

CRECIMIENTO EN CAUTIVERIO
DEL MOLUSCO *POMACEA*
PAULA CATEMACENSIS



Gabriela Vázquez Silva | Germán David Mendoza Martínez
Laura Georgina Núñez García | Jhoana Díaz Larrea
Jorge Castro Mejía | María Teresa Núñez Cardona | Rubén Cabrera

SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2024

CRECIMIENTO EN CAUTIVERIO
DEL MOLUSCO *POMACEA*
PAULA CATEMACENSIS

Gabriela Vázquez Silva | Germán David Mendoza Martínez
Laura Georgina Núñez García | Jhoana Díaz Larrea
Jorge Castro Mejía | María Teresa Núñez Cardona | Rubén Cabrera

REDACTOR JEFE

Prof. Me Isabelle de Souza Carvalho

EDITOR EJECUTIVO

Nathan Albano Valente

ORGANIZADORES DE LIBROS

Gabriela Vázquez Silva
Germán David Mendoza Martínez
Laura Georgina Núñez García
Jhoana Díaz Larrea
Jorge Castro Mejía
María Teresa Núñez Cardona
Rubén Cabrera

2024 por Seven Editora
Copyright © Seven Editora
Copyright del texto © 2024 Os Autores
Copyright de la Edición © 2024 Seven Editora

PRODUCCIÓN EDITORIAL

Seven Publicações Ltda

EDICIÓN DE ARTE

Alan Ferreira de Moraes

EDICIÓN DE TEXTO

Natan Bones Petitemberte

BIBLIOTECA

Tábata Alves da Silva

IMÁGENES DE PORTADA

Rubén Cabrera

ÁREA DE CONOCIMIENTO

Ciencias Biológicas

El contenido del texto y su forma, corrección y fiabilidad son responsabilidad exclusiva de los autores y no representan necesariamente la posición oficial de Seven Publicações Ltda.. El trabajo puede ser descargado y compartido siempre que se dé crédito a los autores, pero sin posibilidad de alterarlo de ninguna manera o utilizarlo con fines comerciales.

Todos los manuscritos fueron sometidos previamente a revisión ciega por pares por miembros del Consejo Editorial de esta editorial, y fueron aprobados para su publicación con base en criterios de neutralidad e imparcialidad académica.

Seven Publicações Ltda se compromete a garantizar la integridad editorial en todas las etapas del proceso de publicación, evitando plagios, datos o resultados fraudulentos e impidiendo que intereses financieros comprometan las normas éticas de publicación.

Las situaciones sospechosas de mala conducta científica serán investigadas bajo los más altos estándares de rigor académico y ético.



El contenido de este Libro ha sido enviado por los autores para su publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

CONSEJO EDITORIAL

REDACTOR JEFE

Profº Me. Isabele de Souza Carvalho

CONSEJO EDITORIAL

Pedro Henrique Ferreira Marçal. Vale do Rio Doce University
Adriana Barni Truccolo- State University of Rio Grande do Sul
Marcos Garcia Costa Morais- State University of Paraíba
Mônica Maria de Almeida Brainer - Federal Institute of Goiás Campus Ceres
Caio Vinicius Efigenio Formiga - Pontifical Catholic University of Goiás
Egas José Armando - Eduardo Mondlane University of Mozambique
Ariane Fernandes da Conceição- Federal University of Triângulo Mineiro
Wanderson Santos de Farias - Universidad de Desarrollo Sustentable
Maria Gorete Valus -University of Campinas
Luiz Gonzaga Lapa Junior- Universidade de Brasília
Janyel Trevisol- Universidade Federal de Santa Maria
Irlane Maia de Oliveira- Universidade Federal de Mato Grosso
Paulo Roberto Duailibe Monteiro- Universidade Federal Fluminense
Luiz Gonzaga Lapa Junior- Universidade de Brasília
Janyel Trevisol- Universidade Federal de Santa Maria
Yuni Saputri M.A- Universidade de Nalanda, Índia

Catalogación Internacional en Datos de Publicación (CIP)
(Cámara Brasileira del Libro, SP, Brasil)

Crescimento en cautiverio del molusco pomacea paula catemacensis [livro eletrônico]. -- São José dos Pinhais, PR : Seven Events, 2023.
PDF

Vários organizadores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-84976-99-3

1. Biodiversidade marinha - Preservação
2. Invertebrados marinhos 3. Moluscos.

23-187121

CDD-592

Índices para el catálogo sistemático:

1. Invertebrados marinhos : Ciências zoológica 592

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

DOI: 10.56238/livrosindi202403-001

Seven Publicações Ltda
CNPJ: 43.789.355/0001-14
editora@sevenevents.com.br
São José dos Pinhais/PR

DECLARACIÓN DEL AUTOR

El autor de este trabajo DECLARA, a los efectos siguientes, que:

No tiene ningún interés comercial que genere un conflicto de intereses en relación con el contenido publicado;

Declara haber participado activamente en la elaboración de los respectivos manuscritos, preferentemente en las siguientes condiciones: "a) Diseño del estudio, y/o adquisición de datos, y/o análisis e interpretación de los datos; b) Elaboración del artículo o revisión para que el material sea intelectualmente relevante; c) Aprobación final del manuscrito para su presentación";

Certifica que el texto publicado está completamente libre de datos y/o resultados fraudulentos y defectos de autoría;

Confirma la correcta citación y referenciación de todos los datos e interpretaciones de datos de otras investigaciones.
investigación;

Reconoce haber informado a todas las fuentes de financiación recibidas para llevar a cabo la investigación;

Autoriza la publicación de la obra, incluyendo registros en catálogo, ISBN, DOI y otros indexadores, diseño visual y creación de la portada, maquetación interna, así como su lanzamiento y difusión de acuerdo con los criterios de Seven Eventos Acadêmicos e Editora.

DECLARACIÓN DEL EDITOR

Seven Publicações DECLARA, a efectos de derechos, deberes y cualquier trascendencia metodológica o jurídica, que:

La presente publicación constituye sólo una cesión temporal de derechos de autor, constituyendo un derecho de publicación y reproducción de los materiales. La Editora no es solidariamente responsable por la creación de los manuscritos publicados, en los términos establecidos en la Ley de Derecho de Autor (Ley 9610/98), art. 184 del Código Penal y art. 927 del Código Civil; El/los autor/es son exclusivamente responsables por la verificación de tales derechos de autor y demás cuestiones, eximiendo a la Editora de los daños civiles, administrativos y penales que puedan surgir.

Autoriza la DIVULGACIÓN DE LA OBRA por el/los autor/es en conferencias, cursos, eventos, espectáculos, medios de comunicación y televisión, siempre que haya el debido reconocimiento de autoría y edición y sin ningún fin comercial, con la presentación de los debidos CRÉDITOS a SIETE PUBLICACIONES, siendo el/los autor/es y editor/es responsables por la omisión/exclusión de esta información;

Todos los libros electrónicos son de acceso abierto, por lo que se ruega no venderlos en su sitio web, sitios asociados, plataformas de comercio electrónico o cualquier otro medio virtual o físico. Por lo tanto, está exento de cesión de derechos de autor a los autores, ya que el formato no genera más derechos que los fines didácticos y publicitarios de la obra, que puede ser consultada en cualquier momento.

Todos los miembros del consejo editorial son doctores y están vinculados a instituciones públicas de enseñanza superior, como recomienda la CAPES para obtener la condición de libro Qualis;

Seven Eventos Acadêmicos no cede, vende o autoriza el uso de los nombres y correos electrónicos de los autores, o cualquier otro dato sobre ellos, para fines distintos de la difusión de esta obra, de conformidad con el Marco Civil da Internet, la Ley General de Protección de Datos y la Constitución de la República Federativa.

ORGANIZADORES DE EBOOKS



Gabriela Vázquez Silva

Licenciada en Biología por la Universidad Autónoma Metropolitana, México. Doctora en Ciencias Biológicas y de la Salud por la Universidad Autónoma Metropolitana, México. Profesor-Investigador Titular B, T.C. del Departamento El Hombre y su Ambiente, UAM Xochimilco. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I, CONAHCYT. Perfil Deseable, PRODEP SEP. Especialista en manejo y conservación *ex situ* de especies endémicas de agua dulce en riesgo.



Germán David Mendoza Martínez

Médico Veterinario Zootecnista por la Universidad Autónoma Metropolitana, México. Doctorado en Nutrición por la Universidad de Nebraska, Lincoln. Profesor-Investigador Titular C, T.C. del Departamento de Producción Agrícola y Animal, UAM Xochimilco. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel III, CONAHCYT. Especialista en nutrición animal. <http://orcid.org/0000-0002-8613-6464>



Laura Georgina Núñez García

Licenciado en Hidrobiología y Maestría en Biología por la Universidad Autónoma Metropolitana, México. Técnico Académico Nivel C Tiempo Completo del Departamento de Hidrobiología, UAM-I. Especialista en Acuicultura con énfasis en las áreas de Hidroponía, Acuaponía, Sanidad Acuícola y Fisiología de Organismos Acuáticos.



