propia).....	7
Tabla 2. Observaciones de <i>Pomacea canaliculata</i> en Baja California, México, registradas en la plataforma iNaturalistaMX (última revisión 08-07-2025) (Elaboración propia).	31
Tabla 3. Prospección de sitios potenciales en Baja California de tener presencia de <i>P. canaliculata</i> (Elaboración propia).....	35

1. INTRODUCCIÓN

Desde que el ser humano comenzó a migrar, ha transportado e introducido (de manera accidental o intencionada) especies a nuevos sitios donde antes no se encontraban, dando así inicio a las invasiones biológicas. Esta introducción de especies exóticas es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en el mundo, además de que pueden impactar negativamente en la economía y salud pública de una región o país (Lowe *et al.* 2000; CONABIO 2023). Es importante destacar que no todas las especies exóticas introducidas en nuevos ecosistemas van a poder establecerse, prosperar, dispersarse y/o ocasionar impactos; sin embargo, hay especies que cuentan con características que les permiten sobrevivir y desarrollarse adecuadamente en los nuevos ambientes donde son introducidas, convirtiéndose de esta manera en especies exóticas invasoras (EEI) (Capdevila-Argüelles *et al.* 2011; CONABIO 2023; Roy *et al.* 2024).

Durante mucho tiempo, no se les dio la suficiente importancia a las invasiones biológicas como problemática (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010). Y es a partir de 1992 en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil, donde tomaron relevancia a partir de la firma del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), en el cual se trató por primera vez este tema y se identificaron sus principales impactos (Secretaría del CDB 1992).

Como parte de los compromisos adquiridos por los países firmantes del convenio, se desarrollaron diversos esfuerzos nacionales e internacionales para hacer frente a las invasiones biológicas. Entre ellos, en el año 2000 el Grupo de Especialistas sobre Especies Invasoras de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) publicó la Lista de las 100 Peores Especies Exóticas Invasoras del Mundo, con el fin de dar a conocer y sensibilizar a la población sobre las EEI que se consideran de mayor relevancia y sus impactos en los lugares donde se encuentran (Lowe *et al.* 2000; Global Invasive Species Database 2025).

Por su parte, México como uno de los países firmantes del CDB, a partir del 2010 publicó e implementó su Estrategia Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010). Durante el periodo de 2012-2019, implementó el proyecto GEF-Invasoras en el cual se actualizaron y llevaron a cabo programas y protocolos

de gestión de especies invasoras (CONABIO 2023). En 2017, la SEMARNAT publicó la Lista de Especies Exóticas para México, incluyendo un total de 348 especies exóticas invasoras (DOF 2016; CONABIO 2023).

Los esfuerzos internacionales y nacionales realizados para combatir la problemática de las invasiones biológicas han dado buenos resultados con algunas especies exóticas invasoras en algunos sitios particulares, como por ejemplo el control y erradicación de mamíferos exóticos en islas del Pacífico mexicano (Aguirre-Muñoz *et al.* 2011). A pesar de las acciones realizadas en México en los últimos 15 años, no todas las especies invasoras que se encuentran en la lista de la UICN, y que se tiene conocimiento que se distribuyen en México, se encuentran incluidas en la lista de especies exóticas de SEMARNAT, ni se está implementando ningún protocolo para su monitoreo o control (Ramírez-Albores y Badano 2021).

Uno de los ejemplos de lo anteriormente mencionado es el caso del Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*), éste gasterópodo dulceacuícola sudamericano, ha sido reportado como EEI en varios países del mundo, principalmente en el sudeste asiático (como Filipinas, Taiwán y Japón), se tiene conocimiento de su introducción y comercialización en esta región desde el año 1980 (Mochida 1991; Hayes *et al.* 2008; Joshi *et al.* 2017). El caracol manzano es uno de los cuatro moluscos incluidos en la Lista de las 100 Peores Especies Exóticas Invasoras del Mundo, por sus impactos en la agroeconomía, salud pública y biodiversidad (Lowe *et al.* 2000; Global Invasive Species Database 2025).

En México, *P. canaliculata* fue registrado por primera vez en 2009 en Mexicali, Baja California (Campos *et al.* 2013), y en 2017 fue catalogada como especie exótica presente en el país, con un Muy Alto Riesgo de invasividad por la CONABIO (CONABIO 2017). Sin embargo, no se encuentra en el listado de invertebrados moluscos invasores publicado por SEMARNAT (última actualización 06 de marzo de 2017) (DOF 2016; CONABIO 2023).

Teniendo en cuenta la información que hay sobre *P. canaliculata* como molusco invasor, los antecedentes de sus impactos en los sitios donde no es nativo, y que en México se encuentra reportada su presencia, es indispensable contar con información sobre el estado actual de su distribución en el país, que permita a los tomadores de decisiones identificar qué medidas de gestión serán necesarias aplicar.

2. MARCO DE REFERENCIA

Las invasiones biológicas actualmente son reconocidas a nivel internacional como una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en el mundo, además de poder generar otros tipos de impactos, como pérdidas económicas, afectaciones a la salud humana, modificaciones en los ecosistemas, entre otros (Lowe *et al.* 2000; CONABIO 2023; Roy *et al.* 2024). Para tratar esta problemática, a nivel internacional se han planteado tratados, convenios y otros instrumentos, que tienen en cuenta y destacan la necesidad de actuar contra las invasiones biológicas.

Entre estos instrumentos internacionales se pueden destacar:

- Convenio de Diversidad Biológica (CDB): acuerdo negociado en la Cumbre de Río de Janeiro en 1992, donde se trata por primera vez problemática y la identifica como la segunda causa de pérdida de biodiversidad en el mundo (Secretaría del CDB 1992).
- Marco Mundial de la Biodiversidad (MMB) de Kunming-Montreal: adoptado durante la Decimoquinta Conferencia de las Partes (COP 15) en 2022, el cual en su Meta 6 trata el objetivo de reducir las invasiones biológicas y/o mitigar sus impactos (Secretaría del CDB 2022).
- Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS): como parte de la estrategia de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable, en su Meta 15.8 se propone el objetivo de tomar medidas de prevención y reducción de las especies invasoras. (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>) (Organización de las Naciones Unidas 2015).

A partir de estos tratados internacionales, se formaron grupos de trabajo internacionales, con el propósito de poder lograr los objetivos planteados, entre los que se pueden nombrar: Grupo de Especialistas sobre Especies Invasoras (ISSG, por sus siglas en inglés) (UICN 2023), Red Norteamericana de Especies Invasoras (formada por profesionales de Canadá, Estados Unidos y México) (NAISN 2018), y la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad (IPBES) (IPES 2023). Sumado a estos esfuerzos, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), estimuló y financió el desarrollo de programas y estrategias contra especies invasoras en diversos países (CONABIO 2023).

México ha sido parte y firmante de todos los convenios y tratados internacionales previamente nombrados. En el marco de estos convenios, en 2008 se formó el primer Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras de México, quien en 2010 publicó la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010). Durante el periodo del 2012-2019, como parte la implementación de las estrategias a nivel nacional, se llevó a cabo el Proyecto GEF-Invasoras (CONABIO 2023). Sumado a estos esfuerzos, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó en 2016 la Lista de Especies Exóticas para México (DOF 2016; SEMARNAT 2017). Actualmente, y en alineación con el CDB y el MMB de Kunming-Montreal, México cuenta con su Estrategia Nacional sobre Biodiversidad (ENBioMex) con plan de acción a 2030, en donde la línea de acción 4.3 es sobre especies invasoras (CONABIO 2016).

El presente trabajo es una contribución a los esfuerzos nacionales e internacionales para la disminución y/o erradicación de las invasiones biológicas y sus impactos, y aporta información sobre el estado de invasión de una especie exótica presente en México.

2.1. Marco Conceptual Invasiones Biológicas

Las invasiones biológicas son un fenómeno complejo, que puede ocasionar impactos en los ámbitos social, económico y ambiental, entre otros. Se entiende por invasión biológica al proceso de introducción (intencionado o no), establecimiento y dispersión de organismos fuera de su distribución natural (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010; CONABIO 2023; Roy *et al.* 2024). Para comprender mejor esta problemática, es necesario definir los tipos de especies que intervienen en este proceso (UICN 2000; CONABIO 2023; Roy *et al.* 2024):

- Especie Nativa: aquella que se encuentra en su área de distribución natural y/o potencial.
- Especie Exótica: aquella que se encuentra fuera de su área de distribución natural y/o potencial, esta nueva distribución es consecuencia de la acción directa o indirecta del humano.

- **Especie Exótica Invasora:** aquella que, encontrándose fuera de su distribución natural, es un agente de cambio y amenaza en contra de la biodiversidad nativa en el nuevo sitio en el que se distribuye.

Es importante destacar que no todas las especies exóticas se convertirán en invasoras. Las condiciones ambientales del sitio en donde han sido introducidas las especies exóticas y su capacidad de establecimiento, permitirán o no que una especie exótica llegue a convertirse en invasora (Capdevila-Argüelles *et al.* 2011; CONABIO 2023; Roy *et al.* 2024). En este contexto, una invasión biológica se caracteriza por presentar fases y estados de invasión que describen su progresión (Fig. 1). Las fases de invasión son las etapas que componen el proceso de una invasión biológica, desde la introducción hasta la posible invasión (CONABIO 2023); mientras que el estado de invasión se refiere a la situación específica en la que se encuentra la especie exótica dentro de dicho proceso (Colautti y MacIsaac 2004; Capdevila-Argüelles *et al.* 2011).

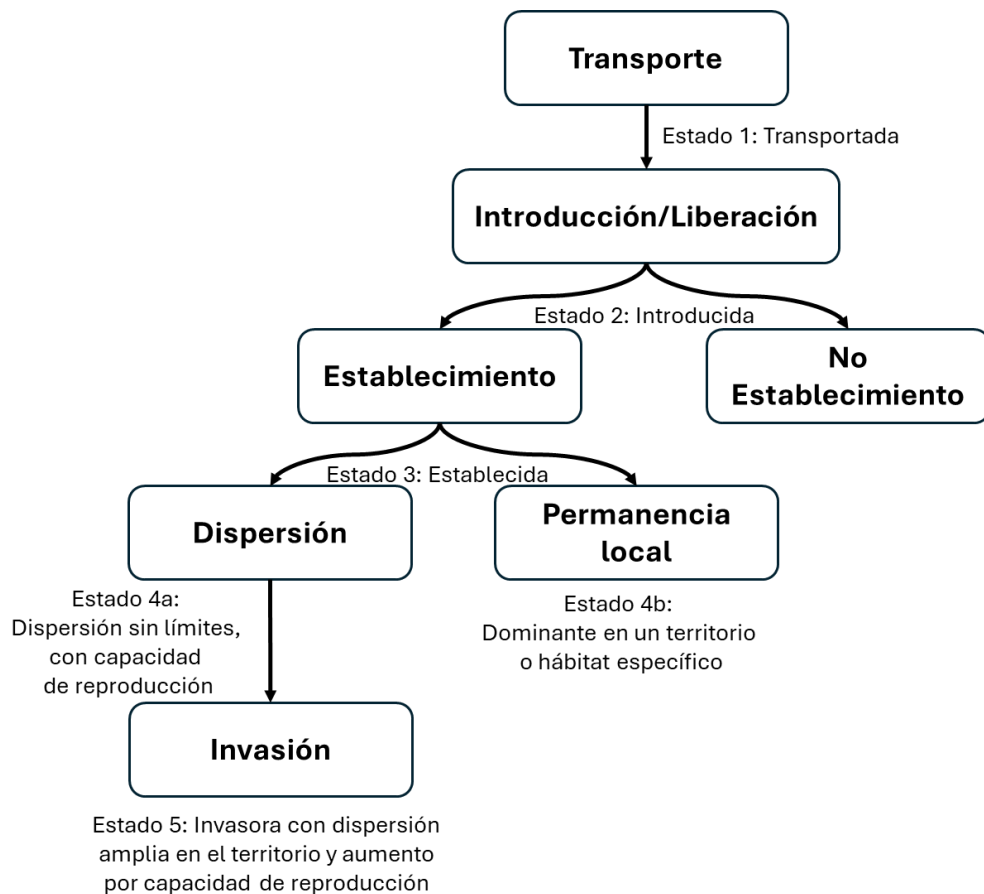


Figura 1. Esquema de las fases de una invasión biológica y sus estados de invasión (modificado a partir de Capdevila-Argüelles *et al.* 2011, López Rosas *et al.* 2019, CONABIO 2023).

Conocer en qué fase y estado de invasión se encuentra una especie exótica en un país es indispensable para los tomadores de decisiones. Teniendo en cuenta la etapa en la que se encuentre, se podrán tomar distintas medidas de manejo y gestión de dicha invasión, desde la prevención (si la especie aún no se encuentra en el territorio nacional), detección temprana y respuesta rápida o control (cuando la especie exótica ha sido introducida, pero aún no se encuentra establecida), mitigación y erradicación (cuando la especie exótica es considerada invasora) (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010; CONABIO 2023). Toda acción de manejo implica un costo económico para un país, pero la de menor costo es la prevención, al evitar que una especie exótica ingrese al territorio, no solo se evitan sus impactos negativos en el sitio, sino que también se evitan los gastos en restauración y compensación a dichos impactos (Parpal Servole *et al.* 2017). Sin embargo, no siempre se puede actuar en la prevención, y una vez que la especie exótica ya se encuentra en un país es necesario tomar medidas de manejo rápidas y eficientes, que permita que la especie no se pueda establecer ni dispersar, lo que disminuye sus impactos negativos en el socioecosistema (CONABIO 2023).

2.2. Marco de Gestión de Especies Exóticas Invasoras en México

A partir del CDB y los esfuerzos internacionales de trabajar la problemática de las invasiones biológicas, los países participantes de este convenio y como parte de sus compromisos comenzaron a reforzar sus legislaciones y mecanismos de acción para prevenir y/o mitigar los impactos de las especies exóticas invasoras. Uno de estos países fue México, que a partir del 2010 introdujo reformas en sus leyes generales (Tabla 1), incluyendo el concepto de “especie exótica invasora” y artículos para regular su introducción en el país y prohibir su liberación en ecosistemas mexicanos (DOF 2010). En estas leyes federales y generales también se incluyen las atribuciones a las instituciones que cuentan con capacidades para hacer frente a esta problemática (CONABIO 2023).

Tabla 1. Leyes Generales y Federales que regulan la problemática de las especies exóticas invasoras en México (Elaboración propia).

Ley General o Federal mexicanas	Año en que se incluyó reforma	Reforma relacionada con Especies Exóticas Invasoras
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	2010	Art. 80-IV introducción del concepto; regulación de su manejo; prohibición a la liberación al ambiente.
	2013	Art. 46 prohibición de introducción de EEI en Áreas Naturales Protegidas (ANPs).
Ley General de Vida Silvestre (LGVS)	2010	Art. 27 Bis y 27 Bis 1 prohibición de la liberación de EEI al ambiente y regulación de importación de EEI que amenazan la biodiversidad, la salud pública o la economía.
Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable (LGPAS)	2014	Art. 17-IV prioriza el cultivo de especies nativas sobre las exóticas.
	2023-2024	Art. 29-IX se refuerza el papel del Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable (IMIPAS) para evaluar la introducción de plagas y enfermedades.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	2018	Incluye como obligación de la Secretaría el expedir una lista de especies forestales exóticas invasoras en materia forestal.

En México se cuentan con leyes y normas complementarias que abordan esta problemática de manera indirecta, como por ejemplo: Ley General de Salud, Ley Federal de Sanidad Vegetal, Ley Federal de Sanidad Animal, Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Ley de Desarrollo Rural Sustentable, Ley de Protección al Comercio en Normas Sanitarias y Fitosanitarias. Estas leyes no siempre mencionan explícitamente a las EEI, pero establecen instrumentos que permiten su regulación, control o prevención.