Jhoana Díaz Larrea

Licenciada en Biología y Máster en Biología Marina por la Universidad de la Habana, Cuba. Doctora en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma Metropolitana, México. Profesor-Investigador, Titular "C". T.C. del Departamento de Hidrobiología, UAM-Iztapalapa. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Perfil PRODEP, del Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior. Especialista en sistemática filogenética y biología molecular.



Jorge Castro Mejía

Dr. Jorge Castro Mejía. Licenciatura y Maestría en Biología en la UAM-Iztapalapa. Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud en la UAM. Profesor Titular C. T.C. Departamento El Hombre y su Ambiente. Área Académica Estrategias Biológicas para el Aprovechamiento de los Recursos naturales Acuáticos (EBARNA). Especialista en producción de alimento vivo.
<http://orcid.org/0000-002-5632-2581>



María Teresa Núñez-Cardona

Bióloga por la Universidad Nacional Autónoma de México. Doctora en Ciencias Biológicas (Microbiología) por la Universidad Autónoma de Barcelona. España. Profesora-Investigadora Titular C, Tiempo Completo, Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Perfil Deseable PRODEP SEP. Especialista en el estudio de bacterias fotoautótrofas y heterótrofas de ambientes acuáticos y terrestres, así como su interacción con plantas y animales.



Ruben Cabrera

Biólogo de formación por la Universidad de La Habana. Ha desarrollado su investigación en osteología de peces, mamíferos y reptiles autóctonos en contextos arqueológicos. También tiene experiencia en ecología, sistemática de algas marinas.

PRESENTACIÓN

Con un arreglo anatómico muy básico, y moradores de los cuerpos de aguas poco profundos, se les atribuyen a los caracoles “teogolos”; una especie endémica del Lago de Catemaco, muchas funciones ecosistémicas. Explotados comercialmente en la región, este molusco ocupa el tercer lugar de importancia en la extracción pesquera del Lago de Catemaco. Según datos recientes, el 29% de la población económicamente activa está dedicada a actividades de pesca, y resulta alarmante si comparamos los porcentajes de extracción histórica, por ejemplo, un trabajador podía recolectar en 2005 hasta 7 Kg al día, y hoy apenas llega a 1 Kg. Ello, aunque ha disparado los precios, no es una alternativa sustentable en el tiempo. Factores como la inobservancia de las tallas mínimas de capturas, y las recolecciones oportunistas de hembras grávidas son algunos de los factores que la actividad de subsistencia ha traído consigo. La información que se presenta en esta guía, constituye los pilares de la domesticación de la especie, y sitúan a la acuicultura como una herramienta que permitirá la bajada de precios y la preservación de la especie en su entorno natural.

R. Cabrera

SUMÁRIO

RESUMEN	9
1 INTRODUCCIÓN	10
1.1 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LOS CARACOLES POMÁCEOS EN MÉXICO.....	11
1.2 EL CARACOL TEGOGOLO COMO RECURSO.....	12
2 ASPECTOS GENERALES DEL TEGOGOLO	13
2.1 CARACTERÍSTICAS DEL LAGO DE CATEMACO: HÁBITAT DEL CARACOL TEGOGOLO....	13
2.2 CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DEL CARACOL TEGOGOLO.....	15
2.3 CICLO DE VIDA DEL CARACOL TEGOGOLO P. PATULA CATEMACENSIS.....	17
2.4 ALIMENTACIÓN DE LOS CARACOLES POMÁCEOS.....	20
3 CULTIVO DEL CARACOL	22
3.1 OBTENCIÓN DE DESOVES Y SU TRANSPORTACIÓN.....	22
3.2 INCUBACIÓN DE DESOVES.....	23
3.3 CONDICIONES DE CAUTIVERIO.....	25
3.4 CRECIMIENTO.....	26
3.5 CRECIMIENTO DEL CARACOL TEGOGOLO.....	29
3.6 PESO.....	31
4 SOBREVIVENCIA	33
4.1 COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DEL CARACOL.....	33
4.2 PERSPECTIVAS.....	34
REFERENCIAS	36

En México, el aprovechamiento de caracoles de agua dulce en particular: *Pomacea patula catemacensis* se realiza desde hace mucho en la región de Catemaco Veracruz. Conocidos, popularmente como “tegogolo” su captura genera ingresos y empleos para los habitantes y es uno de los principales recursos pesqueros del Lago de Catemaco, Veracruz. Niveles de captura no sustentables, a los que se unen degradación de su hábitat han generado una depresión en sus niveles de disponibilidad. A diferencia de otras especies cultivadas en la región, su manejo en estanques para su comercialización es prácticamente poco conocido por los pescadores de subsistencia, interesándose más por su captura en el medio natural. Por lo que el objetivo de la presente guía es proporcionar información práctica sobre la incubación, crecimiento y sobrevivencia del caracol utilizando alimentos comerciales. Los datos expuestos en esta “guía práctica” se exponen de forma sencilla y didáctica y están dirigidos al sector agropecuario, pescadores y a aquellas personas interesadas en producirlo con fines de autoconsumo o comercialización.

Palabras clave: Manejo, Metodología, Molusco endémico.

Los caracoles comestibles tienen gran relevancia desde los inicios de la historia del hombre hasta la época actual, ya que representan un valioso recurso alimentario (Naranjo 2003, Vinatea 2004). En México, el aprovechamiento de los caracoles dulceacuícolas, marinos y salobres se realiza principalmente en las zonas subtropicales, constituyendo una parte importante de la dieta de las comunidades costeras (Baqueiro 1984). Tal es el caso del caracol pomáceo de agua dulce que habita en el Lago de Catemaco Veracruz, *Pomacea patula catemacensis*, que es conocido localmente como “teogolo”.

El Lago de Catemaco conserva un rendimiento pesquero elevado situándolo como uno de los más productivos a nivel nacional, sin embargo, en las últimas tres décadas la cosecha pesquera descendió a 1800 toneladas anuales. Una de las especies de gran importancia en la producción pesquera de la zona es el caracol teogolo, lamentablemente las poblaciones de este disminuyeron drásticamente en la década de los años 80, donde la producción que se explotaba era de 5,000 ton y esta descendió en 2001 a tan sólo 24 ton (Carreón *et al.* 2003), en años subsiguientes se reportó una ligera recuperación de las poblaciones de este caracol, sin embargo las capturas no han sobrepasado de 50 toneladas anuales (Mejía-Ramírez *et al.* 2020).

Como en otros cuerpos de agua del país, el Lago de Catemaco también presenta problemáticas semejantes, como son la contaminación en el agua por la falta de control en el uso de detergentes, fertilizantes y plaguicidas en las inmediaciones al lago, la tala de los bosques y la consecuente pérdida del suelo, que modifica el régimen de aporte de agua y acelera el azolvamiento (Torres-Orozco & Pérez-Rojas 1995, Amador del Ángel *et al.* 2006).

Una alternativa para preservar las poblaciones silvestres del teogolo sin desatender su demanda local es el desarrollo de técnicas acuícolas que permitan su crianza en condiciones ya sean naturales, seminaturales o naturales, debido a que el caracol posee un alto potencial para ser cultivado como lo son su rápido crecimiento, su alto porcentaje de sobrevivencia, aceptación a diferentes dietas, así como sus cualidades nutritivas, además de que su carne es magra y con una palatabilidad agradable (Vázquez-Silva *et al.* 2012);. Por otro lado, este gasterópodo es un importante recurso alimentario y económico para los pobladores de Catemaco, que a nivel regional podría producirse como una fuente alternativa de proteína animal para áreas con escasos recursos y al mismo tiempo generar ingresos económicos para los pescadores interesados en su crianza Castillo *et al.* 2020, Mejía-Ramírez *et al.* 2020).

El objetivo de esta guía es proporcionar a los acuicultores interesados en el cultivo del teogolo información sobre la incubación, crecimiento y sobrevivencia del caracol utilizando alimentos balanceados comerciales. Además de facilitar datos sobre la composición nutrimental de su carne para ser aprovechada como una fuente alternativa de proteínas no sólo de forma local, sino

que pueda transferirse a otras regiones del país donde se puedan satisfacer las necesidades alimenticias de los habitantes con un producto de calidad e inocuo.

1.1 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LOS CARACOLES POMÁCEOS EN MÉXICO

En México, las conchas de diversos caracoles se han aprovechado de muy diversas maneras, un ejemplo es en la para elaboración de la cal que es un ingrediente usado en la preparación de las tortillas, una tradición proveniente de los Tuxtlas; no obstante, el mayor valor que tienen los caracoles pomáceos es en la alimentación tradicional *Pomacea flagellata* y *Pomacea patula catemacensis* son las especies que principalmente se consumen en Veracruz y Tabasco desde la época prehispánica hasta nuestros días (Naranjo 2003). Esta última, conocida en la región como “tegegolo” genera ingresos y fuentes de trabajo debido a que es uno de los principales recursos pesqueros empleado como alimento y material para elaborar artesanías en el Lago de Catemaco, Veracruz. Para su comercialización los vendedores difunden sus productos en redes sociales, ya sea su carne o su concha (Figura 1). Un caso menos publicitado es el caracol *Pomacea flagellata* cuyo consumo se reduce a nivel familiar (Naranjo-García & García-Cubas 1986). Sin embargo, recientemente se verifica una tendencia a su comercialización para consumo humano en el estado de Tabasco, México (Ramírez-Muñoz *et al.* 2021).

Figura 1. Estrategias de comercialización de productos del caracol “tegegolo” en redes sociales en Catemaco, Veracruz, México. a, Nótese: tres hileras de conchas de caracol, enlazadas de forma vertical. Precio de venta: no disponible. b, Nótese: masa muscular del caracol limpia y empacada en bolsas de plástico. Precio de venta: 280 pesos mexicanos.



Fuente: a, Anuncios digitales disponibles en: <https://www.mexicodesconocido.com.mx/tegegolos-caracoles-de-agua-dulce-de-catemaco.html>. b, Anuncios digitales disponibles en: <https://www.facebook.com/tegegologmail/>.

Nota: las imágenes no están sujetas a derechos de autor.

1.2 EL CARACOL TEGOGOLO COMO RECURSO

El tegogolo es una subespecie de caracol de agua dulce cuya distribución está restringida al Lago de Catemaco en Veracruz, México por lo que se considera como endémica (Vázquez-Silva 2008). Esta no se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo dentro de las Normas Oficiales Mexicanas como la NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT 2010), pero si es una especie sujeta a explotación pesquera. Como único manejo de la especie de caracol en el Lago de Catemaco, se establece la veda en un periodo de marzo a junio donde la talla mínima de captura debe ser mayor a 32 mm de longitud de la concha y la captura debe realizarse mediante buceo libre (SEGOB 2004).

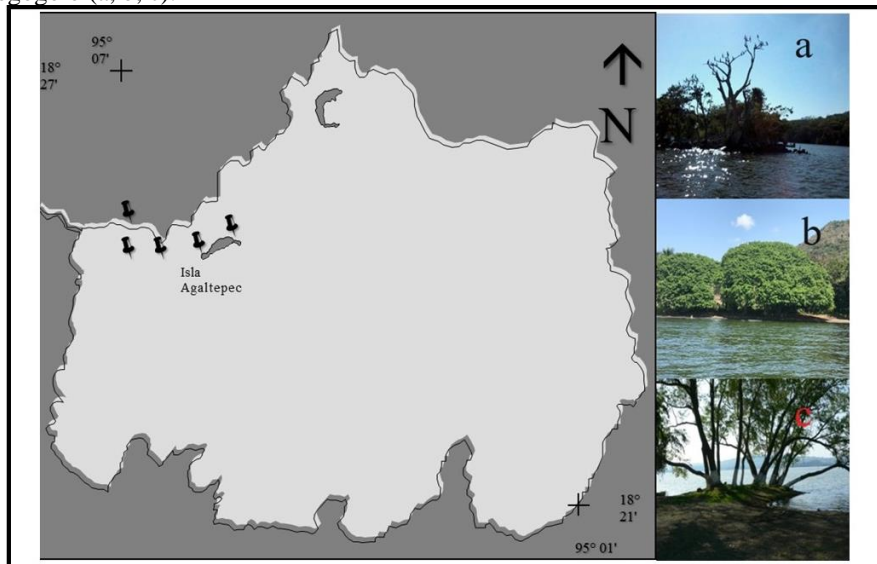
El caracol forma parte de la alimentación típica del lugar y lamentablemente se le ha dado poco manejo para llegar a un aprovechamiento racional (Naranjo-García & García-Cubas 1986, Naranjo 2003). Además, la información básica sobre esta especie en particular es escasa y hasta el momento no existe en el mercado una dieta específica, nutricionalmente balanceada que contribuya a establecer su cultivo (García-Ulloa *et al.* 2007).

El impacto del azolvamiento y la contaminación en el Lago de Catemaco aunado a la sobreexplotación pesquera del caracol han propiciado el descenso de las poblaciones de tegogolo en los últimos años. Otro factor que se suma a dicha problemática, es el manejo inadecuado del nivel del agua en el lago por parte de la Hidroeléctrica de Chilapán de la Comisión Federal de Electricidad, según quejas de los pescadores de tegogolo. Este manejo implica descensos excesivos en el nivel del lago, lo que causa la muerte de las crías del caracol, ya que por su biología éstos quedan expuestos a la intemperie reduciendo sus probabilidades de supervivencia, debido a los bajos niveles del agua (Torres-Orozco & Pérez- Rojas 2002).

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL LAGO DE CATEMACO: HÁBITAT DEL CARACOL TEGOGOLO

El Lago de Catemaco se encuentra en el Estado de Veracruz, dentro de la Cuenca del Río Papaloapan a una altitud de 333.5 msnm, tiene una forma casi cuadrangular con una superficie de 7 254 ha, un volumen de 551.52 Mm³ y una profundidad media de 7.6 m y una máxima de 11 m (Figura 2). Los sedimentos predominantes son las arcillas en la parte central del lago y los limos arcillosos y las arenas gravosas en las riberas. En el lago se han registrado datos de conductividad de 140-170 m^{cm-1}, pH de entre 8 a 9 debido a los aportes de carbonatos procedentes de los manantiales y la temperatura promedio anual es de 24.1°C en la superficie del lago (Vázquez-Silva 2008).

Figura 2. Mapa que muestra las zonas de estudio en el Lago Catemaco. Diferentes vistas del Lago de Catemaco, donde habita el caracol tegogolo (a, b, c).



Fuente: De izquierda a derecha. Mapa de localidad, Vázquez-Silva (2008). a, b, Tripadvisor, imagen libre de derecho de autor. c, Wikipedia Enciclopedia Libre. Nota: imágenes libres de derecho de autor.

Este cuerpo acuático presenta circulación constante, con oxígeno disuelto en toda la columna de agua. El agua es de tipo bicarbonatado, moderada en calcio y relativamente rica en magnesio; los cloruros son elevados (10 a 13 mg/l). El agua se clasifica como blanda, el contenido de amonio, nitritos y nitratos es reducido y el de fosfatos es alto. La penetración de luz varía entre 0.53 y 2 m de profundidad. El clima predominante en el Lago de Catemaco es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La temperatura media anual es entre 18 a 26°C. La precipitación total anual es de 2,000 a 4,500 mm (Pérez-Rojas *et al.* 1993). Estas características hacen propicio el crecimiento de las poblaciones del caracol tegogolo en vida silvestre y pueden considerarse como referencia para el cultivo de este en otras regiones. Algunas de las características más relevantes del Lago se presentan en el Cuadro I.

Cuadro I. Características morfométricas del Lago de Catemaco, Veracruz.

Longitud máxima	12 320 m
Anchura máxima	10 250 m
Anchura media	5 888.2 m
Perímetro	49 754.4 m
Área superficial	72 542 932
Volumen	551 525 000 m ³
Profundidad media	7.6 m
Profundidad máxima	22 m

Fuente: Vázquez-Silva (2008).

La vegetación nativa circundante al lago es de gran importancia para el ciclo de reproducción del caracol tegogolo debido a que ponen sus desoves en árboles como el apompo (*Pachira aquatica*), también pueden depositarlos en vegetación acuática como el lirio acuático (*Eichornia crassipes*) o cucharita o platanito (*Pontederia sagittata*). También otro tipo de vegetación acuática (Figura 3) funciona como área de resguardo o descanso de los caracoles, como son el paixte (*Ceratophyllum demersum*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), ombligo de venus (*Hydrocotyle verticillata*) y nenúfares (*Nymphaea* sp. y *Nymphaea ampla*) (Bautista –Miguel 2023).

Figura 3. Vegetación típica del Lago de Catemaco, que sirve de resguardo al caracol tegogolo a, apompo. b, platanito c, el paixte. d, lechuga de agua. e, ombligo de venus y f, nenúfares.



Fuente: Tomadas de internet

2.2 CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DEL CARACOL TEGOGOLO

El tegogolo pertenece a la familia Ampullariidae cuyos individuos presentan concha globosa (Figura 4). Esta es delgada con una apertura amplia y oval, translúcida cuya coloración varía de amarillento a verde olivo o café oscuro. Se observan de 25 a 40 bandas espirales de color café oscuro con diferentes grosores. El opérculo es córneo, delgado y piriforme de color café oscuro, más pequeño que la abertura opercular (Rangel-Ruíz *et al.* 2003).