Como parte de los esfuerzos realizados por México para enfrentar la problemática de las invasiones biológicas, en 2010 se publicó la Estrategia Nacional sobre Especies Exóticas

Invasoras (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010), en el cual se plantean las acciones de prevención, control y erradicación de EEI. Adicionalmente y como parte de la implementación de esta estrategia nacional, en México se realizó el proyecto GEF-Invasoras en el periodo 2012-2019, en el cual se plantean y actualizan herramientas de acción que permiten a los tomadores de decisiones poder actuar según la fase en la que se encuentre la invasión biológica (CONABIO 2023); entre las que se pueden destacar:

- Análisis de Riesgo para especies exóticas invasoras y el Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI)
- Evaluación y análisis de costo beneficio para especies exóticas invasoras
- Protocolos de Detección Rápidas y Respuesta Temprana
- Diagnóstico de la problemática en ANPs
- Planes de Monitoreo, Manejo y Control
- Protocolos de Erradicación de especies exóticas invasoras

En paralelo con estos esfuerzos, y de acuerdo con las atribuciones que plantean las leyes generales, y según los compromisos adquiridos en el CDB y el contenido de la estrategia nacional, SEMARNAT publicó en 2016 la Lista de Especies Exóticas para México (DOF 2016; SEMARNAT 2017); según la LGVS esta lista debe ser revisada y actualizada cada 3 años (DOF 2000). Así mismo, la CONABIO desarrolló en el 2008 el Sistema de Información sobre Especies Exóticas Invasoras, el cual actualmente se encuentra como Información sobre Especies Invasoras en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (CONABIO 2023 <https://biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras>), donde se puede encontrar disponible toda la información relacionada con las especies exóticas invasoras y las acciones que ha realizado México para enfrentar esta problemática; también en 2008 se sumó al Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, en la plataforma EncicloVida, la lista de especies exóticas y exóticas invasoras para México (<https://enciclovida.mx/exoticas-invasoras>).

La gestión de las EEI es competencia federal; sin embargo, los estados y municipios pueden cooperar en las acciones para hacer frente a esta problemática. En este sentido, Baja California cuenta con esfuerzos locales como: el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI), quienes han trabajado en la erradicación de mamíferos invasores en islas del

Pacífico mexicano (Aguirre-Muñoz *et al.* 2011); y la organización Conservación de Fauna del Noroeste (FAUNO), quienes cuentan con un programa de control y erradicación de rana toro (anfibio invasor) en la región mediterránea (<https://www.fauadelnoroeste.org/ranatoro>).

2.3. Antecedentes

Las invasiones biológicas son la causa de afectaciones ecológicas, socioeconómicas, entre otras. Estas provocan modificaciones en los ecosistemas, compiten y/o se alimentan de especies nativas, alterando cadenas tróficas, pueden generar pérdidas agroeconómicas, culturales, así como afectar directamente a la salud pública de un sitio (Lowe *et al.* 2000; CONABIO 2023; Roy *et al.* 2024). Esta problemática ha sido ignorada por mucho tiempo (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010). En el año 2000 el Grupo de Especialistas sobre Especies Invasoras (ISSG por sus siglas en inglés), de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN, desarrolló la “Lista de las 100 Peores Especies Exóticas Invasoras del Mundo”, donde se detallan especies de microorganismos, animales y plantas, sus características principales, su distribución nativa e invasora, sus impactos, y opciones de manejo en las regiones donde se encuentran invadiendo (Lowe *et al.* 2000; Global Invasive Species Database 2025). La creación y publicación de esta lista se realizó con la intención de generar información sobre la complejidad y las consecuencias de las EEI (Lowe *et al.* 2000).

A partir del 2010, varios países de América Latina desarrollaron y crearon estrategias, comités y proyectos con relación a la problemática de las invasiones biológicas. Entre esos países se encuentra México, que en 2008 tuvo la primera reunión del Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, y en 2010 publicó el libro “Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México: Prevención, Control y Erradicación” coordinado por la CONABIO, CONANP y SEMARNAT (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010). Además, siendo México miembro del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), llevó a cabo el proyecto: GEF-5 (2012-2019) Proyecto GEF Invasoras:

"Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI" (CONABIO 2023).

A partir del Proyecto GEF-Invasoras, México ha desarrollado diversos protocolos de prevención, de detección temprana y respuesta rápida, de control y manejo, de erradicación, evaluaciones de riesgos de invasividad, análisis de costo beneficio, entre otras herramientas para abordar la problemática de las EEI en el país (CONABIO 2023). Con estas herramientas se pudo estimar que México cuenta con más de 1700 especies exóticas presentes, de las cuales unas 500 se clasifican como invasoras, a partir de los análisis de riesgo de invasividad realizados (CONABIO 2023).

Por su parte, la SEMARNAT a partir del Acuerdo por el que se determina la Lista de Especies Exóticas para México, enlistó 348 especies exóticas invasoras (DOF 2016; SEMARNAT 2017; CONABIO 2023). Sin embargo, a partir de una reciente revisión bibliográfica, fue posible detectar que estas cifras están subestimadas, ya que según los datos bibliográficos, México contaría con más de 2660 especies exóticas, de las cuales 962 se clasificarían como exóticas invasoras (Ramírez-Albores y Badano 2021). Por este motivo, es indispensable reforzar la información sobre aquellas especies exóticas que se encuentran presentes en el país, que internacionalmente son reconocidas como invasoras, pero de las cuales no se cuenta con información sobre su distribución actual en el territorio nacional ni sobre sus posibles impactos al ambiente, la sociedad y la economía.

En el caso particular de Baja California, el estado cuenta con algunos proyectos de control y erradicación de especies invasoras, desarrollados e implementados principalmente por asociaciones civiles como GECI y FAUNO, además de estudios de distribución y distribución potencial de EEI realizados por investigadores de estas asociaciones y de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) (por ejemplo: Palma-Ordaz y Delgadillo-Rodríguez 2014; Peralta-García *et al.* 2023). GECI ha trabajado en el control y erradicación de mamíferos invasores en islas del Pacífico mexicano, como ratones, gatos y cabras, permitiendo una recuperación de la biodiversidad de islas como Isla Guadalupe, San Benito Oeste, Asunción y San Roque (Aguirre-Muñoz *et al.* 2011). Por su parte, la organización FAUNO cuenta con el programa activo de control de rana toro en la región mediterránea (<https://www.fauadelnoroeste.org/ranatoro>), y estudios sobre esta especie de anfibio invasor

(Ortíz-Serrato *et al.* 2013; Navarro-Tiznado *et al.* 2024a,b), y una actualización de distribución de especies exóticas de agua dulce donde se incluyen especies de moluscos, crustáceos, peces, anfibios y reptiles (Peralta-García *et al.* 2023).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las especies exóticas invasoras y las invasiones biológicas provocadas por estas especies son una problemática a nivel mundial, y una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, con impactos también en lo económico y la salud pública de muchos países (Secretaría del CDB 1992; Lowe *et al.* 2000; CONABIO 2023 Roy *et al.* 2024). Se han realizado esfuerzos internacionales para enfrentar esta problemática a partir del CDB, la formación del ISSG (UICN 2023) y la publicación de la Lista de las 100 Peores Especies Exóticas Invasoras del Mundo (Lowe *et al.* 2000). Por su parte, México ha implementado su Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010), además de protocolos y programas de gestión para diversas especies exóticas que se encuentran en territorio mexicano (CONABIO 2023). Sin embargo, estos esfuerzos se realizaron principalmente en el periodo de 2010-2019, por lo que no hay actualizaciones ni estudios sobre este problema.

4. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con SEMARNAT (2017), México cuenta con unas 1700 especies exóticas presentes, de las cuales unas 348 se encuentran en la “Lista de Especies Exóticas para México”. Dicha lista no ha sido actualizada desde el 2017, por lo que se considera que el número de especies exóticas presentes y exóticas invasoras en el país puede ser mayor. Según la revisión sistemática realizada por Ramírez-Albores y Badano (2021), México contaría con unas 2664 especies exóticas presentes, de las cuales unas 962 serían invasoras. De esta manera, hay especies exóticas que internacionalmente son consideradas de alto riesgo de invasividad, las cuales México solo las registra como exóticas presentes y no cuenta con estudios sobre sus impactos en el país.

Un ejemplo es el Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*): especie de molusco sudamericano, que se encuentra en la Lista de 100 Peores Especies Exóticas Invasoras del Mundo (Lowe *et al.* 2000; Global Invasive Species Database 2025), la cual se registró en México desde el 2009 (Mexicali, Baja California) (Campos *et al.* 2013), y que CONABIO

en 2016 incluyó en el Análisis de Riesgo de Invasividad para la especie, dando como resultado que la especie se debe considerar con un Muy Alto Riesgo (CONABIO 2017). Sin embargo, no se encuentra en la Lista de Especies Exóticas para México (DOF 2016; SEMARNAT 2017), y no se cuenta con registros oficiales de distribución actual de esta especie exótica y sus posibles impactos. Por estos motivos, es necesario conocer el estado actual de invasión de la especie en Baja California, y de esta manera sugerir medidas que será necesario implementar para mitigar los posibles impactos y reducir la invasión de esta especie en el país.

4.1. Pregunta de Investigación

¿Cuál es el estado actual de invasión del Caracol Manzano *Pomacea canaliculata* en el estado de Baja California?

4.2. Hipótesis

El Caracol Manzano *Pomacea canaliculata* se encuentra en estado de especie establecida en Mexicali, municipio donde se realizó su primer registro, y en estado de especie en dispersión en Baja California, dado que se ha registrado al menos en una localidad más, dentro del estado.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Analizar el estado de invasión del Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*) en Baja California, con el fin de identificar los posibles impactos negativos, desarrollar una línea base de información y proponer recomendaciones para su manejo y mitigación de sus impactos.

5.2. Objetivos Específicos

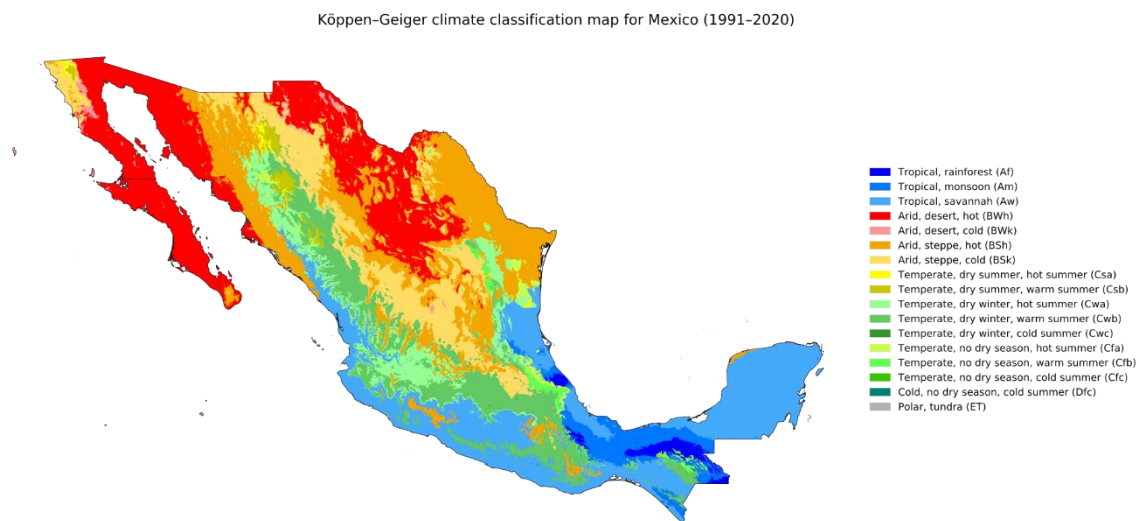
1. Realizar una revisión documental de la biología, ecología e impactos de *Pomacea canaliculata*, para definir elementos de riesgo de invasión de la especie para el estado de Baja California.
2. Analizar los registros publicados en la plataforma iNaturalistaMX para el Género *Pomacea*, principalmente en el estado de Baja California, con el fin de identificar sitios potenciales de dispersión de *P. canaliculata* en el estado.
3. Identificar atributos de los sitios potenciales de dispersión, con el fin de prospectar los sitios potenciales de dispersión para determinar presencia/ausencia de *P. canaliculata* en Baja California.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Área de Estudio

Baja California es un estado ubicado en el noroeste mexicano (INEGI 2001), limita al norte con California (Estado Unidos), al este con Sonora y el Golfo de California, al oeste con el Océano Pacífico, y al sur con Baja California Sur (INEGI 2001; PO 2020). Cuenta con una superficie de 71,546 km², se divide en siete municipios, con su capital en Mexicali (INEGI 2001; PO 2020).

El clima predominante en Baja California es árido-desértico-cálido (BWh – Árido cálido), además se presenta el árido-estepa-cálido (BSh – Semiárido cálido) y el templado-veranos secos-veranos cálidos (Csa – Mediterráneo típico), y en menor proporción el árido-desértico-frío (BWk – Desértico frío) y el templado-veranos secos-veranos cálidos (Csb – Mediterráneo con veranos suave), según la clasificación de climas de Köppen-Geiger (Beck *et al.* 2023) (Fig. 2).



Source: Beck *et al.* (2023): High-resolution (1 km) Köppen-Geiger maps for 1901-2099 based on constrained CMIP6 projections, Scientific Data 10:724, doi:10.1038/s41597-023-02549-6.

Figura 2. Clasificación de climas de Köppen-Geiger para México (Beck *et al.* 2023).

Con respecto a su hidrología, Baja California cuenta con cinco Regiones Hidrológicas, donde los cauces suelen ser de flujo estacional, aunque cuatro corrientes de agua destacan por sus cauces permanentes: Río Colorado, Río Tijuana, Río Hardy y Río Guadalupe (INEGI 2001). Esta región posee presas como: Abelardo L. Rodríguez, Emilio López Zamora y El Carrizo,

y la Región Hidrológica 7-Río Colorado contiene el Distrito de Riego 014 “Río Colorado” (INEGI 2001; CONAGUA 2024).

Baja California es un estado de escasas precipitaciones pluviales, por este motivo sus actividades agrícolas se desarrollan por riego con abastecimiento por el Distrito de Riego 014 o a través de pozos profundos en los acuíferos de la región (INEGI 2013). De esta manera, Baja California produce principalmente: uva para vino, hortalizas (como tomate, fresa, cilantro), cereales (como trigo y cebada) y forrajes (INEGI 2013).

6.2. Revisión Documental

Se realizó una revisión bibliográfica sobre las EEI, con enfoque en el gasterópodo dulceacuícola *Pomacea canaliculata*. Como resultado de la revisión, se creó una base de información que permite identificar elementos para determinar el estado de invasión de la especie y los riesgos de invasión para el estado de Baja California.

Se utilizaron los buscadores bibliográficos de Scopus, Web of Science, Elsevier, Springer Journals, EBSCO, y la red social académica ResearchGate; las búsquedas se realizaron utilizando las siguientes palabras clave: biodiversity, biology, alien species, invasive alien species, exotic species, invasive exotic species, conservation, *Pomacea*, *Pomacea canaliculata*, apple snail, golden apple snail, channel apple snail.

Adicionalmente, la información obtenida de la revisión documental permitió identificar los atributos para determinar los sitios vulnerables a dispersión de *Pomacea canaliculata* para el estado de Baja California.

6.3. Revisión de la Plataforma iNaturalistaMX

Se realizó una revisión de la página web iNaturalista México (<https://mexico.inaturalist.org>). En esta plataforma de ciencia ciudadana, público general e investigadores publican observaciones de especies, con fotografía, referencia en mapa del sitio donde se realizó la

observación y fecha de la observación. A partir de estos registros, se pueden identificar sitios potenciales, donde se podría encontrar al caracol manzano *P. canaliculata* en México. Se consultó la información publicada en iNaturalista, que es utilizada por la CONABIO para alimentar su plataforma de EncicloVida (<https://enciclovida.mx/>), en la cual se encuentra recopilada y disponible información sobre especies exóticas y exóticas invasoras en México, con acceso directo al portal de la CONABIO sobre Especies Exóticas Invasoras (<https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras>).