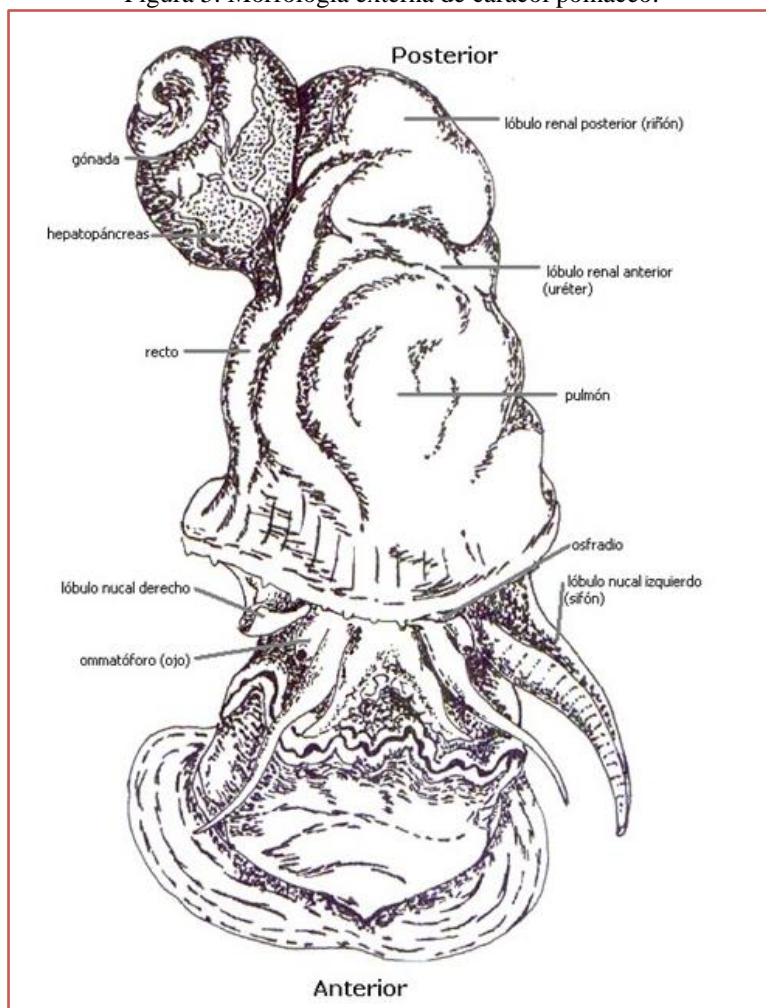
Figura 4. Concha y opérculo de caracol tegogolo.



Fuente: Vázquez-Silva *et al.* (2011)

Este caracol posee un paquete visceral que contiene al conjunto de órganos que están envueltos por un delgado epitelio que termina en un adelgazamiento enrollado en espiral situado en la punta de la concha llamado ápice. La glándula digestiva representa la mayor parte de esta masa visceral; en la parte proximal asoma la cara superficial del estómago (Figura 5). Estos caracoles poseen un aparato bucal llamado rádula, el cual contiene un diente central puntiagudo y angular que les ayuda a raspar la vegetación o el sustrato del cual se alimentan (Baker 1922) (Figura 6).

Figura 5. Morfología externa de caracol pomáceo.



Fuente: Barnes (1977).

Figura 6. Rádula de caracol pomáceo. a, vista del orificio bucal con rádula. b, Acercamiento de cinta muscular incrustada de dentículos duros.



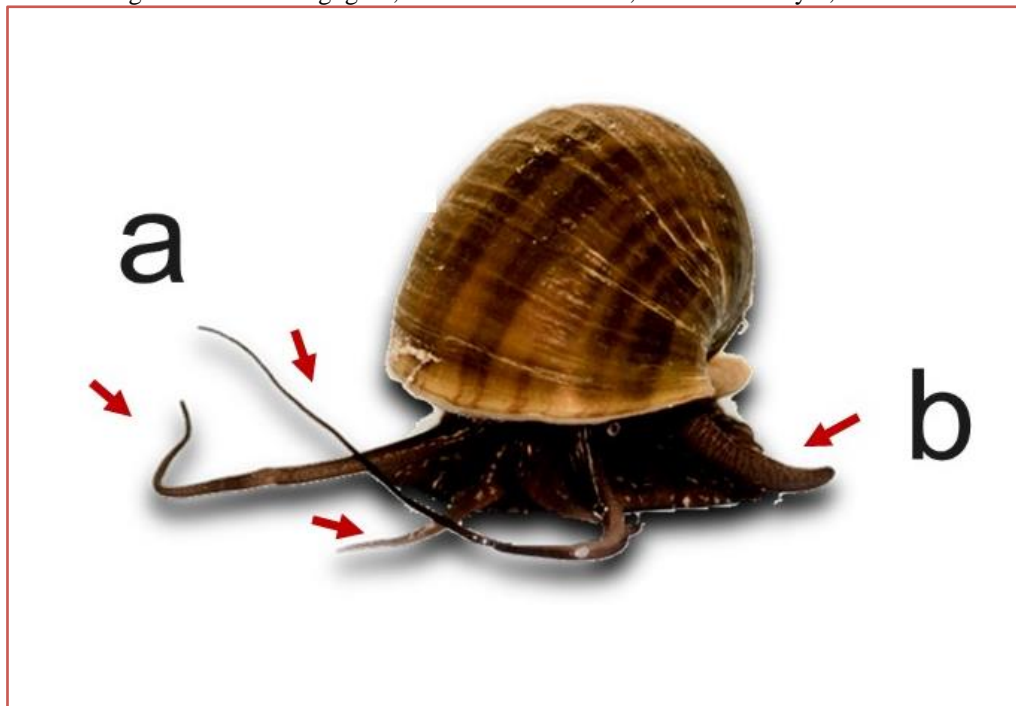
Fuente: a, b, <https://laguiadelacuuario.es> > invertebrados-aguadulce, con modificaciones. Nota: imágenes libres de derechos de autor.

El tegolo presenta en su cavidad derecha una branquia y en la izquierda una cámara que funciona como pulmón, además de poseer un sifón extensible y largo. Esta particularidad, convierte al tegolo en un organismo anfibio facilitando la deposición de huevecillos. Esta capacidad para la

ovoposición fuera del agua, es común para el género *Pomacea*, lo que permite que las masas de huevos sean protegidas de los depredadores acuáticos (Do Nascimento *et al.* 2021).

No menos importante es la presencia de cuatro pares de tentáculos largos que se proyectan a ambos lados de la cabeza, los cuales son de gran utilidad en su alimentación ya que los tegogolos tienen una visión limitada (Perera & Walls 1996) (Figura 7).

Figura 7. Caracol tegogolo, las flechas indican: a, los tentáculos y b, el sifón.



Fuente: Vázquez-Silva *et al.* (2011) modificado.

2.3 CICLO DE VIDA DEL CARACOL TEGOGOLO *P. PATULA CATEMACENSIS*

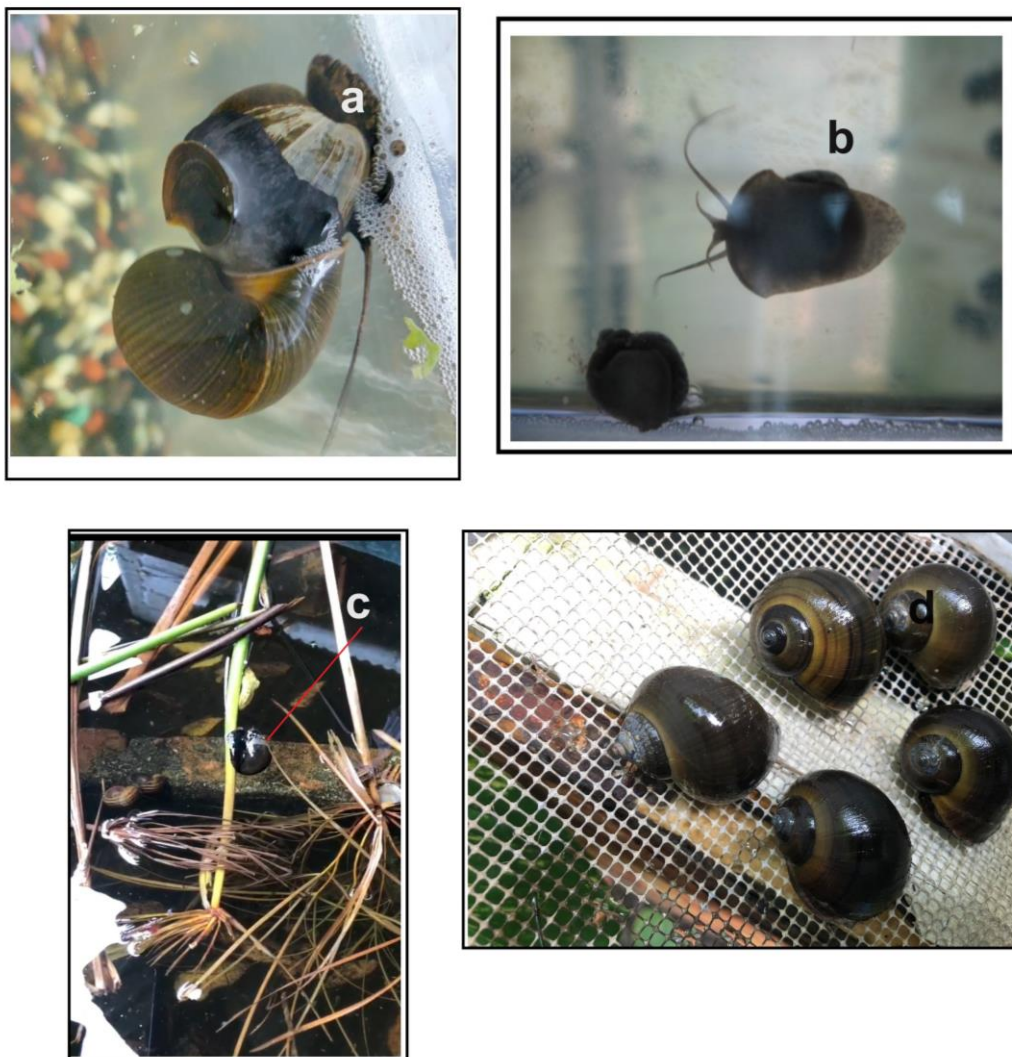
Los caracoles gasterópodos del orden *Pomacea* presenta sexos separados (dioicos) y no pueden diferenciarse sexualmente a simple vista (sin dimorfismo sexual), ni en tamaño ni en coloración. Una de las formas en las que se puede determinar el sexo de estos moluscos es buscar el complejo peneal del macho sobre la parte superior de la abertura a la derecha de la cabeza (Tamburi *et al.*, 2023)

En la cópula el macho se coloca sobre la hembra a la cual se adhiere, enseguida exterioriza el pene por la abertura superior de la concha penetrando en el orificio genital de la hembra localizado en la misma posición, iniciando de esta manera la cópula (Figura 8 a). Durante esta, los organismos pueden estar sumergidos o flotando en la superficie del agua, incluso la hembra puede continuar alimentándose, o hacerlo luego del proceso (Figura 8 c). El periodo de cópula varía desde unos cuantos minutos hasta tres horas. Al término de la cópula, el macho retrae el pene abandonando la concha de la hembra y se precipita al fondo (Rangel 1988). En los procesos de reproducción aun

cuando estos se realizarán por aficionados es recomendable separar a los pies de crías luego de la copulación Gamarra-Luques *et al.* (2013) (Figura 8 d).

Otro aspecto importante, es la talla media de los individuos aptos para el proceso de cópula (35 mm). Esta longitud se corresponde a la talla en que Carreón-Palau *et al.* (2003), validaron histológicamente la madurez sexual de *P. patula catemacensis*. Dimensión que aceptan otros autores como: Oliva-Rivera *et al.* (2016) para el también pomáceo, *P. flagellata*.

Figura 8. Proceso de reproducción en cautividad del caracol *Pomacea patula catemacensis*. a, cópula en condiciones de laboratorio. b, alimentándose después de la cópula en el laboratorio. c, caracol alimentándose después de la cópula en un estanque rústico (pileta). d, pies de crías del caracol.

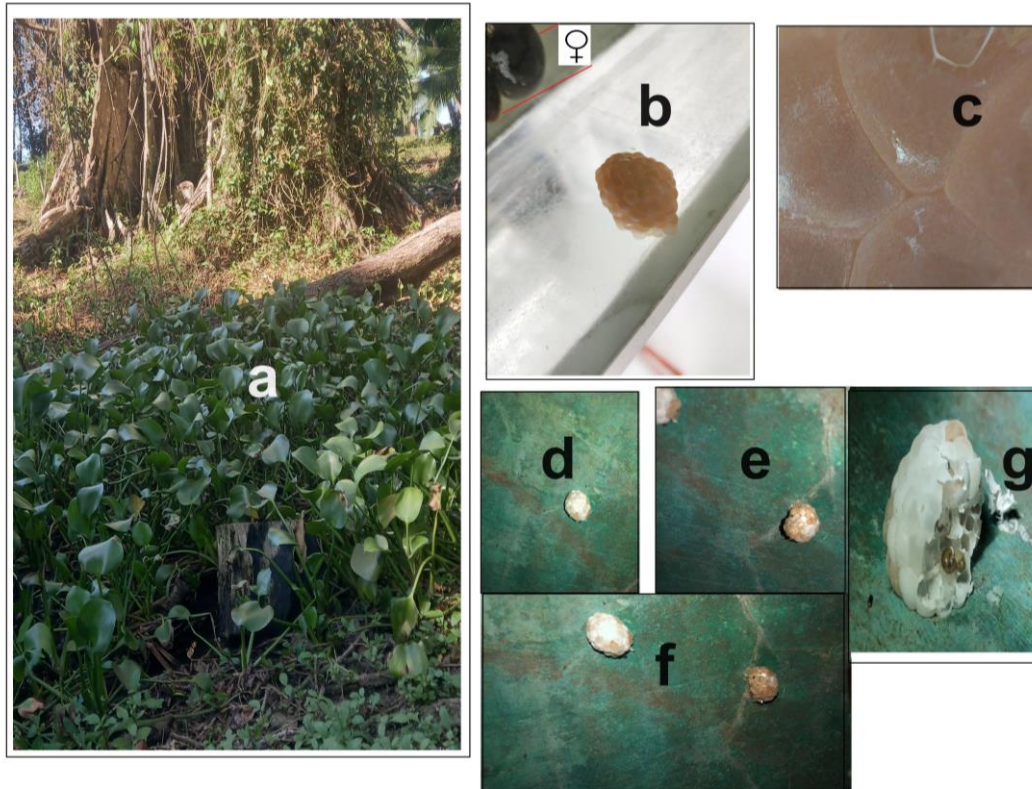


Fuente: a, b, Morales-Sánchez S. c, d, Hernández-Herrero J. C.

Un comportamiento característico de este género es que las hembras depositan sus huevecillos fuera del agua, colocando sus desoves sobre superficies duras como: troncos del árbol apompo, ramas, rocas y frecuentemente sobre tallos y hojas del lirio acuático *Eichornia crassipes* (Figura 9 a). Para ovopositar, la hembra se mantiene adherida por medio del pie que le sirve como órgano de fijación.

La ovoposición inicia con la liberación constante de huevos a intervalos de un huevo cada minuto aproximadamente con ligeras interrupciones (Vázquez-Silva 2008).

Figura 9. Aspectos ecológicos y reproductivos del caracol tegogolo. a, Humedal donde habita el caracol tegogolo, nótese los lirios acuáticos y árboles de apompo a orillas del lago. b-f, Diferentes estadios de las puestas de huevos en condición de cautividad. b, huevos recién ovopositados. c, acercamiento (vista aumentada) de los huevos. d, e, f, vista superficial de diferentes estadios de los huevos. g, acercamiento, donde se verifica el nacimiento de nuevas crías.



Fuente: De izquierda a derecha. a, Cabrera R. b, c, Morales-Sánchez S. d, e, f, g, Hernández-Herrero J. C.

Los huevecillos son aglutinados por un líquido viscoso, acumulándose hasta que forman un conglomerado; la hembra se desplaza lentamente hacia abajo dándole la forma ovalada característica (Figura 9 b), aunque también se pueden presentar diversas formas y tamaños, dependiendo de la edad de la hembra y del lugar donde ovopositan (Rangel-Ruíz *et al.* 2003).

El diámetro de los huevos oscila entre 2.5 y 3.0 mm, las puestas recién colocadas son de color rosa pálido y blandas, las cuales se van endureciendo en unas horas. Posteriormente los desoves tienen una coloración que se va haciendo más intensa hasta llegar a un rosa fuerte, pero antes de la eclosión de los caracoles estas se tornan blanquecinas, dicho cambio en la coloración se atribuye al desarrollo embrionario. La eclosión regularmente puede ser simultánea, o tardar un par de días en completarse, la cual se logra con el rompimiento de las paredes internas del desove para finalmente caer al agua (Perera & Walls 1996).

Los organismos recién eclosionados tienen una longitud máxima de 1.5 mm y una cocha de color claro transparente, que puede presentar pigmentaciones en forma de puntos oscuros y al cabo de 2 días aproximadamente, esta pigmentación empieza a completarse hasta adquirir el color oscuro con bandas coloreadas características de estos organismos. Diferencias sutiles tanto en la longitud de las puestas y dimensiones de los recién eclosionados han sido expuestos por Oliva-Rivera *et al.* (2016).

Básicamente, la reproducción del tegogolo se realiza durante todo el año, lo cual puede observarse por la presencia de puestas recientes en la vegetación circundante al lago. La reproducción aumenta en los meses más secos del año presuntivamente porque una vez que los desoves se han endurecido pueden dañarse al contacto con el agua (Vázquez-Silva 2008).

2.4 ALIMENTACIÓN DE LOS CARACOLES POMÁCEOS

Los caracoles pomáceos conocidos como “caracoles manzana” pueden presentar tres tipos básicos de alimentación, aunque usualmente se consideran herbívoros cuando se alimentan de macrófitas o de hojas verdes. En algunos casos, tienen hábitos carroñeros ya que se les ha observado alimentándose de peces o animales muertos o incluso presentar canibalismo, pues se les ha llegado a observar comiendo animales muertos, incluidos otros gasterópodos (Rangel 1988). Otros, se presentan como micrófagos (consumidores de microalgas) que se encuentran adheridas sobre la vegetación llamado perifiton, sobre objetos inertes o incluso sobre microalgas en suspensión; pueden alimentarse de estas por ramoneo o por movimientos ciliares (Perera & Walls 1996). Sin embargo, sus hábitos alimenticios no se limitan a un sólo tipo ya que bajo ciertas condiciones pueden tener las tres modalidades o cambiar sus preferencias para alimentarse (hábitos facultativos), considerándose también como omnívoros.