Teniendo en cuenta que iNaturalista cuenta con registros informales, es necesario tener precaución a la hora de considerar los registros de la especie objetivo, y no realizar búsquedas únicamente de *P. canaliculata*, ya que pueden existir identificaciones incompletas (hasta nivel de género) o erróneas (de especies del mismo género nativas o exóticas, que poseen similitudes conquiológicas, Cowie 2002; Hayes *et al.* 2015). Sin embargo, se debe considerar que en esta plataforma, los registros están clasificados por su calidad y grado, desde registros sin validación, hasta los que son reconocidos y validados por expertos en grupos y especies. Considerando lo anterior, se generó un proyecto en la plataforma iNaturalistaMX, donde se recopilaron los registros de observaciones del género *Pomacea* realizados en México. Se tuvieron en consideración aquellos registros que pueden ser Verificables, con Grado de Investigación y/o con fotografía de puestas de huevos, éste último criterio se tuvo en cuenta ya que una de las principales formas de diferenciar e identificar entre las especies del género *Pomacea* es por la coloración, número y tamaño de las puestas de huevos (Hayes *et al.* 2012; Cowie *et al.* 2017) (Fig. 3).

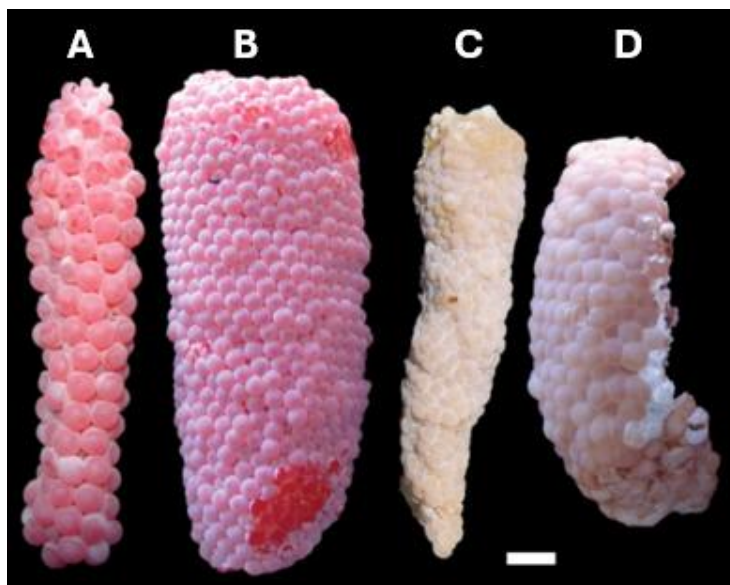


Figura 3. Diferencia de coloración y tamaño entre las puestas de huevos de cuatro especies del género *Pomacea*. A. *P. canaliculata*; B. *P. maculata*; C. *P. diffusa*; D. *P. scalaris*. (modificado de Cowie *et al.* 2017).

6.4. Prospección de Sitios Potenciales

Teniendo en cuenta la descripción de atributos de sitios potenciales de dispersión y las observaciones registradas en iNaturalista de *P. canaliculata* en el Estado de Baja California, se determinaron sitios donde se realizaron muestreos de prospección, para identificar si *P. canaliculata* se ha dispersado por el Estado. Se hicieron visitas a los sitios potenciales, en donde se georreferenció cada sitio y se identificó presencia/ausencia de la especie. En aquellos sitios donde se encontraron evidencias de la especie, se determinaron posibles vías de ingreso de la especie exótica.

7. RESULTADOS

7.1. Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*) (Mollusca: Gastropoda): Especie Objeto de Estudio

Taxonomía aceptada para la especie *P. canaliculata* (MolluscaBase 2021)

Reino: Animalia

Filo: Mollusca

Clase: Gastropoda (Cuvier 1795)

Subclase: Caenogastropoda (Cox 1960)

Orden: Architaenioglossa (Haller 1890)

Superfamilia: Ampullarioidea (Gray 1824)

Familia: Ampullariidae (Gray 1824)

Subfamilia: Pomaceinae (Starobogatov 1983)

Género: *Pomacea* (Perry 1810)

Especie: *Pomacea canaliculata* (Lamarck 1822)

7.1.1. Descripción de la Especie

P. canaliculata presenta una concha globosa, delgada, y lisa, con coloración amarillo-marrón a marrón verdoso o castaño oscuro que puede variar desde el marrón oscuro al beige, con bandas espirales de color rojizo a marrón oscuro, mismas que no siempre se encuentran presentes y que pueden variar en grosor y número (Fig. 4). Los adultos tienen una longitud de ~35–60 mm; la altura de la espiral es generalmente baja; la abertura es generalmente en forma de ovoide a riñón; el interior del labio paleal de la concha no es pigmentado; el ombligo es una abertura amplia y profunda. El opérculo es grueso, translúcido, con espiral nuclear excéntrica y líneas de crecimiento con bandas intercaladas de color café oscuro y claro, superficie interna brillante de color negro o café oscuro (Jackson y Jackson, 2009; Hayes *et al.* 2012; Tovar-Hernández 2016; CONABIO 2017).



Figura 4. *Pomacea canaliculata* (Fuente: H. Zell - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12847429>)

7.1.2. Biología de la Especie

P. canaliculata es una especie omnívora, que se alimenta principalmente de plantas acuáticas o semi-acuáticas, y que se puede alimentar de briozoarios, microcrustáceos, otras especies de caracoles, pequeños anfibios y peces, así como de los huevos de estos animales (Morrison y Hay 2011; Wood *et al.* 2005, 2006, 2017).

Es una especie con comportamiento anfibio, posee branquias, un pulmón y un sifón que le permite respirar aire cuando se encuentra sumergido (Vásquez-Silva *et al.* 2011). Estas características, les permiten a las hembras salir del agua para depositar sus huevos sobre la vegetación o sobre rocas, entre unos 20 a 50 cm sobre el nivel del agua (Tovar-Hernández 2016; CONABIO 2017).

Son moluscos dioicos (Cazzaniga 1990), ovíparos con fertilización interna, donde la hembra tiene la capacidad de almacenar espermias por hasta 140 días, lo cual les permite continuar ovipositando sin la presencia de machos (Estebanet y Martín 2002). Los apareamientos

sucedan en época de lluvias, y luego de la cópula, generalmente por la noche, la hembra sale del agua para depositar las masas de huevos (Albrecht *et al.* 1996; Estebenet y Martín, 2002). *P. canaliculata* ovipone masas de entre 200 a 300 huevos de color rosa brillante (Fig. 5 y 3 en sección 6.3.), y estos suelen ser la primera señal de alerta de la presencia de la especie. Después de 1 a 2 semanas, según las condiciones de temperatura, ocurre la eclosión, y los caracoles recién nacidos caen al agua (Chang, 1985; Tovar-Hernández 2016). Dependiendo de los regímenes de temperatura, la madurez reproductiva se puede alcanzar de entre los 3 meses a los 2 años (Cowie 2002; Tamburi y Martín 2009). Se estima que *P. canaliculata* tiene una longevidad que va de los 119 días a los 5 años (Cowie 2002).



Figura 5. Hembra de *Pomacea canaliculata* depositando huevos y huevos en proceso de eclosión (iNat 265934603 PH 方伊琳(阿鈣) licencia CC BY-NC).

Sus huevos, que poseen una característica coloración rosa brillante, contienen perivitelinas, unas proteínas que tienen diversas funciones: neurotóxica, antidigestiva, antioxidante, posiblemente protegerían al embrión de la radiación solar, y dan el color de advertencia

(aposemático) (Heras *et al.* 2017). Hasta el momento, la única especie registrada que se alimenta de los huevos de *P. canaliculata* es la hormiga de fuego (*Solenopsis geminata*) (Yusa 2001).

P. canaliculata, al igual que otros ampuláridos, es una especie que tiene la capacidad de estar entre 4 a 5 meses, enterrándose cuando hay desecación en el ambiente (Cowie 2002; Hayes *et al.* 2015). Aunque en condiciones de laboratorio ha llegado a sobrevivir 11 meses seguidos (Yusa *et al.* 2006). Además, se ha demostrado que tiene alta tolerancia al frío, ya que acumula glicerol en su cuerpo (Wada y Matsukura 2017). Sin embargo, no es capaz de sobrevivir al congelamiento (-7°C) (Matsukura *et al.* 2009).

Por otro lado, se ha registrado que *P. canaliculata* puede ser hospedero de diversos parásitos, tanto endo- como ectoparásitos (Damborenea *et al.* 2017). Cabe resaltar el caso del nematodo *Angiostrongylus cantonensis*, que es de relevancia médica ya que provoca la meningitis eosinófila en el humano (MacDonald 2006; Lv *et al.* 2009; Tovar-Hernández 2016; CONABIO 2017).

7.1.3. Hábitat y Área de Distribución Geográfica

Los ampuláridos son gasterópodos dulceacuícolas que se pueden encontrar en cuerpos de agua dulce con vegetación asociada tanto naturales como artificiales, como lagos, lagunas, ríos, arroyos, presas, estanques (Tovar-Hernández 2016). A las especies de esta Familia se las suele denominar comúnmente como “Caracol Manzano”, debido al tamaño y a la forma globosa de sus conchas, principalmente a las especies del género *Pomacea* (Joshi *et al.* 2017). Los pomáceos cuentan con poblaciones nativas que se distribuyen en América del Sur, América Central, parte del Caribe y el sur de los Estados Unidos de América (Cowie *et al.* 2017). México cuenta con tres especies nativas: *P. flagellata* que se distribuye desde el norte de Veracruz, por la vertiente del Golfo hasta la Península de Yucatán y en el estado de Chiapas, se encuentra también en Guatemala, Costa Rica y Colombia; *P. catemacensis* endémica del Lago de Catemaco, Veracruz; y *P. patula* de la cual sólo se conoce su descripción conquiológica original (Naranjo-García 2003; Campos *et al.* 2013).

Con respecto a la especie *P. canaliculata*, es nativa de Sudamérica, con distribución en las cuencas del Río Paraná y del Río Uruguay, encontrándose en Argentina, Uruguay, Paraguay y sur de Brasil (Fig. 6), aunque su distribución ha sido muy discutida por su similitud conquiológica con otras especies del género (Hayes *et al.* 2012; Cowie *et al.* 2017). Teniendo en cuenta la clasificación de climas de Köppen-Geiger, *P. canaliculata* se encuentra asociada a los climas: templado-sin estación seca-verano cálido (Cfa), templado-sin estación seca-verano frío (Cfc), templado-invierno seco-verano cálido (Cwa), seco-estepa-cálido (BSH) y tropical-sabana (Aw); sin embargo, se ha demostrado que tiene la capacidad de poder expandir su distribución y que no conserva su nicho (Yang *et al.* 2023), pudiendo encontrarse en otros climas.

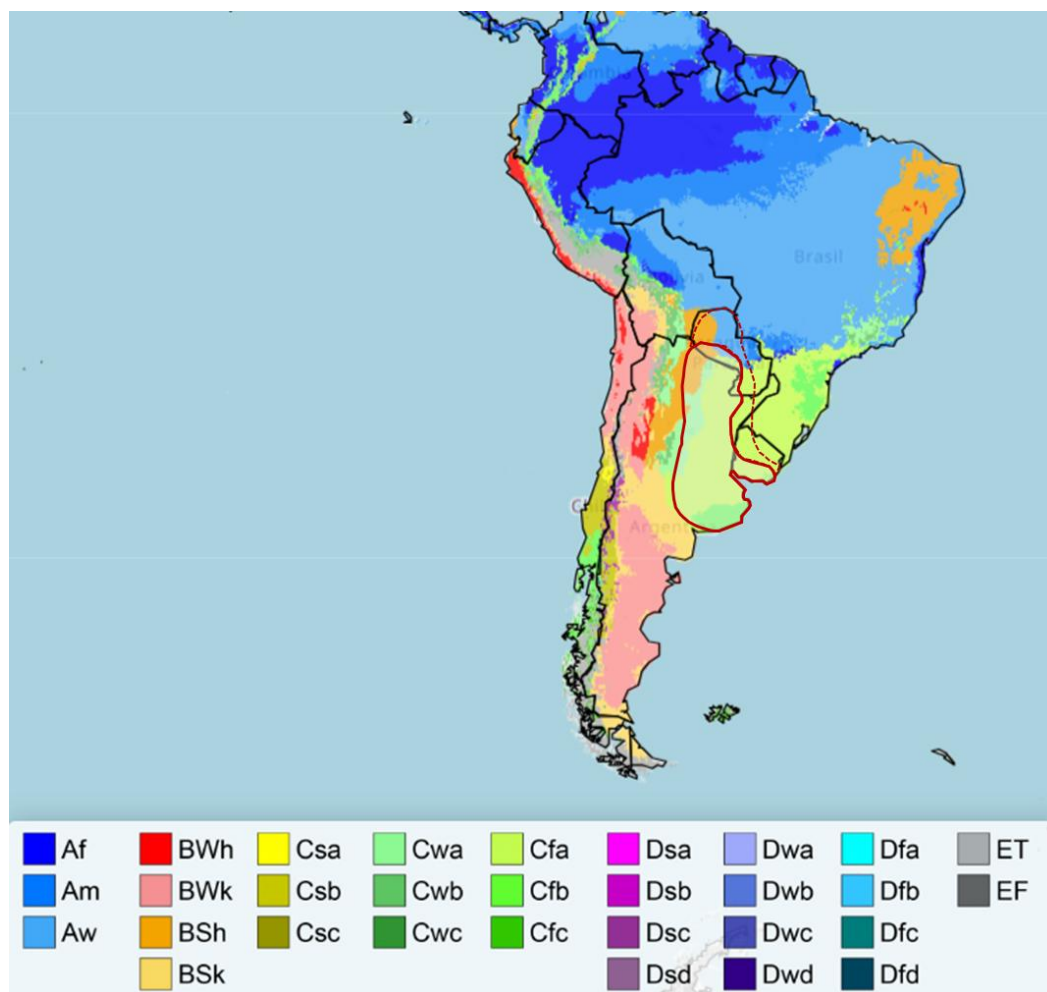


Figura 6. Distribución natural de *P. canaliculata*, señalada en con bordes rojos, línea sólida representa distribución natural de la especie, y línea punteada distribución inferida a partir de registros publicados y similitud de hábitats (modificado a partir de Hayes *et al.* 2012 y en relación con la clasificación de climas de Köppen-Geiger de Beck *et al.* 2023).

7.1.4. Aprovechamiento de la Especie

Pomacea canaliculata ha sido utilizada y comercializada para diferentes propósitos, como son: alimento humano y animal (de peces, crustáceos, pollos), acuicultura, acuarismo, y se sugiere su uso para control biológico de otros moluscos y de malezas acuáticas (Cowie 2013; Tovar-Hernández 2016; CONABIO 2017; Joshi *et al.* 2017).

Desde la década de 1980, esta especie ha sido transportada desde Argentina a distintos países, principalmente del sudeste asiático (Filipinas, Japón, Taiwán) (Mochida 1991; Naylor 1996; Hayes *et al.* 2008), para su uso principal como fuente de alimento para el humano. Sin embargo, su consumo en esos países no se volvió muy popular. Por otro lado, en China donde sí se consideró un manjar, el país presentó muchos casos de zoonosis por el parásito que puede hospedar este caracol (MacDonald 2006; Lv *et al.* 2009).

En la actualidad, *P. canaliculata* se sigue vendiendo principalmente para acuarismo, en tiendas de suministros de mascotas, veterinarias y venta *on line* (Tovar-Hernández 2016).