Independientemente de la clasificación que se le ha dado a los caracoles según sus hábitos alimentarios, éstos muestran un amplio espectro de preferencia en su dieta, posición que se apoya en diversas investigaciones bajo condiciones de cautiverio; los pomáceos en general han sido alimentados con vegetación acuática como el lirio acuático (*Eichornia crassipes*) (Figura 10) o espinaca de agua (*Ipomoea acuatica*) (Asiain & Olguín 1995) y también con vegetales más accesibles como son las hortalizas, entre estas la lechuga (Albrecht *et al.* 1996) y la col (Estoy *et al.* 2002); sin embargo, los caracoles también aceptan dietas balanceadas con fuentes de proteína de origen animal, tal es el caso del alimento para ranas (Góngora *et al.*, 2005), para trucha (Carreón *et al.* 2003) y carpa (Ruíz *et al.* 2005), con las cuales el caracol ha mostrado buen crecimiento y reproducción.

Figura 10. Plantas acuáticas silvestres de *Eichornia crassipes* que sirve de alimento a los caracoles pomáceos.



Fuente: Cabrera R.

En cautiverio los caracoles pueden ser cultivados con alimentos comerciales para diferentes especies acuícolas como peces o camarones, debido a que no existe en el mercado un concentrado específico para esta especie. Por otro lado, el porcentaje de proteína contenido en estos alimentos no tiene una influencia significativa en el crecimiento por lo que se pueden elegir aquellas que estén disponibles en la región o los que mejor convengan económicamente. Los alimentos balanceados tienen la ventaja de ser muy prácticos en el suministro y manejo, además de ser convenientes debido a sus características de flotabilidad o sedimentación dependiendo del tipo de cultivo a manejar (Vázquez-Silva *et al.* 2012) Algunos de los alimentos que pueden utilizarse para el caracol pueden ser concentrados comerciales elaborados específicamente para bagre, camarón, tilapia y trucha. La composición de algunos alimentos usados para la alimentación del caracol tegogolo en cautiverio se presenta en el Cuadro II.

Cuadro II. Análisis químico proximal (A.Q.P.) de los alimentos comerciales Purina® utilizados en la alimentación del caracol tegogolo.

Contenido (%)	Alimentos balanceados							
	Bagre 28%		Camarón 25%		Tilapia 25%		Trucha 40%	
	ETQ	LAB	ETQ	LAB	ETQ	LAB	ETQ	LAB
Materia seca	ND	91.7	88.0	91.2	88.0	91.3	ND	91.1
Cenizas	ND	8.5	11.30	6.7	11.0	9.1	ND	8.9
Proteína cruda	28.0	31.0	25.0	27.8	25.0	28.7	40.0	42.0
Grasa cruda	ND	9.1	6.0	11.8	5.0	1.7	ND	2.5
Carbohidratos	ND	24	ND	31.9	ND	34.3	ND	16.9
FDN	ND	27.3	6.0	21.8	5.0	26.2	ND	29.7
Fósforo	ND	0.9	0.9	1.0	0.80	1.0	ND	1.1

ETQ: Análisis químico proximal mostrado en la etiqueta del envase

LAB: Análisis químico proximal realizado en laboratorio

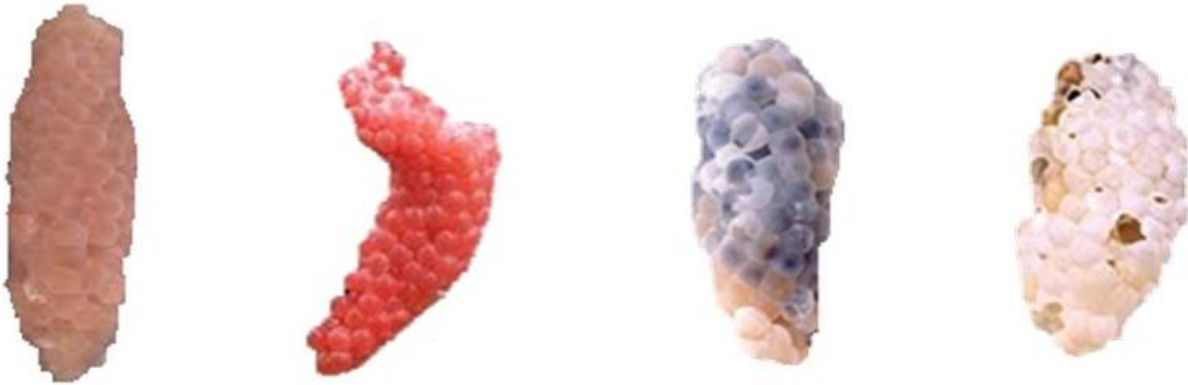
ND: Parámetro no disponible en la etiqueta del envase

Fuente: Vázquez Silva (2008).

3.1 OBTENCIÓN DE DESOVES Y SU TRANSPORTACIÓN

La recolección de desoves de *Pomacea patula catemacensis* puede realizarse manualmente con la ayuda de una espátula, despegándolos delicadamente de la vegetación circundante al lago, tomando como criterio de selección la coloración, es decir, los desoves de color rosa pálido y blandos se consideran como los más recientes y los blanquecinos y sólidos como aquellos donde las crías de caracol no tardarán en eclosionar (Vázquez-Silva 2008). (Figura 11).

Figura 11. Coloración del desove en diferentes etapas de maduración del caracol tegogolo.



Fuente: <http://www/shutterstock> con modificaciones. [Las fotos se orden de izquierda a derecha de acuerdo con su madurez, correspondiendo a la extrema derecha al estado de eclosión]. Nota: libre de derechos de autor.

Es muy importante que los desoves se coloquen en compartimentos, donde se puedan rociar con un poco de agua para que no sufran daño por fisuras y deshidratación, una charola para cubos de hielos y un envase térmico pueden ser suficientes para su transportación (Figura 12).

Figura 12. Implementos para conservar la temperatura y humedad en el transporte de desoves de caracol tegogolo. a, Hielera y b, charola para hielos.



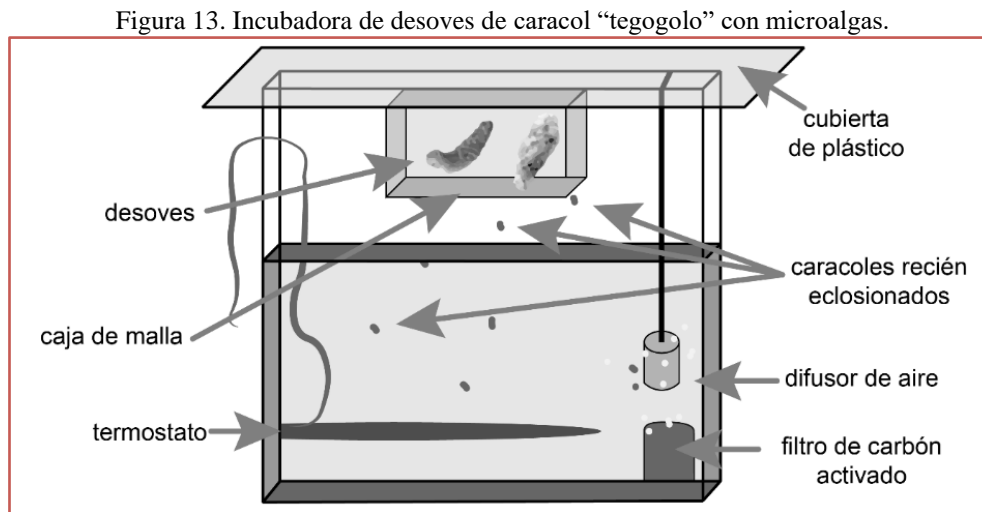
Fuente: Vázquez-Silva G.

3.2 INCUBACIÓN DE DESOVES

Una vez obtenidos los desoves es necesario preparar con anticipación la incubadora, para lo cual es muy útil un acuario o tina de 40 L, el cual debe de llenarse a un 50 % en una proporción de 50% de agua previamente declorada y 50% de agua verde que contenga microalgas de agua dulce de la zona, o bien utilizarse las especies *Chlorella vulgaris*, *Haematococcus pluvialis*, *Sphaerocystis* entre otras; las cuales irán formando películas adheridas a las paredes y proporcionarán alimento inmediato a los neonatos de caracol después de su eclosión (Vázquez-Silva 2008).

Posteriormente las tinas o acuarios de incubación deben cubrirse con un plástico para mantener una humedad relativa del 70% al 80% si el cultivo se encuentra en zonas de baja humedad.