7.1.5. *P. canaliculata* como Especie Exótica Invasora

La principal vía de ingreso de una EEI a un país donde no es nativa es a través de la comercialización, para cualquiera de sus posibles aprovechamientos. *P. canaliculata* ha sido muy comercializada (Tovar-Hernández 2016; CONABIO 2017; Joshi *et al.* 2017), lo cual permitió que la especie llegara a gran parte del mundo (Fig. 7).

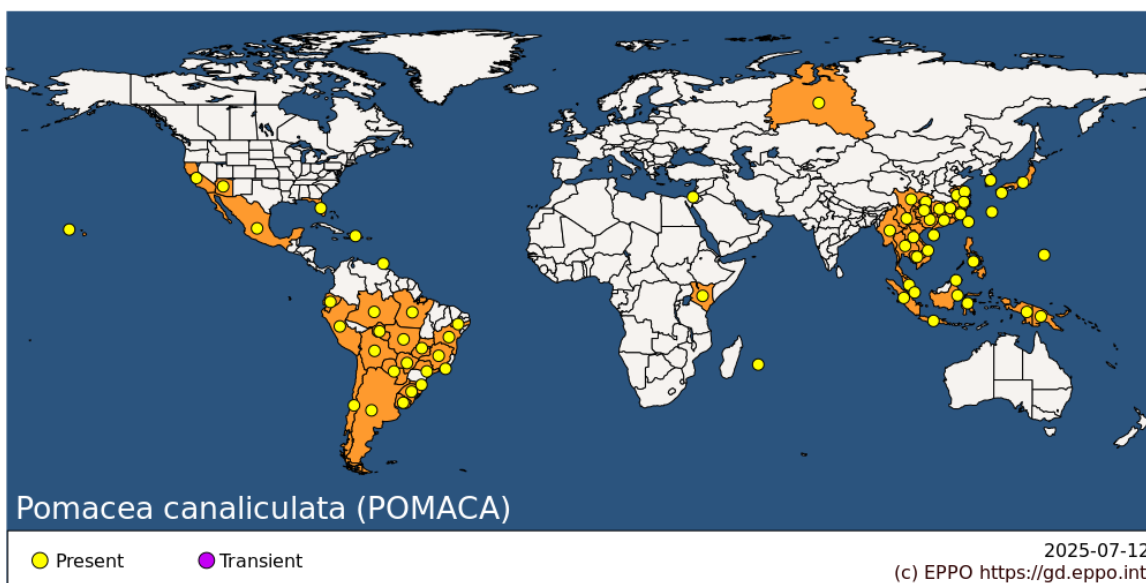


Figura 7. Mapa de distribución donde se ha registrado que se encuentra *P. canaliculata* (Fuente: EPPO Global Database, <https://gd.eppo.int/taxon/POMACA/datasheet>)

La región que más se ha visto afectada por esta especie ha sido el sudeste asiático. En países como Filipinas, Japón y Taiwán, se introdujo a *P. canaliculata* como fuente de proteína para alimento humano (Tovar-Hernández 2016; CONABIO 2017; Joshi *et al.* 2017). Sin embargo, este tipo de consumo no prosperó y los caracoles fueron liberados. A partir de esta liberación al ambiente, esta especie se convirtió en plaga, ocasionando grandes pérdidas económicas en los arrozales y disminuyendo poblaciones de moluscos nativos (Tovar-Hernández 2016; CONABIO 2017; Joshi *et al.* 2017).

Otro caso que destacar es el de Hawái, donde se cree que su introducción en las islas fue accidental, por transporte de juveniles y/o huevos de *P. canaliculata* en plantas de taro que se ingresaron al estado (Tovar-Hernández 2016). Allí el caracol se convirtió en invasor y generó pérdidas económicas en los cultivos de taro y por la importancia de esta planta en Hawái la invasión de *P. canaliculata* podría amenazar las actividades culturales y espirituales de la gente de las islas (Levin, 2006).

Por último, para el caso particular de México, este caracol fue descubierto por primera vez en 2009 en la presa Matamoros-1950, Algodones, Mexicali (Campos *et al.* 2013). Se cree que habría llegado por una liberación de ejemplares al Río Colorado por acuaristas en Yuma, Arizona, Estados Unidos (Campos *et al.* 2013). Además, actualmente, se comercializa en México para acuariofilia y mascotismo, y se puede comprar en tiendas de mascotas o venta

on line, por lo que es otra posible vía de ingreso a otros ecosistemas dulceacuícolas mexicanos (Tovar-Hernández 2016; CONABIO 2017).

7.2. Elementos de Riesgo de Invasión de *P. canaliculata* y Sitios Vulnerables en Baja California

Baja California es un estado fronterizo del noroeste mexicano, de clima árido y semiárido, con baja precipitación anual y alta evapotranspiración, características que hacen que cuente con pocos cuerpos de agua dulce permanentes. Todo esto suele ser una limitante para el establecimiento y dispersión de una especie exótica que depende del agua dulce para su vida y desarrollo. Sin embargo, *Pomacea canaliculata* es un gasterópodo dulceacuícola con alta plasticidad fenotípica y ecológica (Estebenet y Martín 2002; Estebenet y Martín 2003; Madjos y Anies 2016; Luo *et al.* 2022), y puede adaptarse a climas y nichos en los que no se encuentra en su distribución nativa (Yang *et al.* 2023).

Entre las características que permiten a *P. canaliculata* establecerse en nuevos sitios se pueden destacar:

- Rápida reproducción: en condiciones de temperaturas óptimas para la especie (entre 18-25°C) (Hayes *et al.* 2015), las hembras pueden alcanzar su madurez sexual entre los 3 meses a los 2 años (Cowie 2002; Tamburi y Martín 2009), una vez alcanzada esta madurez, pueden depositar masas de huevos de entre 200 a 300 huevos (Hayes *et al.* 2012). Además, las hembras tienen la capacidad de almacenar esperma, lo que les permite continuar ovipositando sin presencia de machos (Albrecht *et al.* 1996; Estebenet y Martín, 2002; Martín *et al.* 2017).
- Capacidad de estivación (Hayes *et al.* 2015): el Caracol Manzano es un gasterópodo dulceacuícola “anfíbio”, el cual cuenta con una branquia y un pulmón para su respiración, permitiéndole respirar en el agua y el aire (Vásquez-Silva *et al.* 2011). En situaciones de sequía, este caracol se entierra y se encierra dentro de su concha con su opérculo, evitando que su cuerpo se seque (Cowie 2002). Se estima que pueden estivar entre 4-6 meses, y en condiciones de laboratorio hasta 11 meses (Yusa *et al.* 2006).

En su distribución nativa, *P. canaliculata* se encuentra principalmente en climas templados. Sin embargo, a partir de su introducción en países fuera de su distribución natural, se detectó que esta especie tiene capacidad de poder expandir su distribución y que no conserva su nicho (Yang *et al.* 2023). De esta manera, este caracol puede ser encontrado en cuerpos de agua dulce en regiones con climas que no corresponden con su distribución nativa (Fig. 8), por ejemplo se puede encontrar en climas tipo: tropical-bosque lluvioso (Af), tropical-monzón (Am), árido-desértico-cálido (BWh – Árido cálido), (BSk), árido-desértico-frío (BWk – Desértico frío), frío-sin estación seca-verano cálido (Dfa), templado-veranos secos-veranos cálidos (Csa – Mediterráneo típico) (Yang *et al.* 2023; Beck *et al.* 2023).

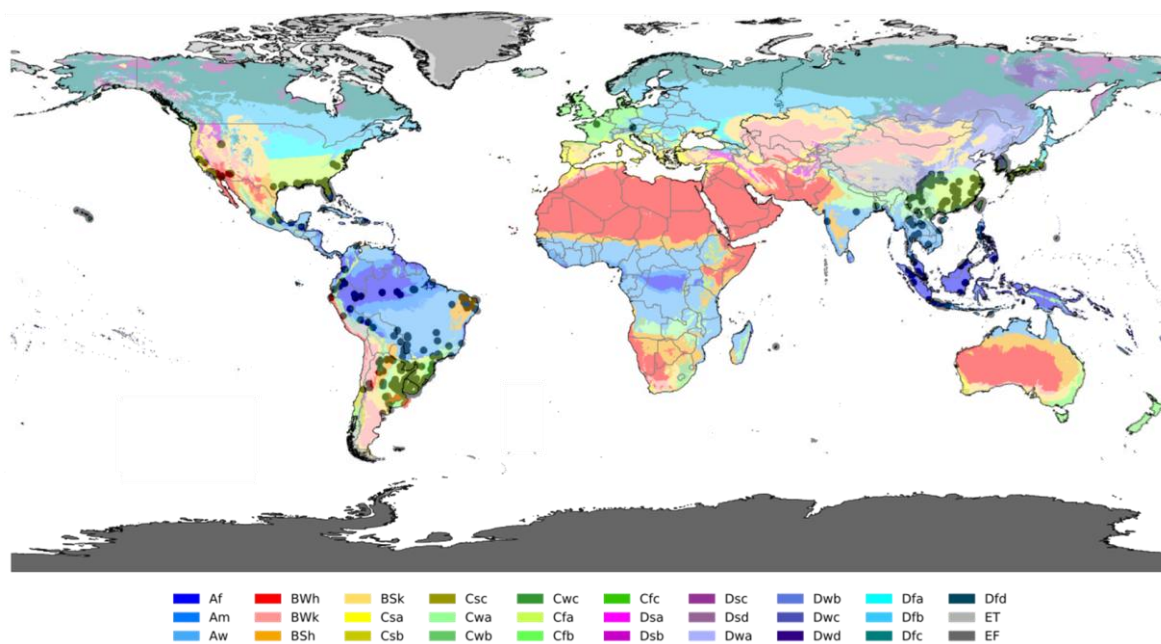


Figura 8. Distribución de *P. canaliculata* en el mundo a partir de registros analizados por Yang *et al.* 2023 y relacionándolos con el mapa de climas de Köppen-Geiger (Beck *et al.* 2023).

Si tenemos en cuenta los cinco climas que caracterizan a Baja California (ver Fig. 2 en sección 6.1.), podemos observar que uno de los climas de este estado, el BSh, coincide con los climas en los que se puede encontrar a *P. canaliculata* en su distribución natural (ver Fig. 6 en sección 7.1.3.), de los otros cuatro, tres climas coinciden con los climas en distribución exótica de la especie: BWh, BWk y Csa, el primero es el clima predominante en Baja California. De esta manera, si esta especie de molusco se introduce en Baja California, más

del 80% del estado cuenta con las condiciones climáticas para que *P. canaliculata* se establezca en ecosistemas dulceacuícolas permanentes y/o temporales.

Como se mencionó anteriormente, Baja California cuenta con pocos cuerpos de agua dulce permanente, siendo el Río Colorado el de mayor extensión en el estado (INEGI 2001). La cuenca de este río inicia en las Montañas Rocosas en Estados Unidos y desemboca en el Golfo de California en México, y en Baja California aporta agua al Distrito de Riego 014 Río Colorado, y es una de las principales fuentes de abastecimiento de agua para la agricultura del Valle de Mexicali, así como para ciudades como Mexicali, Tecate, Tijuana, Rosarito, y parcialmente para Ensenada (IMTA 2020; CONAGUA 2024). Este río, que ingresa a territorio mexicano en la zona de frontera de Baja California y Sonora, donde recorre unos 160 km en territorio mexicano (IMTA 2020), se tienen registros de *P. canaliculata* en Yuma, Arizona, Estados Unidos (Howells *et al.* 2006) y en Mexicali, Baja California, México (Campos *et al.* 2013), en este último se detectó su presencia en tres localidades del Distrito de Riego 014 (Campos *et al.* 2013). De esta manera el Río Colorado y el Distrito de Riego 014 son las principales vías de introducción y dispersión de *P. canaliculata* en Baja California.

Por otra parte, el Caracol Manzano es una especie ampliamente utilizada para su venta como especie ornamental para acuarios en tiendas de suministros de mascotas y suplementos para acuarios, veterinarias y venta *on line* (Cowie 2013; Tovar-Hernández 2016). Diversos autores han destacado que esta última es una de las principales vías de ingreso de una especie exótica a los ecosistemas fuera de su distribución natural (Aguilar 2005; Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010; CONABIO 2023), ya que es común que las personas liberen a estas especies al ambiente, cuando pierden el interés en su uso o es inviable su mantenimiento en sus sistemas de acuario. Particularmente para *P. canaliculata* sus primeros registros en Estados Unidos se asocian con este tipo de actividad (Cerutti 1998; Howells *et al.* 2006). Si tenemos en cuenta que algunas de estas liberaciones se realizaron en el Río Colorado (Howells *et al.* 2006), este se podría identificar como la principal vía de introducción de esta especie exótica en Estados Unidos, a partir de donde se convierte en vía de dispersión hacia el territorio mexicano, como se mencionó en el párrafo anterior.

También, en la literatura se ha mencionado que *P. canaliculata* puede ser introducida en otros ambientes al ser transportados accidentalmente sus huevos o ejemplares juveniles sobre vegetación (Levin 2006; Levin *et al.* 2006; Cowie 2013). Por este motivo, aunque Baja California cuenta con pocos cuerpos de agua dulce permanentes naturales, se pueden considerar como sitios de riesgo para la introducción de este caracol dulceacuícola aquellos cuerpos de agua dulce creados por el hombre, como los son los estanques artificiales, de ornato o como reservorios de agua, en los cuales frecuentemente se introduce vegetación y son sitios comunes en zonas turísticas.

Baja California cuenta con más de 180 empresas vinícolas (SAGARPA 2016), y es el Valle de Guadalupe una de las principales zonas productoras (SECTUR 2016), algunos de estos establecimientos cuentan con estanques artificiales como parte de sus paisajes (Fig. 9). Estos estanques son sitios potenciales de riesgo de introducción de esta especie exótica en el estado.



Figura 9. Bodegas del Valle de Guadalupe que presentan estanques artificiales en su arquitectura paisajística. PH TripAdvisor. (<https://liderlife.liderempresarial.com/5-vinícolas-a-visitar-en-las-fiestas-de-la-vendimia-en-valle-de-guadalupe/>)

Asimismo, un análisis de la invasión de *P. canaliculata* en Hawái determinó que otra posible vía de ingreso de esta especie al ambiente es por transporte biótico, donde aves migratorias que se mueven entre cuerpos de agua dulce pueden tener adheridos en sus patas los huevos de este caracol, generando un ingreso accidental y su dispersión (Levin 2006; Levin *et al.* 2006; Cowie 2013). Baja California cuenta con un gran número de aves con rutas migratorias, ya que es un sitio de paso dentro de la Ruta Migratoria del Pacífico (Wilson 2011), motivo por el cual más de 300 especies de aves pasan por el estado en su recorrido desde Alaska hacia Chile. Muchas de estas aves hacen escalas en los cuerpos de agua dulce en Baja

California (Benedict *et al.* 2020), sumando otra potencial vía de dispersión para el Caracol Manzano en el estado.

7.3. Proyecto iNaturalistaMX: Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*) en México

En la plataforma iNaturalistaMX se creó el proyecto “Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*) en México” <https://mexico.inaturalist.org/projects/caracol-manzano-pomacea-canaliculata-en-mexico>, el cual incluye los registros realizados hasta el momento y los registros que se acumulan, para el género *Pomacea* en México (Fig. 10).