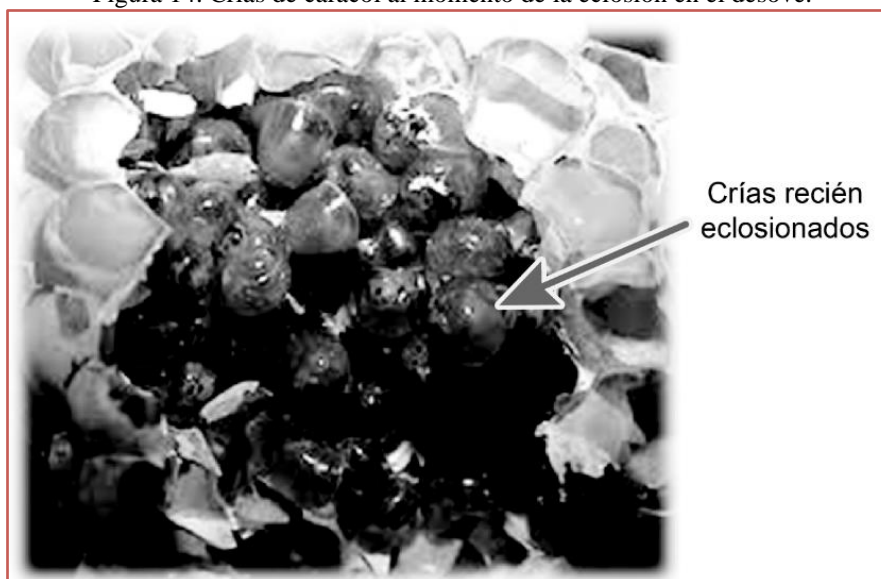
La temperatura del agua requiere que se conserve a 27 ± 1 ° C ya sea con un termostato sumergible o con algún equipo de calefacción ambiental; el pH que se registra en estas condiciones puede variar entre 7.5 a 8. Para incubar los desoves es necesario colocarlos sobre una caja de malla de tela con una abertura mínima de 0.5 cm, dentro del acuario sin que éstos tengan contacto directo con el agua, ya que pueden llegar a descomponerse (Vázquez-Silva 2008). (Figura 13).



Fuente: Iconografía modificada por Cabrera R.

Por otro lado, es de suma importancia colocar un filtro de carbón activado en el acuario para eliminar el amonio del agua, debido a que al momento de la eclosión se generan materiales de desecho que afectan la calidad de la misma. Una vez que los caracoles comienzan a eclosionar en la caja de malla estos irán cayendo directamente al agua enriquecida con microalgas para iniciar su alimentación (Figura 14). Es recomendable que las microalgas se adhieran en las paredes del acuario para que las crías de caracol comiencen a rasparlas con su aparato bucal (rádula). Este procedimiento aplica en otros invertebrados de acuario con mucho éxito (Henry *et al.* 2020). Después de dos a tres días puede complementarse su dieta con hojas de espinaca.

Figura 14. Crías de caracol al momento de la eclosión en el desove.



Fuente: Iconografía modificada por Cabrera R.

3.3 CONDICIONES DE CAUTIVERIO

En el mantenimiento de la calidad del agua en caracoles pomáceos, se recomienda vigilar la temperatura, el oxígeno disuelto, pH, amonio y nitratos. Para el cultivo del caracol tegologo pueden manejarse las condiciones en el agua como lo muestra el Cuadro III.

Cuadro III. Parámetros fisicoquímicos manejados en el cultivo del caracol “tegologo”.

Parámetro	Condición recomendada	Indicador
Temperatura	26 ° C óptimo 24-30 ° C	Interviene en los procesos fisiológicos del caracol como son la respiración, alimentación, aprovechamiento del alimento, crecimiento, reproducción y comportamiento.
Oxígeno	5-9 mg/L	Influye el crecimiento, alimentación y contribuye a la depuración del agua. Los caracoles pueden soportar menor concentración de oxígeno disuelto en el agua por el sifón que presentan, sin embargo, no es recomendable debido a la descomposición rápida de los alimentos
PH	7-8	Indica la concentración de iones de hidrógeno y controla las reacciones del amonio y nitritos
Amonio	>0.1 mg/L	Es derivado de los desechos de los caracoles y desperdicio de alimento, una concentración excesiva puede ser tóxica para ellos.
Nitratos	>0.2 mg/L	En altas concentraciones son tóxicos y afectan el transporte de oxígeno a la sangre.
Fosfatos	0.15-0.2 mg/L	Los fosfatos se encuentran en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas negras. Cuando entra demasiado fosfato al agua, hay un rápido crecimiento de las algas, reduciendo el oxígeno disuelto en el agua.

Fuente: Vázquez Silva (2008).

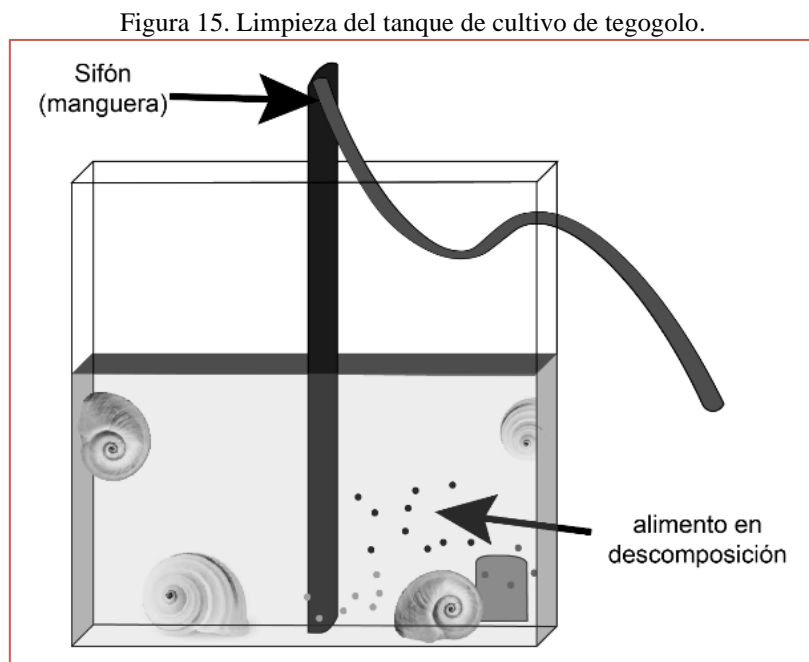
Para conservar una buena calidad del agua en un sistema cerrado de cultivo y eliminar el amonio y nitratos, puede utilizarse un filtro con carbón activado, además de realizar recambios constantes de agua. Un aspecto que aumenta la concentración de estos dos elementos tóxicos son las

dietas excesivas en proteínas (45-55%). El número de caracoles en el cultivo influye en la calidad del agua, la densidad ideal para obtener un crecimiento rápido es de 1 caracol/2 L agua (Fernández *et al.* 2017).

El registro de la temperatura, pH y oxígeno requieren ser revisados diariamente, para lo cual puede ser utilizado un oxímetro, algunos modelos disponen además de un medidor de pH y temperatura, de otra manera se puede utilizar el termómetro y potenciómetro por separado. También existe la opción adquirir pruebas rápidas de acuario para medir oxígeno disuelto y pH. Este tipo de procedimientos se ha empleado exitosamente en otras especies en cultivo Duszynski *et al.* (2011). El resto de los parámetros ambientales del agua, como son los compuestos nitrogenados, pueden ser registrados semanalmente con la ayuda de equipos sencillos y fáciles de obtener en las tiendas de animales y acuarios, los cuales determinan las concentraciones mediante cambios de color.

3.4 CRECIMIENTO

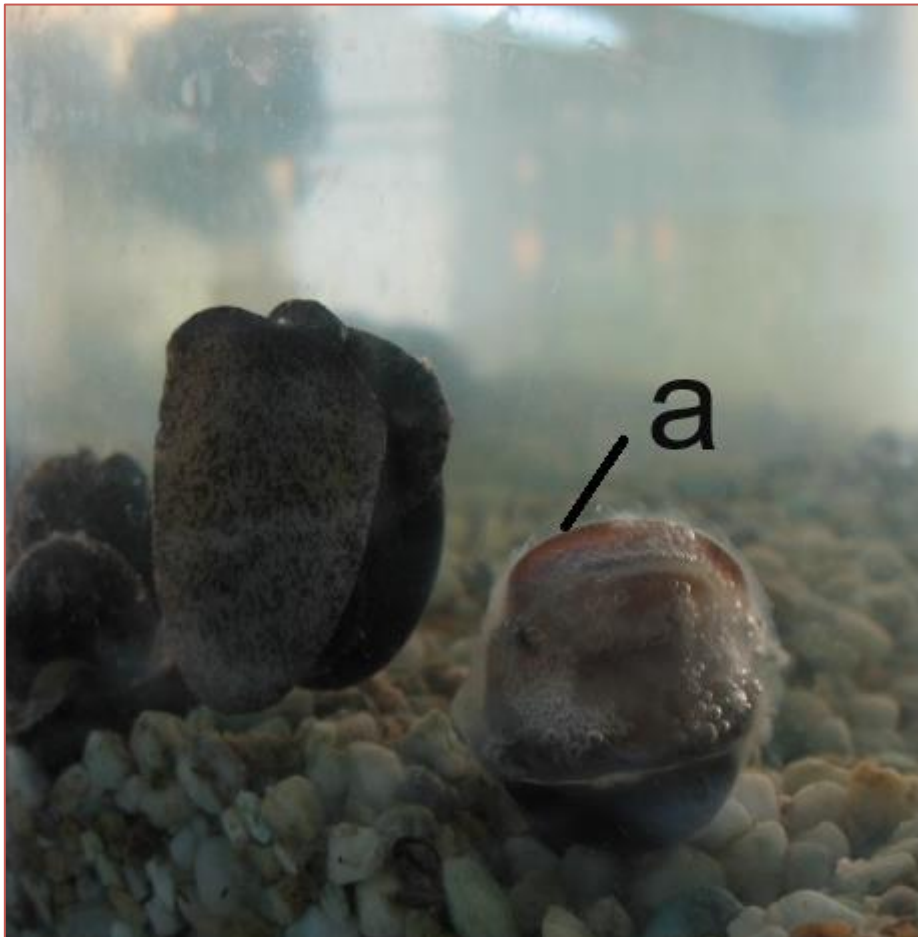
Para el crecimiento óptimo de los caracoles del género *Pomacea* se recomienda proporcionar alimentos balanceados con proteína cruda, tanto de origen animal como vegetal (Mendoza *et al.* 2002, Ramnarine 2004) que pueden ser fácilmente asimilados. Diariamente es necesario retirar los desechos del caracol y del alimento no consumido con la ayuda de un sifón y cada semana realizar un recambio de agua del 50 al 70% (Figura 15).