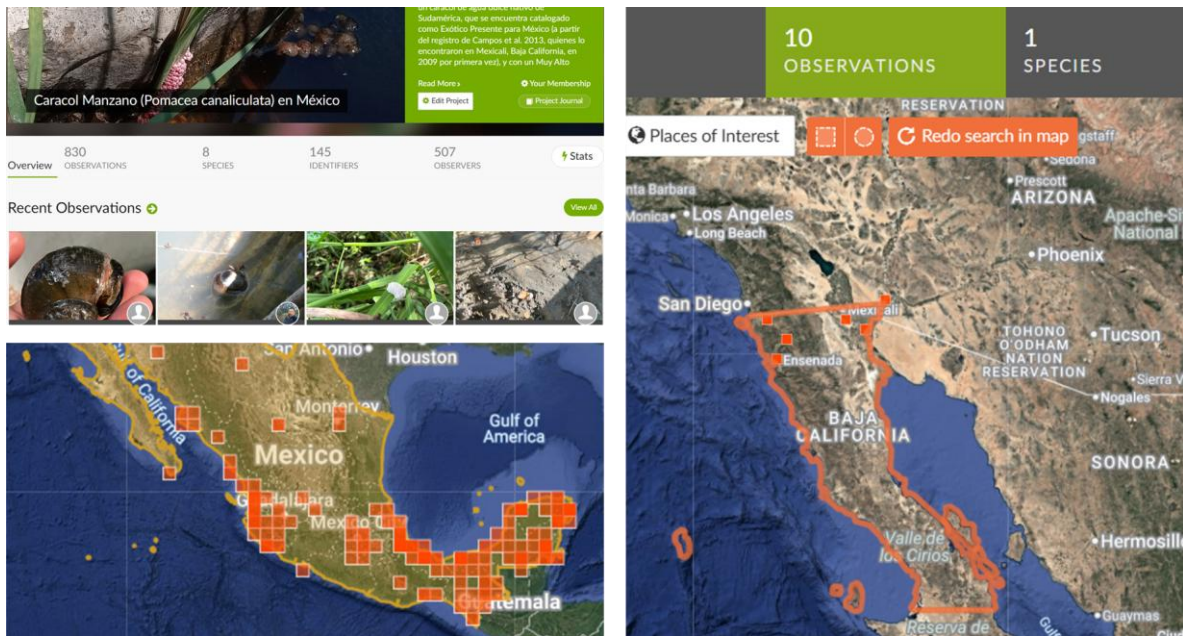


Figura 10. Proyecto iNaturalistaMX: “Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*) en México”, registros realizados para México y para el estado de Baja California.

Actualmente se cuenta con un total de 830 registros (última revisión 08 de julio de 2025) de *Pomacea* en México, los cuales se incluyen las especies: *P. canaliculata*, *P. maculata*, *P. diffusa*, *P. bridgesii*, *P. paludosa*, *P. flagellata*, *P. patula*, *P. catemacensis* y *P. spp.* De estos registros 10 se encuentran en el estado de Baja California y fueron realizados entre 2019-2025 (Tabla 2 y Fig. 11). Se puede destacar que en Baja California las observaciones son en su mayoría de *P. canaliculata* en Grado de Investigación o con fotografía de las puestas de huevos (elemento que permite diferenciar e identificar especies dentro del género *Pomacea*, Hayes *et al.* 2012; Cowie *et al.* 2017).

Tabla 2. Observaciones de *Pomacea canaliculata* en Baja California, México, registradas en la plataforma iNaturalistaMX (última revisión 08-07-2025) (Elaboración propia).

Número de observación (iNat)	Nivel de identificación	Lugar (Fig. 11)	Fecha	Tipo de identificación (Fig. 12)
25981718	<i>Pomacea</i>	Mexicali	20-05-2019	masa de huevos
36182173	<i>Pomacea</i>	Mexicali	28-11-2019	conchas
145146061	<i>P. canaliculata</i>	Mexicali	15-11-2022	masa de huevos
145147908	<i>Pomacea</i>	Mexicali	15-11-2022	masa de huevos
184823098	<i>P. canaliculata</i>	Ensenada	24-09-2023	masa de huevos y caracoles vivos
266324224	<i>P. canaliculata</i>	Tijuana	21-03-2025	caracoles vivos en pecera
268165995	<i>P. canaliculata</i>	Ensenada	01-04-2025	caracol vivo en pecera
268166054	<i>P. canaliculata</i>	Ensenada	01-04-2025	caracol vivo en pecera
287430787	<i>P. canaliculata</i>	Mexicali	06-06-2025	masas de huevos
291931971	<i>P. canaliculata</i>	Ensenada	22-06-2025	masas de huevos y caracoles vivos

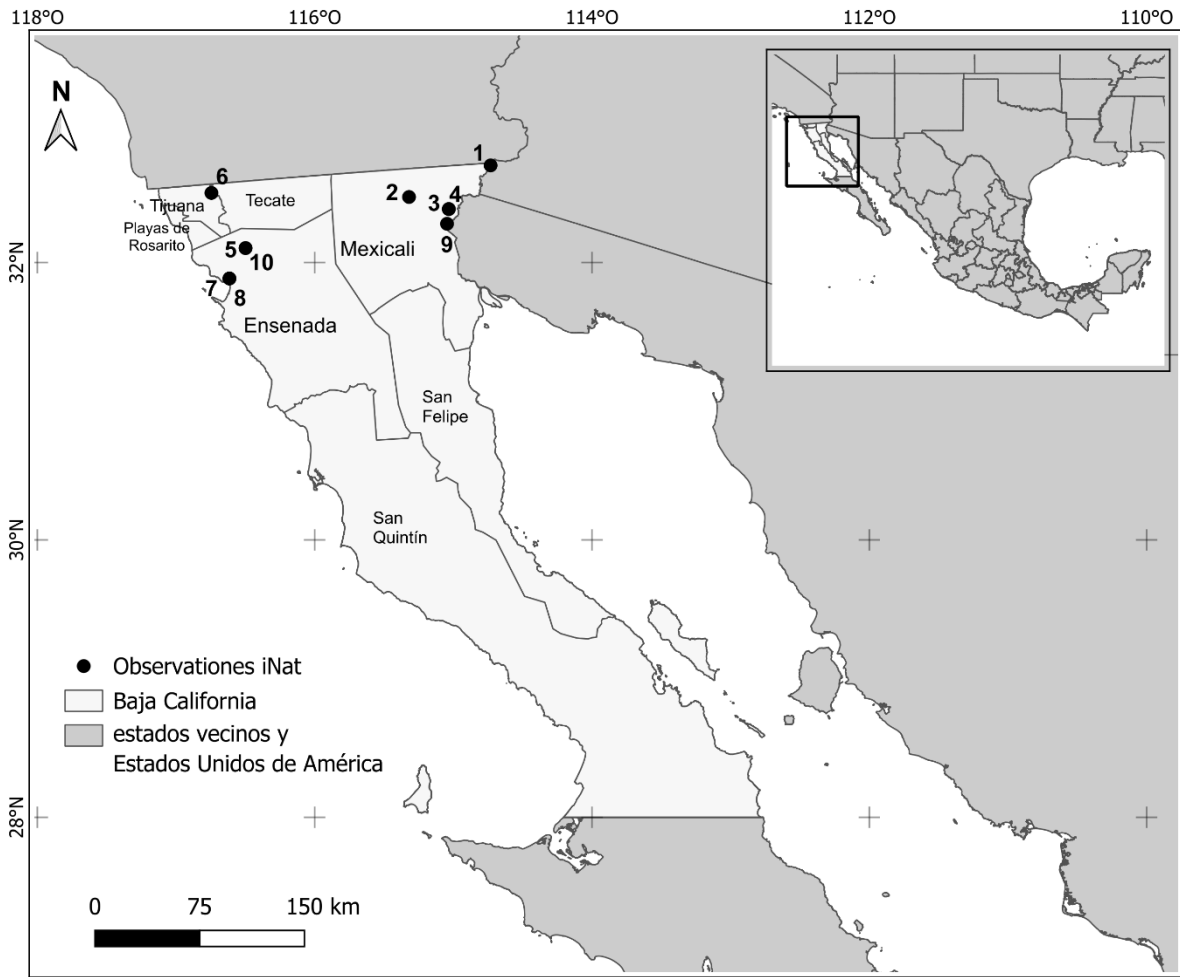


Figura 11. Observación de *Pomacea* y *P. canaliculata* en Baja California. Numeración según fecha de registro en la plataforma iNaturalista (ver Tabla 2) (Elaboración propia).

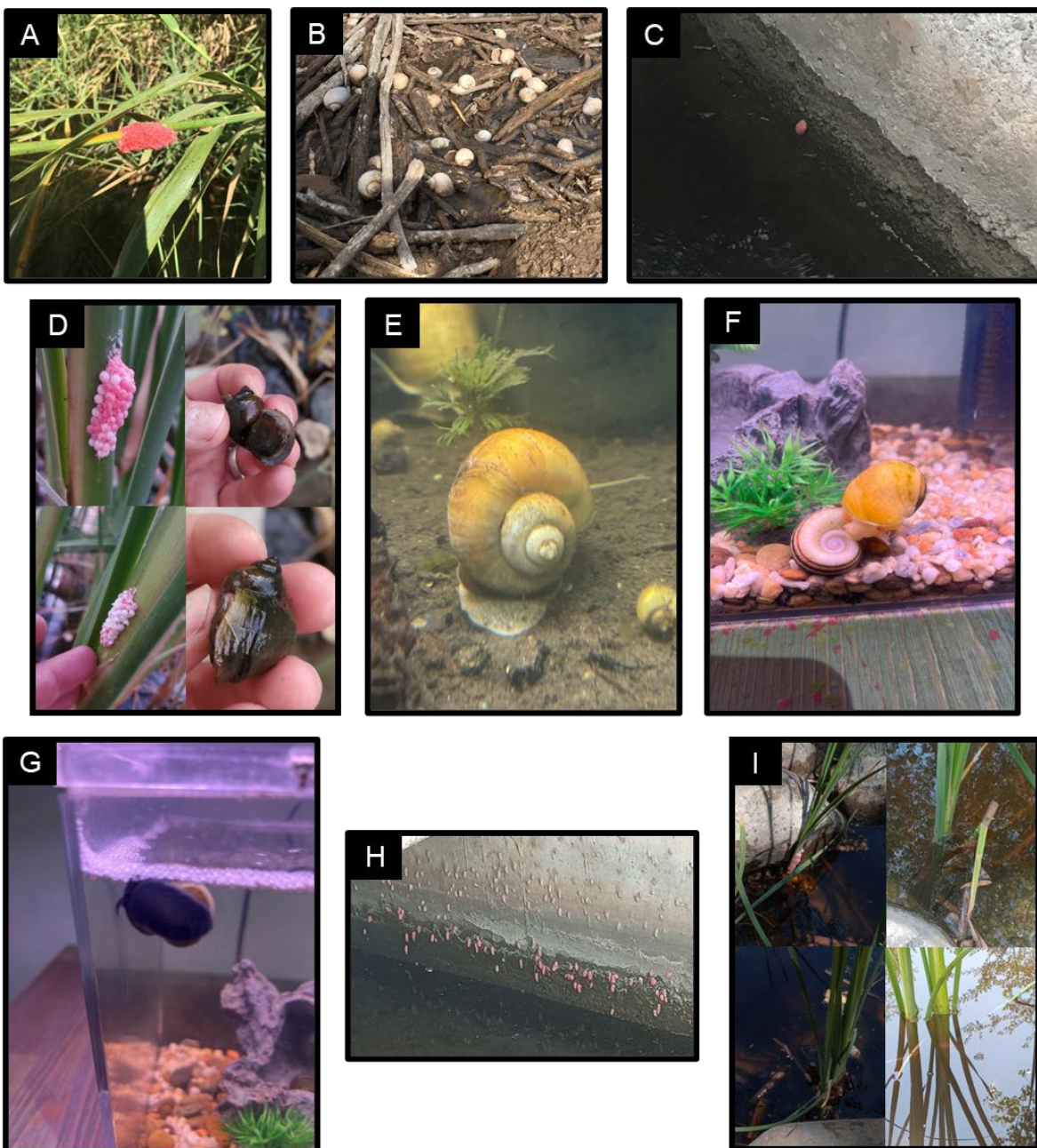


Figura 12. Fotografías de las observaciones de iNaturalista realizadas para *Pomacea* y *P. canaliculata* en Baja California. Licencia CC BY-NC 4.0 A. iNat 25981718 PH Yuliana Dimas; B. iNat 36182173 PH Xochitl Zambrano (CC BY 4.0); C. iNat 145146061 y 145147908 PH lucasromero; D. iNat 184823098 PH Paul Norwood; E. iNat 266324224 PH Ricardo Rivera Mandujano; F. iNat 268165995 PH ffalcon; G. iNat 268166054 PH ffalcon; H. iNat 287430787 PH Isaac; I. iNat 291931971 PH Camila Guillén.

Las observaciones iNat 145146061 e iNat 145147908 poseen varias similitudes que permiten creer que se trata de una única observación duplicada, ambas fueron realizadas el mismo día, por el mismo observador, en la misma ubicación y cuentan con la misma foto (Fig. 12 C). La única diferencia entre ambas es el nivel de identificación, la primera a nivel especie y la

segunda de género. Por este motivo, se debería tener en cuenta una sola de las observaciones como válida, la iNat 145146061 es el registro que tiene categoría de Grado de Investigación.

Por otro lado, la observación iNat 36182173 solamente cuenta con fotografía de conchas vacías (Fig. 12 B), lo que no permite una identificación precisa a nivel de especie. Dicho registro debe ser aceptado a nivel de género, pero no se puede asegurar el nivel de especie.

De los 10 registros, las observaciones iNat 266324224 (Fig. 12 E), iNat 268165995 (Fig. 12 F) e iNat 268166054 (Fig. 12 G) tienen categoría de observación casual, ya que estos tres registros pertenecen a organismos vivos que se encuentran en cautiverio. Es decir, estos registros fueron realizados por personas que tienen a estos caracoles en peceras en sus casas, uno en Tijuana y dos en Ensenada. De estos, los últimos dos fueron publicados por el mismo observador, en la misma ubicación y el mismo día, pero se trataría de dos ejemplares diferentes. Estos tres registros son evidencia de la venta de *P. canaliculata* para acuaristas en Baja California.

En el caso de la observación iNat 291931971 (Fig. 12 I), esta se realizó en el mismo sitio que iNat 184823098 (Fig. 12 D), pero en diferente año. De esta manera, este registro permite una confirmación de la presencia de *P. canaliculata* y evidencia la permanencia de la especie en la ubicación donde fue encontrada en el municipio de Ensenada.

De las 10 observaciones encontradas para Baja California, cinco corresponden al municipio de Mexicali, en zonas relacionadas con el Río Colorado. Con estos registros actuales es posible determinar que la *P. canaliculata* se encuentra establecida en este municipio.

7.4. Prospección de Sitios Potenciales en Baja California

A partir de las condiciones de riesgo a introducción, dispersión y establecimiento de *Pomacea canaliculata* en Baja California, y de las observaciones publicadas en la plataforma de ciencia ciudadana iNaturalista en el estado, se seleccionaron sitios potenciales a invasión para la realización de observación a campo para determinar presencia/ausencia de la especie en el estado (Tabla 3).

Tabla 3. Prospección de sitios potenciales en Baja California de tener presencia de *P. canaliculata* (Elaboración propia).

Lugar	Coordenadas	Fecha	Presencia/Ausencia	Observaciones
La Lagunita del Ciprés, Ensenada	31° 48' N 116° 36' O	27-08-2024	Ausente	Humedal de agua dulce.
Presa Emilio López Zamora, Ensenada	31° 53' N 116° 36' O	30-08-2024	Ausente	Presa de agua dulce.
Arroyo Guadalupe, Vinícola Misiones de California, San Antonio de las Minas	31° 58' N 116° 40' O	31-08-2024	Ausente	Porción del Arroyo Guadalupe que se encuentra en el predio de la Vinícola Misiones de California; cuenta con un curso de agua permanente.
Centro Ecoturístico Kumiai “Siñaw Kautay”, San Antonio Necua	32° 06' N 116° 29' O	07-12-2024	Evidencia de presencia	Estanque artificial, que al momento de la visita a campo se encontraba sin agua y con vegetación seca; se pudieron observar conchas y restos de puestas de huevos (Fig. 13)
Arroyo en San José de la Zorra	32° 10' N 116° 42' O	12-05-2025	Ausente	Porción de un Arroyo en San José de la Zorra; cuenta con un curso de agua permanente.
Centro Ecoturístico Kumiai “Siñaw Kautay”, San Antonio Necua	32° 06' N 116° 29' O	22-06-2025	Presente	Estanque artificial con agua y vegetación (tule <i>Typha domingensis</i>); se pudieron observar caracoles vivos y puestas de huevos (Fig. 14)

En Ensenada se realizaron muestreos en dos sitios seleccionados ya que allí llegan aves migratorias, como son La Lagunita y la Presa Emilio López Zamora. En ambos lugares se pudo observar vegetación acuática de tipo tule (*Typha* sp. y *Scirpus* sp.), pero no se

encontraron caracoles con características de *Pomacea* ni evidencia de su presencia por lo que se considera que en ambos sitios la especie se encuentra ausente.

Adicionalmente, en Baja California se visitaron sitios que cuentan con cursos de agua permanente, como en San Antonio de las Minas y en San José de la Zorra. En estos se pudo observar la presencia de vegetación acuática y fauna, pero en ninguno de estos lugares se encontró evidencia de caracoles de tipo *Pomacea*, y en estos sitios también se considera ausente la especie de estudio.

Por último, se realizó una visita al Centro Ecoturístico Kumiai “Siñaw Kumatay” en San Antonio Necua, ya que en ese lugar se registró en la plataforma iNaturalista la presencia de la especie en un estanque artificial (iNat 184823098, ver sección 7.3.). Al momento de la visita, en diciembre del 2024, el estanque se encontraba sin agua y con vegetación de tipo tule (*Typha domingensis*) seca. Allí se pudieron observar evidencias de la presencia de la especie en dicho sitio: se pudieron identificar más de 30 conchas vacías, globosas lisas de coloración oscura con bandas; opérculos córneos; dos restos de puestas de huevos a unos 30-40 cm de altura sobre la vegetación seca, con los huevos rotos y con remanentes de coloración rosa (Fig. 13). Todas estas evidencias indican que se trataría de la especie de Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*), sin confirmarse con certeza su presencia (ver Anexo 12.1.).



Figura 13. Evidencias de la presencia de *P. canaliculata* en Ensenada, Baja California. A. estanque artificial con vegetación seca; B. monitoreo en estanque artificial seco; C. concha de caracol manzano; D. masa de huevos eclosionados sobre la vegetación seca; E. huevos eclosionados con restos de pigmentación rosada. PH Anny Peralta García.

Posteriormente, en este mismo sitio en junio del 2025, se realizó una segunda visita, en donde el estanque artificial se encontraba con agua, y se identificaron fácilmente ejemplares de *P. canaliculata*, confirmando la presencia y el establecimiento de la especie en el sitio. En esta segunda visita se pudieron observar: numerosos caracoles vivos; más de 10 puestas de huevos con coloración rosa brillante sobre la vegetación y rocas, por encima del nivel del agua y sumergidos; además de más de 10 parejas de caracoles en apareamiento (Fig. 14). A partir de esta visita, se realizó el registro en la plataforma iNaturalista con la observación iNat 291931971 (ver sección 7.3.). Con esta visita al sitio, se evidencia la capacidad de la especie de resistir largos periodos de sequía y su rápida reproducción.

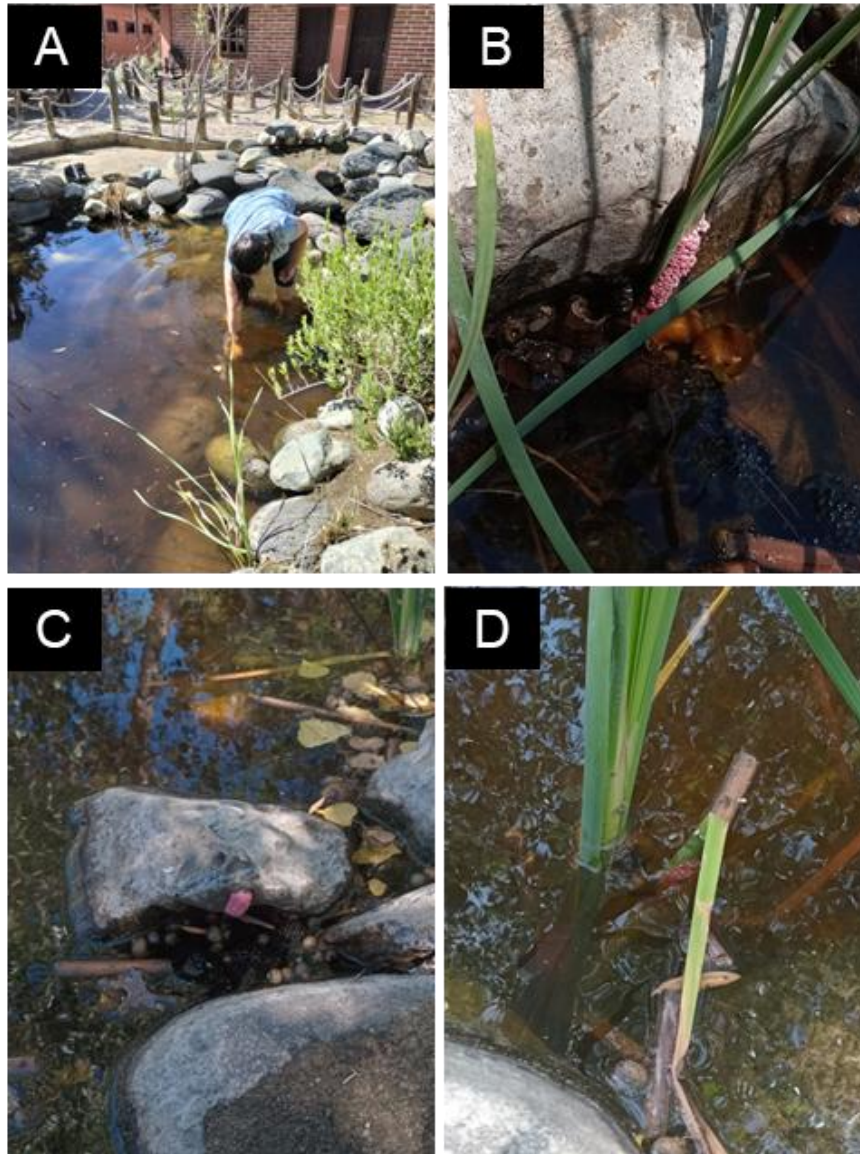


Figura 14. Evidencia de presencia y permanencia de *P. canaliculata* en Ensenada, Baja California. A. monitoreo en estanque artificial con agua; B. masa de huevos sobre la vegetación y dos caracoles vivos bajo el agua; C. masa de huevos sobre una roca; D. masa de huevos sobre la vegetación, debajo del agua. PH Bernardino Ricardo Eaton González y Camila Guillén.

8. DISCUSIÓN

Las invasiones biológicas son consideradas una problemática a nivel mundial, la cual se ha empezado a atender en las últimas décadas. Por este motivo, aunque se han realizado planes, programas y protocolos para atender la invasión de diversas especies en diversos sitios, y actualmente se continúa trabajando, todavía queda mucho por hacer. México es uno de los países que ha realizado esfuerzos para contrarrestar este problema en su territorio (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010; DOF 2016; SEMARNAT 2017; CONABIO 2023). Sin embargo, en los últimos años es poco lo que se ha realizado, y según un estudio de Ramírez-Albores y Badano (2021) México contaría con más del triple de especies exóticas invasoras de las que tiene registradas en su Lista de Especies Exóticas Invasoras para México (SEMARNAT 2017).

Una de las especies que se encuentra registrada por la CONABIO (2017) como exótica presente en México y que se considera con un riesgo de invasividad Muy Alto, es el caracol sudamericano *Pomacea canaliculata*. En los últimos 40 años este caracol de agua dulce ha sido ampliamente estudiado, permitiendo demostrarse que en muchos países, principalmente del sudeste asiático, se ha convertido en una especie invasora (Cowie 2002; Levin 2006; Cowie 2013; Joshi *et al.* 2017; entre otros). Este Caracol Manzano en los sitios donde es invasor, se ha registrado que genera diversos tipos de impactos, entre los que se pueden destacar afectaciones a: la agroeconomía, salud pública, biodiversidad y los ecosistemas dulceacuícolas (Cowie 2013; Joshi *et al.* 2017).

P. canaliculata es un gasterópodo que desde 1980 ha sido comercializado desde su distribución de origen hacia distintos países, para diversos usos. Inicialmente esta especie se comercializó para consumo humano en Asia (Mochida 1991), donde esta actividad no prosperó y se liberaron organismos al ambiente, prosperando como plaga en los arrozales (Cowie 2013; Tovar-Hernández 2016; Joshi *et al.* 2017). Otro de sus usos es como alimento en acuicultura y el acuarismo (Cowie 2013; Tovar-Hernández 2016). Todos los aprovechamientos mencionados proporcionan una posibilidad de liberación o escape de *P. canaliculata* hacia el ambiente, siendo posibles vías de introducción de este caracol, el cual es uno de los moluscos incluidos en la Lista de 100 Peores Especies Exóticas Invasoras del Mundo (Lowe *et al.* 2000; Global Invasive Species Database 2025).

En México, *P. canaliculata* fue registrada por primera vez como presente en Mexicali, Baja California (Campos *et al.* 2013), donde se cree que podría haber llegado por liberaciones de la especie en el Río Colorado, en Estados Unidos de América. Teniendo en cuenta que Baja California cuenta mayoritariamente con un tipo de clima árido y semiárido, que no permite que su territorio cuente con muchos cuerpos de agua dulce permanentes, se esperaría que un caracol de agua dulce no se pudiera establecer ni dispersar en su territorio. Sin embargo, el Caracol Manzano posee una gran plasticidad fenotípica y ecológica (Estebenet y Martín 2002; Estebenet y Martín 2003; Madjos y Anies 2016; Luo *et al.* 2022; Yang *et al.* 2023), permitiéndole establecerse en regiones donde no se esperaría poder encontrar esta especie. De esta manera, y según registros publicados en la plataforma ciudadana iNaturalista en el periodo 2019-2025, *P. canaliculata* se encuentra establecida en Baja California y en proceso de dispersión dentro del estado.

No obstante, es necesario tener en cuenta que la identificación de *P. canaliculata* por sus características conquiológicas no es sencillo, ya que esta especie puede ser confundida por otras de su mismo género, principalmente con *P. maculata*, otro ampulárido sudamericano (Cowie *et al.* 2002; Hayes *et al.* 2012). Por este motivo, una de las formas visuales de diferenciar a estas especies son sus puestas de huevos, siendo las de *P. canaliculata* de menor cantidad, con huevos más grandes y de un color rosado más brillante (Hayes *et al.* 2012; Cowie *et al.* 2017). Siguiendo esta premisa, se pudo determinar que las 10 publicaciones realizadas en iNaturalista para Baja California, cinco corresponden a *P. canaliculata*, encontrándose esta especie establecida en el Río Colorado y en el Distrito de Riego 014 en Mexicali y en un estanque artificial en San Antonio Necua.

De las observaciones realizadas en San Antonio Necua (iNat 184823098 e iNat 291931971) y por la escasa información de los lugareños, es posible sugerir una de las vías de dispersión para esta especie planteada por diversos autores (Levin 2006; Levin *et al.* 2006; Cowie 2013). Se asume que los caracoles encontrados en esta localidad llegaron al sitio por la vegetación que fue colocada al momento de construir el estanque artificial. Esto hace necesario que se identifiquen los viveros que comercializan plantas asociadas a estos caracoles dulceacuícolas, y proponer medidas de control de dispersión de esta especie exótica.

Es importante destacar que de los 10 registros en iNaturalista, tres corresponden a ejemplares en cautiverio (iNat 266324224, iNat 268165995 e iNat 268166054). Esto demuestra que uno de los diversos usos que tiene esta especie se emplea en México (Tovar-Hernández 2016), siendo su uso en acuarismo. Además, deja en evidencia una de las posibles vías de introducción y dispersión, al considerar que la especie puede ser liberada al ambiente, sobre todo si la liberación se realiza en un río o arroyo que recorra una amplia extensión de territorio.

Otra de las posibles vías de dispersión planteadas por investigadores (Levin 2006; Levin *et al.* 2006; Cowie 2013) es a través de un transporte incidental biótico. De esta manera, las aves que se acercan a los cuerpos de agua dulce y luego se mueven a otros, podrían transportar a los huevos de *P. canaliculata* pegados en sus patas. De los sitios visitados a donde arriban aves migratorias en Baja California, no se detectó ni evidenció la presencia de *P. canaliculata*. Sin embargo, es necesario que se realicen más muestreos en otros cuerpos de agua dulce, para poder tener un mayor conocimiento de la dispersión de esta especie en el estado.

Los primeros registros de *P. canaliculata* en México se realizaron en el periodo de 2009-2011 en la presa derivadora Matamoros-1950, arroyos y el Río Colorado asociados (Campos *et al.* 2013), y actualmente se cuenta con dos registros en iNaturalista (iNat 145146061 en 2022 e iNat 287430787 en 2025) en Mexicali asociados al Distrito de Riego 014. Teniendo en cuenta esta información, es necesario que se realicen monitoreos y una evaluación de impactos al ambiente, la biodiversidad, y los cultivos asociados a los canales donde se ha encontrado este caracol. De esta manera, contando con más información sobre el estado de invasión de esta especie, se podrán proponer planes de control y erradicación de esta especie exótica en Baja California.

El presente trabajo busca complementar la información publicada por la CONABIO (2017), y evidenciar que *P. canaliculata* no solo está presente, sino que se encuentra establecida y en proceso de dispersión. Sin embargo, aún no se cuenta información sobre sus impactos en Baja California, así como tampoco se ha evaluado el estado de invasión de esta especie en el resto de México. Por esto y teniendo en cuenta la información publicada de los impactos de

P. canaliculata en otros países, es importante que se continúe generando información para que se puedan plantear medidas de acción de acorde al estado de invasión de la especie.

9. CONCLUSIONES

1. *Pomacea canaliculata* es un caracol de agua dulce sudamericano, el cual es una especie exótica presente en México, encontrándose en estado de especie establecida en algunas partes de Baja California, principalmente en Mexicali, y en proceso de dispersión dentro del estado.
2. Se determina que Baja California cuenta con elementos de riesgo a invasión de *P. canaliculata*, como lo son:
 - la cuenca del Río Colorado que recorre parte del estado y el Distrito de Riego 014 asociado a dicho río permanente;
 - comercialización de la especie de estudio para su uso en acuarismo, siendo una potencial vía de introducción de la especie en otros cuerpos de agua dulce del estado;
 - evidencias de transporte y dispersión de la especie asociada a vegetación y la creación de cuerpos de agua artificiales.
3. Se cuenta con registros actuales (2019-2025) en iNaturalista de *P. canaliculata* para Baja California, esto permite confirmar que la especie se encuentra establecida en dicho estado.
4. De los 10 registros encontrados en iNaturalista de *P. canaliculata* para Baja California, cinco cuentan con fotografía de sus puestas de huevos, permitiendo la confirmación de la identificación de la especie.
5. Tres registros de iNaturalista (uno en Tijuana y dos en Ensenada) permiten evidenciar la comercialización de esta especie para su uso en acuarismo en Baja California.
6. Dos registros de iNaturalista y las visitas a sitio realizadas a un estanque artificial en San Antonio Necua, permiten evidenciar una de las vías de transporte y dispersión de la especie: presencia de huevos o ejemplares juveniles pegados a vegetación que se moviliza a distintas partes del estado para la creación de cuerpos de agua artificiales.

10. RECOMENDACIONES

- Incluir a *Pomacea canaliculata* en la Lista de Especies Exóticas Invasoras para México, a partir de la actualización de dicha lista, siguiendo con lo indicado en el Acuerdo (DOF 2016), y teniendo en cuenta lo publicado por la CONABIO en su MERI para la especie (CONABIO 2017), el Reporte de: Riesgo de introducción de moluscos para acuario y mascotas a México (Tovar-Hernández 2016), y la información aportada por el presente trabajo terminal.
- Realizar divulgación y educación ambiental sobre la problemática de las especies exóticas invasoras, presentando el ejemplo del Caracol Manzano (*P. canaliculata*); como las actividades realizadas en Semana de Ciencias y en Ferias de Saberes durante el transcurso de este trabajo (ver Anexo 12.2.).
- Identificar puntos de venta de especies exóticas invasoras, y plantear una vinculación, divulgación y educación ambiental sobre la problemática que pueden generar estas especies si son liberadas al ambiente, para que la información pueda ser acercada a los clientes de estos sitios.
- Realizar monitoreos en otros sitios potenciales a presentar la especie de estudio en Baja California y Sonora, teniendo en cuenta la presencia del Caracol Manzano en el Río Colorado.
- Revisar en la plataforma iNaturalista los registros publicados para la especie de estudio en otros estados de México, para determinar si la especie ya se encuentra distribuida en otros sitios y tener un panorama más amplio de su estado de invasión en el país.
- Proponer un protocolo de gestión para la especie exótica invasora *P. canaliculata*, que incluya las herramientas de acción de detección temprana y respuesta rápida, manejo, control y erradicación, permitiendo que los tomadores de decisiones tengan un plan para actuar, y así disminuir la dispersión e invasión de esta especie en México.
- Plantear una colaboración binacional entre México y Estados Unidos de América, para el manejo, control y erradicación del Caracol Manzano, teniendo en cuenta que la especie se encuentra registrada como presente en ambos países, particularmente en el Río Colorado.

11. REFERENCIAS

- Aguilar, V. (2005). Especies invasoras: una amenaza para la biodiversidad y el hombre. CONABIO. Biodiversitas:7-1
- Aguirre-Muñoz, A., Samaniego-Herrera, A., Luna-Mendoza, L., Ortiz-Alcaraz, A., Rodríguez-Malagón, M., Félix-Lizárraga, M., Méndez-Sánchez, F., González-Gómez, R., Torres-García, F., Hernández-Montoya, J.C., Barredo-Barberena, J.M., & Latofski-Robles, M. (2011). Eradications of invasive mammals on islands in Mexico: the roles of history and the collaboration between government agencies, local communities and a non-government organisation. *Island invasives: eradications and management*. IUCN, Gland, Switzerland, 386-394.
- Albrecht, E.A., Carreño, N.B., & Castro-Vázquez, A. (1996). A quantitative study of copulation and spawning in the South American apple-snail, *Pomacea canaliculata* (Prosobranchia: Ampullariidae). *The Veliger*. 39 (2): 142-147.
- Beck, H.E., McVicar, T.R., Vergopolan, N., Berg, A., Lutsko, N.J., Dufour, A., Zeng, Z., Jiang, X., van Dijk, A.I.J.M., & Miralles, D.G. (2023). High-resolution (1 km) Köppen-Geiger maps for 1901–2099 based on constrained CMIP6 projections *Scientific Data* 10, 724, doi:10.1038/s41597-023-02549-6
- Benedict, A.D., Hammerson, G.A., & Butler, R.W. (2020). *Pacific Flyway: Waterbird Migration from the Arctic to Tierra del Fuego*. Sasquatch Books. ISBN: 978-1632171344
- Campos, E., Ruiz-Campos, G., & Delgadillo, J. (2013). First record of the exotic apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) in Mexico, with remarks on its spreading in the Lower Colorado River. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(2), 671-675.
- Capdevila-Argüelles, L., Álvarez, V.Á. S., & Zilletti, B. (2011). *Manual de las especies exóticas invasoras de los ríos y riberas de la cuenca hidrográfica del Duero*. Confederación Hidrográfica del Duero. Grupo Especialista en Invasiones Biológicas. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Gobierno de España. 216 pp.
- Cazzaniga, N.J. (1990). Sexual dimorphism in *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Veliger*. 33 (4): 384-388.

- Cerutti, R. (1998). An infestation of *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1804) in Lake Miramar, San Diego, California. *Festivus* 30:25-27.
- Chang, W.C. (1985). The ecological studies on the Ampullaria snails (Cyclophoracea: Ampullariidae). *Bulletin of Malacology, Republic of China*. 11: 43-51.
- Colautti, R.I., & MacIsaac, H.J. (2004). A neutral terminology to define ‘invasive’ species. *Diversity and distributions*, 10(2), 135-141.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. (2010). Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 91 pp.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2016). Estrategia Nacional Sobre Biodiversidad de México (ENBioMex) y Plan de Acción 2016-2030. CONABIO, México.
- CONABIO. (2017). Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822). Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO. (2023). Información sobre Especies Invasoras en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. (<https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras>).
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2024). Sistema Nacional de Información del Agua (SINA): Regiones hidrográficas. <https://sina.conagua.gob.mx>
- Cowie, R.H. (2002). Apple snails (Ampullariidae) as agricultural pests: their biology, impacts and management. En: *Molluscs as Crop Pests* (Barker, G.M., ed.), pp. 145-192, CAB International, Wallingford, UK.
- Cowie, R.H. (2013). *Pomacea canaliculata* (invasive apple snail). *Invasive Species Compendium: Datasheets, maps, images, abstracts and full text on invasive species of the world*. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/68490>.
- Cowie, R.H., Hayes, K.A., Strong, E. E., & Thiengo, S.C. (2017). Non-native apple snails: systematics, distribution, invasion history and reasons for introduction. En: *Biology and management of invasive apple snails*, Joshi R.C., Cowie R.H., & Sebastian L.S. (eds),

- pp 3-32. Philippine Rice Research Institute (PhilRice), Maligaya, Science City of Muñoz, Nueva Ecija, Philippines.
- Damborenea, C., Brusa, F., & Negrete, L. (2017). Symbionts and diseases associated with invasive apple snails. En: Biology and management of invasive apple snails, Joshi R.C., Cowie R.H., & Sebastian L.S. (eds), pp 73-97. Philippine Rice Research Institute (PhilRice), Maligaya, Science City of Muñoz, Nueva Ecija, Philippines.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2010). Ley General de Vida Silvestre. Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la LGEEPA y de la LGVS. Diario Oficial de la Federación, 6 de abril de 2010.
- DOF. (2016). Acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México. Diario Oficial de la Federación, 7 de diciembre de 2016.
- Estebenet, A.L., & Martín, P.R. (2003). Shell interpopulation variation and its origin in *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) from Southern Pampas, Argentina. *Journal of Molluscan Studies*, 69(4), 301-310.
- Estebenet, L.A., & Martín, R.P. (2002). Workshop: “Biology of Ampullariidae” *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae): Life-history Traits and their Plasticity. *Biocell*. 26(1): 83-89.
- Global Invasive Species Database. (2025). Downloaded from http://www.iucngisd.org/gisd/100_worst.php on 14-07-2025.
- Hayes, K.A., Joshi, R.C., Thiengo, S.C., & Cowie, R.H. (2008). Out of South America: multiple origins of non-native apple snails in Asia. *Diversity and Distributions*. 14 (4): 701-712.
- Hayes, K.A., Cowie, R.H., Thiengo, S.C., & Strong, E.E. (2012). Comparing apples with apples: clarifying the identities of two highly invasive Neotropical Ampullariidae (Caenogastropoda). *Zoological Journal of the Linnean Society* 166: 723-753.
- Hayes, K.A., Burks, R.L., Castro-Vazquez, A., Darby, P.C., Heras, H., Martín, P.R., Qiu, J.-W., Thiengo, S.C., Vega, I.A., Wada, T., Yusa, Y., Burela, S., Cadierno, M.P., Cueto, J.A., Dellagnola, F.A., Dreon, M.S., Frassa, M.V., Giraud-Billoud, M., Godoy, M.S., Ituarte, S., Koch, E., Matsukura, K., Pasquevich, M.Y., Rodriguez, C., Saveanu, L., Seuffert, M.E., Strong, E.E., Sun, J., Tamburi, N.E., Tiecher, M.J., Turner, R.L., Valentine-Darby P.L., & Cowie, R.H. (2015). Insights from an integrated view of the

- biology of apple snails (Caenogastropoda: Ampullariidae). *Malacologia*, 58(1–2), 245-302.
- Heras, H., Dreon, M.S., Ituarte, S., Pasquevich, M.Y., & Cadierno, P. (2017). Apple snail perivitellins, multifunctional egg proteins. En: *Biology and management of invasive apple snails*, Joshi R.C., Cowie R.H., & Sebastian L.S. (eds), pp. 99-117. Philippine Rice Research Institute (PhilRice), Maligaya, Science City of Muñoz, Nueva Ecija, Philippines.
- Howells, R.G., Burlakova, L.F., Karatayev, A.Y., Marfurt, R.K., & Burks, R.L. (2006). Native and introduced Ampullariidae in North America: history, status, and ecology. En *Global advances in the ecology and management of golden apple snails*, R. C. Joshi y L. S. Sebastian (eds.), pp. 73-112. Muñoz, Nueva Ecija, Philippine Rice Research Institute.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). (2020). *El agua en el Valle de Mexicali, Baja California: Origen, uso y destino*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. DOI: 10.24850/r-imta-2020-03
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía (INEGI). (2001). *Síntesis de Información Geográfica del Estado de Baja California*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. (2013). *La agricultura en Baja California: Censo Agropecuario 2007*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). (2023). IPBES 10 Plenary. <https://www.ipbes.net/events/ipbes-10-plenary>
- Jackson, D., & Jackson, D. (2009). Registro de *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) (Ampullariidae), molusco exótico para el norte de Chile. *Gayana* 73:40-44.
- Joshi R.C., Cowie R.H., & Sebastian L.S. (eds). (2017). *Biology and management of invasive apple snails*. Philippine Rice Research Institute (PhilRice), Maligaya, Science City of Muñoz, Nueva Ecija 3119. 406 pp.
- Levin, P. (2006). *Statewide Strategic Control Plan for Apple Snail (Pomacea canaliculata) in Hawai'i*. The Hawai'i Land Restoration Institute, Wailuku.
- Levin, P., Cowie, R.H., Taylor, J.M., Hayes, K.A., Burnett, K.M., & Ferguson, C.A. (2006). Apple snail invasions and the slow road to control: ecological, economic, agricultural, and cultural perspectives in Hawaii. In: *Global advances in ecology and management of*

- golden apple snails, Joshi, R.C., & Sebastian, L.S. (eds.), pp. 325-335. Los Baños, Philippines: Philippine Rice Research Institute (PhilRice).
- Ley de Desarrollo Rural Sustentable (D.O.F. 7 de diciembre de 2001).
- Ley de Protección al Comercio en Normas Sanitarias y Fitosanitarias (D.O.F. 23 de octubre de 1996)
- Ley Federal de Sanidad Animal (D.O.F. 25 de julio de 2007).
- Ley Federal de Sanidad Vegetal (D.O.F. 5 de enero de 1994).
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (D.O.F. 5 de junio de 2018).
- Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable (D.O.F. 24 de julio de 2007).
- Ley General de Salud (D.O.F. 7 de febrero de 1984).
- Ley General de Vida Silvestre (D.O.F. 3 de julio de 2000).
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (D.O.F. 28 de enero de 1988).
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (D.O.F. 29 de diciembre de 1976).
- López Rosas, H., Burelo Ramos, C.M., Mata Zayas, E.E., Rangel Mendoza, J.A., & Barragán Cupido, H. (2019). Cap. 8 Factores de presión: Especies exóticas invasoras. En: La biodiversidad en Tabasco: Estudio de Estado volumen 3. CONABIO. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20250714002143>
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., & De Poorter, M. (2000). 100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species database. The invasive species specialist group. World Conservation Union. Hollands Printing Ltd, New Zealand. 12 pp.
- Luo, M., Zhao, B., Zhang J., & Qin, Z. (2022). Phenotypic plasticity of the invasive apple snail, *Pomacea canaliculata*, in China: a morphological differentiation analysis, *Molluscan Research*, 42:2, 146-157, DOI: 10.1080/13235818.2022.2064043
- Lv S., Zhang Y., Liu H. X., Hu L., Yang K., Steinmann, P., Chen, Z., Wang L.Y., Utzinger, J., & Zhou, X.N. (2009). Invasive snails and an emerging infectious disease: results from the first national survey on *Angiostrongylus cantonensis* in China. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 3(2): e368.
- MacDonald, R. (2006). Eating raw snails leads to *Angiostrongylus meningitis* in Beijing. *The Lancet Infectious Diseases*. 6: 622.

- Madjos, G.G., & Anies, O.S. (2016). Morphometrics approaches to studying phenotypic plasticity in *Pomacea canaliculata* (Golden apple snail). *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 3(4): 50-56.
- Martín, P.R., Seuffert, M.E., Tamburi, N.E., Burela, S., & Saveanu, L. (2017). Behaviour and ecology of *Pomacea canaliculata* from Southern Pampas (Argentina). En: *Biology and management of invasive apple snails*, Joshi R.C., Cowie R.H., & Sebastian L.S. (eds), pp 241-256. Philippine Rice Research Institute (PhilRice), Maligaya, Science City of Muñoz, Nueva Ecija, Philippines.
- Matsukura, K., Tsumuki, H., Izumi, Y., & Wada, T. (2009). Physiological response to low temperature in the freshwater apple snail, *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Journal of Experimental Biology* 212: 2558-2563.
- Mochida, O. (1991). Spread of freshwater Pomacea snails (Pilidae, Mollusca) from Argentina to Asia. *Micronesica*. 3(Supplement): 51-62.
- MolluscaBase eds. (2021). MolluscaBase. *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822). Accessed at: <http://www.molluscabase.org/aphia.php?p=taxdetails&id=741113> on 2025-07-30
- Morrison, W.E., & Hay, M.E. (2011). Feeding and growth of native, invasive and non-invasive alien apple snails (Ampullariidae) in the United States: invasives eat more and grow more. *Biological Invasions*. 13 (4): 945-955.
- Naranjo-García, E. (2003). Moluscos continentales de México: dulceacuícolas. *Revista de Biología Tropical* 51(supl. 3):495-505.
- Navarro-Tiznado, E.A., Ruiz-Campos, G., & Valdez-Villavicencio, J.H. (2024a). Composición alimentaria de la rana toro exótica (*Aquarana catesbeiana*) en un humedal de montaña cerca de la frontera México-Estados Unidos: dieta de la rana toro en Baja California. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 7(2), e728-08.
- Navarro-Tiznado, E.A., Valdez-Villavicencio, J.H., González-Gutiérrez, N.S., Alvarez, J.A., Wilcox, J.T., Peralta-García, A., Quintana-Mondragón, J., & Lara-Reséndiz, R.A. (2024b). Índice de erradicación de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) en la región Mediterránea de Baja California, México. *Acta Biológica Colombiana*, 29(2), 12-25.
- Naylor, R. (1996). Invasions in agriculture: assessing the cost of the golden apple snail in Asia. *Ambio*. 25 (7): 443-448.
- North American Invasive Species Network (NAISN). (2018, dic). About the North American Invasive Species Network. <https://www.naisn.org/about/>

- Organización de las Naciones Unidas. (2015). Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>
- Ortíz-Serrato, L., Ruiz-Campos, G., & Valdez-Villavicencio, J.H. (2013). Diet of the exotic American bullfrog, *Lithobates catesbeianus*, in a stream of northwestern Baja California, Mexico. *Western North American Naturalist*, 74(1), 116-122.
- Palma-Ordaz, S., & Delgadillo-Rodríguez, J. (2014). Distribución potencial de ocho especies exóticas de carácter invasor en el estado de Baja California, México. *Botanical Sciences*, 92(4), 587-597.
- Parpal Servole, J., Saad Alvarado, L., & Born-Schmidt, G. (2017). Mecanismos económicos para la atención de especies exóticas invasoras en México. En: el impacto de las especies exóticas invasoras en México, CESOP (Eds), pp 30-37. *Revista Legislativa de Estudios Sociales y de Opinión Pública*.
- Peralta-García, A., Valdez-Villavicencio, J.H., Navarro-Tiznado, A., Erickson, R.A., & Lara Resendiz, R.A. (2023). An update on the freshwater exotic fauna in the Mediterranean region of Baja California, Mexico. *BioInvasions Record*, 12(4).
- Prata, J.C. (2024). The Environmental Impact of E-Waste Microplastics: A Systematic Review and Analysis Based on the Driver–Pressure–State–Impact–Response (DPSIR) Framework. *Environments*, 11(2), 30.
- Periodico Oficial (PO). (2020). Estatuto territorial de los municipios del estado de Baja California. *Periodico Oficial No.1, 03 de enero de 2020, Tomo CXXVII*.
- Ramírez-Albores, J.E., & Badano, E. (2021). Alien species as counterpart of a megadiverse country as Mexico. *Management of Biological Invasions*, 12(4): 828–845.
- Rodríguez-Labajos, B., Binimelis, R., & Monterroso, I. (2009). Multi-level driving forces of biological invasions. *Ecological economics*, 69(1), 63-75.
- Roy, H.E., Pauchard, A., Stoett, P., Renard Truong, T., Bacher, S., Galil, B.S., Hulme, P.E., Ikeda, T., Sankaran, K., McGeoch, M.A., Meyerson, L.A., Nuñez, M.A., Ordonez, A., Rahlao, S.J., Schwindt, E., Seebens, H., Sheppard, A.W., & Vandvik, V. (2024). Resumen para los encargados de la formulación de políticas de la evaluación temática de las especies exóticas invasoras y su control. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11274355>

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2016). Reporta SAGARPA avance de producción de 348.9 mil toneladas de uvas. <https://www.gob.mx/agricultura%7Czacatecas/articulos/reporta-sagarpa-avance-de-produccion-de-348-9-mil-toneladas-de-uva-140999>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, “Cumbre de la Tierra”. Río de Janeiro, Brasil. <https://www.cbd.int/convention/text/>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). (2022). Marco Mundial de la Biodiversidad Kunming-Montreal. Decimoquinta Conferencia de las Partes (COP15). Montreal, Canadá. www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf
- Secretaría de Turismo (SECTUR). (2016). Se compromete SECTUR a fortalecer ruta del vino en BC, como parte de la Política Gastronómica. <https://www.gob.mx/sectur/prensa/se-compromete-sectur-a-fortalecer-ruta-del-vino-en-bc-como-parte-de-la-politica-gastronomica>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2017). Lista de las especies exóticas invasoras para México. Anexo I: listado de Invertebrados. (Última actualización 06 de marzo de 2017) <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/lista-de-invertebrados>
- Tamburi, N.E., & Martín, P.R. (2009). Reaction norms of size and age at maturity of *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) under a gradient of food deprivation. *Journal of Molluscan Studies* 74: 19-26.
- Tovar-Hernández, M.A. (2016). Reporte de: Riesgo de introducción de moluscos para acuario y mascotas a México. IC-2016-037. Servicios de consultoría para la elaboración de análisis de riesgo detallados para especies invasoras de alto riesgo para México, CONABIO, 187 pp.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2000). Guías para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras. IUCN Grupo de Especialistas sobre Especies Invasoras. Auckland, Nueva Zelanda. <https://portals.iucn.org/library/node/12678>

- UICN. (2023, oct 24). Grupo de Especialistas en Especies Invasoras de la CSE de la UICN. <https://iucn.org/es/our-union/commissions/group/grupo-de-especialistas-en-especies-invasoras-de-la-cse-de-la-uicn>
- Vásquez-Silva, G., Castro-Barrera, T., Castro-Mejía, J., & Mendoza-Martínez, G.D. (2011). Los caracoles del género *Pomacea* (Perry, 1810) y su importancia ecológica y socioeconómica. *Contactos*. 81: 28-33.
- Wada, T., & Matsukura, K. (2017). Response to abiotic stress in *Pomacea canaliculata* with emphasis on cold tolerance. En: *Biology and management of invasive apple snails*, Joshi R.C., Cowie R.H., & Sebastian L.S. (eds), pp 119-132. Philippine Rice Research Institute (PhilRice), Maligaya, Science City of Muñoz, Nueva Ecija, Philippines.
- Wilson, R.M. (2011). *Seeking refuge: birds and landscapes of the Pacific flyway*. University of Washington Press.
- Wood, T.S., Anurakpongsatorn, P., Chaichana, R., Mahujchariyawong, J., & Satapanajaru, T. (2005). Predation on freshwater bryozoans by the apple snail, *Pomacea canaliculata*, Ampullariidae, an invasive species in Southeast Asia: a summary report. *Denisia Neue Serie*. 28: 283-286.
- Wood, T.S., Anurakpongsatorn, P., Chaichana, R., Mahujchariyawong, J., & Satapanajaru, T. (2006). Heavy predation on freshwater bryozoans by the golden apple snail, *Pomacea canaliculata* Lamarck, 1822 (Ampullariidae). *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*. 6 (1): 31-36.
- Wood, T.S., Anurakpongsatorn, P., & Mahujchariyawong, J. (2017). Predation on freshwater bryozoans by invasive apple snails. En: *Biology and management of invasive apple snails*, Joshi R.C., Cowie R.H., & Sebastian L.S. (eds), pp 63-72. Philippine Rice Research Institute (PhilRice), Maligaya, Science City of Muñoz, Nueva Ecija, Philippines.
- Yang, R., Cao, R., Gong, X., & Feng, J. (2023). Large shifts of niche and range in the golden apple snail (*Pomacea canaliculata*), an aquatic invasive species. *Ecosphere*, 14(1), e4391.
- Yusa, Y. (2001). Predation on eggs of the apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) by the fire ant *Solenopsis geminata*. *Journal of Molluscan Studies* 67: 275-279.

Yusa, Y., Wada, T., & Takahashi, S. (2006). Effects of dormant duration, body size, self-burial and water condition on the long-term survival of the apple snail, *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Applied Entomology and Zoology* 41: 627-632.

12. ANEXOS

12.1. Informe Técnico de Confirmación de Presencia del Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*), en Baja California.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL



Informe Técnico de Confirmación de Presencia del Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*), en Baja California.

PRESENTAN:

M.C. Camila Guillén

Dr. Bernardino Ricardo Eaton González

Dra. Natalia Alejandra Rodríguez Revelo

Recibir
Araceli Estrada A
22- Junio- 2025

Ensenada, Baja California, México, marzo del 2025

Ensenada, Baja California a 18 de marzo de 2025

ARACELY ESTRADA ALDAMA
REPRESENTANTE DEL GRUPO KUMIAI "SIÑAW KUATAY"
PRESENTE

Quien escribe, Camila Guillén, estudiante de la Especialidad en Gestión Ambiental (UABC, Ensenada), elabora el presente documento con base en el desarrollo del Trabajo Terminal para la especialidad con la temática de especies exóticas invasoras, específicamente con el Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*). Este caracol de agua dulce nativo de Sudamérica, se encuentra clasificado para México como Exótico Presente, según fuentes oficiales del gobierno mexicano a través de la CONABIO.

Sobre este particular, y mediante la revisión de registros del Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*) publicados en la plataforma iNaturalista para Baja California, se identificó un registro realizado el 24 de septiembre del 2023 en la localidad de San Antonio Necua, Baja California, México. A partir de esta información, se coordinó una visita al Centro Ecoturístico Kumiai "Siñaw Kumatay" en San Antonio Necua, la cual se realizó el 07 de diciembre del 2024, junto con el Dr. Bernardino Ricardo Eaton González (codirector del Trabajo Terminal).

En las instalaciones se pudo observar un estanque artificial, el cual se encontraba sin agua y con vegetación seca. En este se pudieron identificar más de 30 conchas vacías de caracoles de agua dulce, con características que permiten reconocerlas dentro de la Familia Ampullariidae y del Género *Pomacea*, estas se describen como: conchas globosas, lisas sin ornamentos, con bandas de coloración oscura, y con opérculos córneos. Además, se pudieron observar dos masas de puestas de huevos abiertas, con restos de coloración rosa brillante, lo cual pudiera indicar que se podría tratar de la especie de Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*).

Sumado a esto, se habló con gente de la comunidad, al mostrarles fotografías de la especie y de sus puestas de huevos (una de las características esenciales para su identificación empírica), al menos dos personas comentaron recordar haber visto puestas de huevos en este estanque en años anteriores.

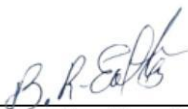
Por otra parte, en febrero del presente año, se tuvo una reunión con la M.C. Fabiola López (técnica de la comunidad), con quien se habló sobre el posible origen de la vegetación presente en el estanque artificial. Fabiola comentó la posibilidad de que dicha vegetación haya sido trasplantada desde cuerpos de agua cercanos a la comunidad.

De esta manera, con las fotografías publicadas en el registro de iNaturalista, el material observado en la visita realizada al sitio y con la información brindada por la comunidad, se podría considerar que en el estanque artificial del Centro Ecoturístico Kumiai "Siñaw Kumatay" sí se registra la presencia de Caracol Manzano. Por este motivo, sería indispensable realizar monitoreos, especialmente cuando el estanque se encuentre con agua, y en los alrededores de este sitio, luego de la temporada de lluvias. También, sería necesario realizar una revisión al filtro de agua que posee el estanque artificial, ya que allí se podrían encontrar ejemplares vivos de la especie en cuestión. Además, sería importante identificar el origen de los ejemplares de Caracol Manzano y de la vegetación presente en el estanque artificial. Y, teniendo en cuenta los comentarios de la M.C. Fabiola, sería de suma relevancia realizar una visita a los sitios cercanos a la comunidad donde hayan cuerpos de agua dulce con presencia de la vegetación que se encuentra en el estanque.

Sin más por el momento. Quedo pendiente de sus comentarios.
La saludan atentamente.



Biol. Camila Guillén
Est. Especialidad en Gestión Ambiental



Dr. Bernardino Ricardo Eaton González
Codirector de Trabajo Terminal




Dra. Natalia Alejandra Rodríguez Revelo
Codirectora de Trabajo Terminal

ANEXO FOTOS

1. Registro iNaturalista 24-09-23 (<https://mexico.inaturalist.org/observations/184823098>)


Coordenadas: Lat/Lon 32.10451277, -116.49827107

Pomacea canaliculata (Channeled Apple Snail) Research Grade Follow




paul_norwood
35,053 observations

Observed: Sep 24, 2023 · 6:49 PM PDT
Submitted: Sep 24, 2023 · 9:51 PM PDT



Ensenada, MX-BN, MX

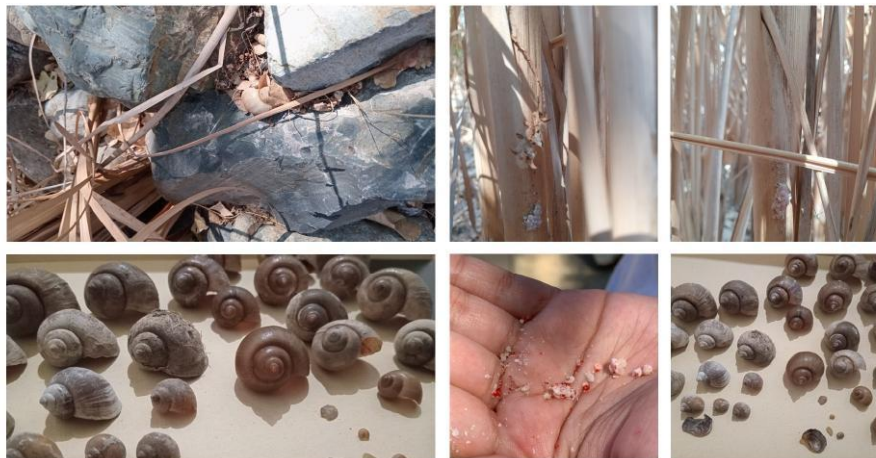
el_maldo and camilagullen faved this observation



2. Características morfológicas de identificación de la especie



3. Visita al Centro Ecoturístico Kumiai "Sifaw Kwatay" en San Antonio Necua, la cual se realizó el 07-12-24



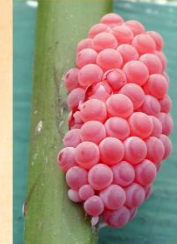
12.2. Divulgación: ¡Se Busca Caracol Manzano!

SE BUSCA CARACOL MANZANO

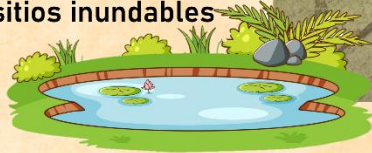
El Caracol Manzano (*Pomacea canaliculata*) es un caracol de agua dulce que se puede encontrar en lagos, lagunas, estanques, presas, ríos, arroyos, y sitios inundables con vegetación.



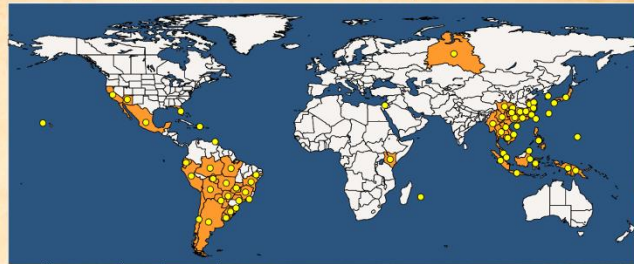
PH: By KENPEI - KENPEI's photo, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7608263>



PH: By Ji-Elle - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=67240958>



Es nativo de Sudamérica (Argentina, Uruguay, Paraguay y sur de Brasil), pero en México fue encontrado en 2009 en la presa Matamoros-1950, Algodones, Mexicali, Baja California.



<https://gd.eppo.int/taxon/POMACA/datasheet>

Se identifica a la especie como **EXÓTICA PRESENTE** en el país, y por características de la especie es considerado con alto riesgo de invadir otros sistemas naturales mexicanos.

Puede afectar la biodiversidad de los lugares donde no es nativo, modificando las condiciones del ambiente, desplazando especies y disminuyendo poblaciones de plantas y animales de los cuales se alimenta.



PH: Ignacio Pavia @popurri_natural



PH: CHUCAO - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=29286811>

Referencias:

- *Campos *et al.* (2013) Primer registro en México.
- *CONABIO (2017) MERI *P. canaliculata*.
- *Tovar Hernández (2016) Reporte de Riesgo de introducción de moluscos.

¿LO HAS VISTO?

Contáctanos
camila.guillen@uabc.edu.mx

**SE BUSCA
CARACOL MANZANO**

Por invadir territorio mexicano



Pomacea canaliculata
caracol de agua dulce
sudamericano

CONTACTARSE CON

camila.guillen@uabc.edu.mx

**SE BUSCA
CARACOL MANZANO**

Por invadir territorio mexicano



Pomacea canaliculata
caracol de agua dulce
sudamericano

CONTACTARSE CON

camila.guillen@uabc.edu.mx

**SE BUSCA
CARACOL MANZANO**

Por invadir territorio mexicano



Pomacea canaliculata
caracol de agua dulce
sudamericano

CONTACTARSE CON

camila.guillen@uabc.edu.mx

**SE BUSCA
CARACOL MANZANO**

Por invadir territorio mexicano



Pomacea canaliculata
caracol de agua dulce
sudamericano

CONTACTARSE CON

camila.guillen@uabc.edu.mx