Fuente: Iconografía modificada por Cabrera R.

Los alimentos balanceados deben ofrecerse diariamente en raciones adecuadas al tamaño del caracol (puede ser el 5% al 10% de la biomasa), para evitar el desperdicio de éstos y la descomposición del agua, lo cual es importante de considerar debido a que los caracoles pueden enfermarse o morir (Vázquez-Silva 2008) (Figura 16).

Figura 16. Caracoles en estanques. a, espécimen muerto debido a la descomposición del agua a causa de exceso de alimento.

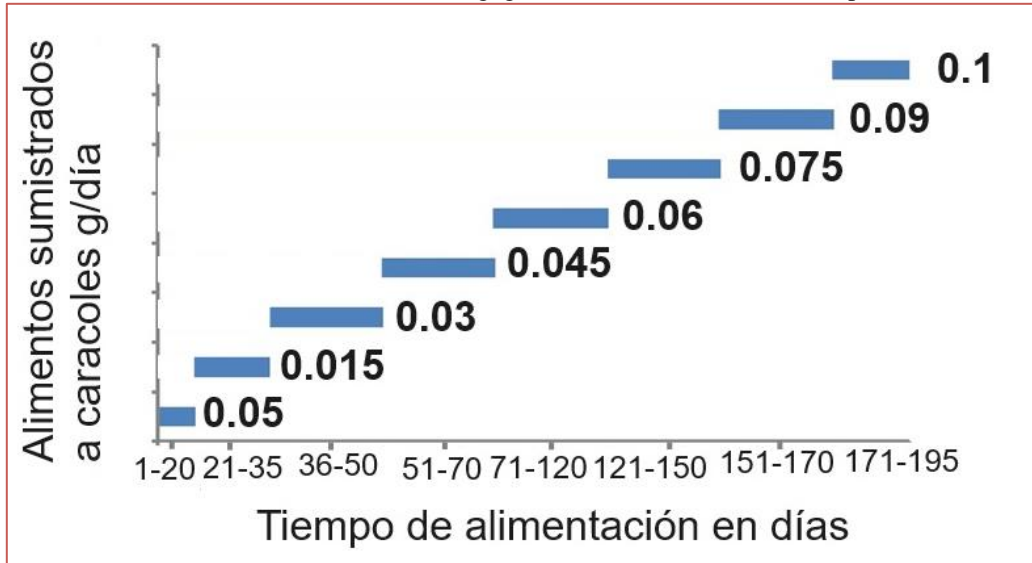


Fuente: Vázquez- Silva G

El alimento puede ser dividido de dos a tres raciones para ser suministrado a lo largo del día y así evitar que los alimentos se sedimenten y los caracoles no logren aprovecharlos o los consuman en estado de fermentación (Vázquez-Silva *et al.* 2012). En la Figura 17 se presenta un programa de alimentación del caracol por tiempos.

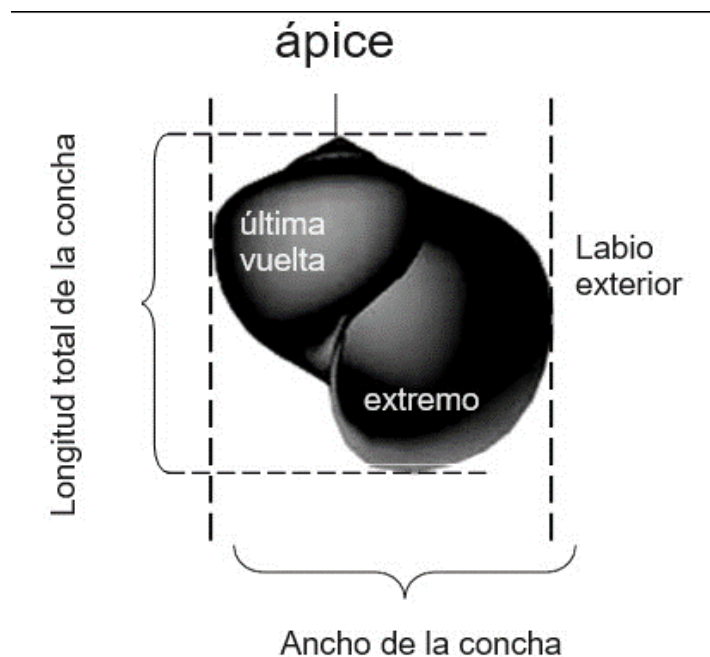
El crecimiento de los caracoles se refleja en el incremento de su talla y peso, lo cual hace necesaria la medición periódica de su longitud total y ancho, así como del peso. Estos datos pueden registrarse con ayuda de un vernier como lo muestra la Figura 18 y el peso se obtiene con una balanza analítica con capacidad para 210 g y precisión de ± 0.0001 g, debido a que este equipo puede registrar el peso de los caracoles recién eclosionados (Vázquez-Silva *et al.* 2012).

Figura 17. Gráfica de la alimentación del caracol tegogolo con alimento balanceado a partir de 15 días de edad.



Fuente: Vázquez- Silva (2008).

Figura 18. Esquema de la terminología y mediciones realizadas en la concha del caracol (criterios de Burch & Cruz-Reyes 1987).



Fuente: Vázquez-Silva (2008).

Para evaluar numéricamente la ganancia en talla y peso de los caracoles, se utilizan las fórmulas descritas por Vázquez-Silva (2008), donde:

- Ganancia en talla ($\blacktriangle T$) = Longitud total final – Longitud total inicial
- Ganancia en peso ($\blacktriangle P$) = Peso húmedo final – Peso húmedo inicial

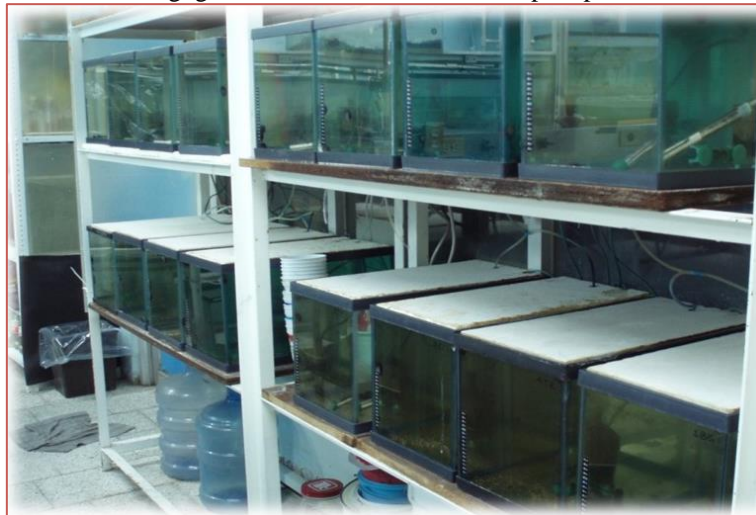
El Factor de Conversión Alimenticia (FCA) es otro parámetro de gran utilidad en la evaluación del crecimiento del caracol para conocer la capacidad de éste en convertir el alimento ingerido en biomasa, el cual se calcula utilizando la siguiente fórmula:

- $FCA = \frac{\text{Cantidad total de alimento proporcionado en gramos}}{\text{Número de caracoles} / \text{Ganancia en peso}}$

3.5 CRECIMIENTO DEL CARACOL TEGOGOLO

Para realizar una evaluación del crecimiento del caracol tegogolo (*Pomacea patula catemacensis*), por ejemplo, entre diferentes alimentos comerciales de uso común en las granjas piscícolas (bagre 28%, camarón 25%, tilapia 25% y trucha 40% de proteína), se puede tomar como modelo un número de 80 caracoles de 15 días de edad mantenidos en crecimiento por 195 días, en densidades de 1 caracol por cada 2 Litros de agua (Figura 19).

Figura 19. Caracoles tegogolos cultivados en laboratorio para pruebas de alimentación.



Fuente: Vázquez- Silva G.

Los resultados obtenidos de las pruebas de alimentación con caracoles se presentan en los Cuadros IV, V, y VI, y pueden ser usados como referencia del crecimiento de estos organismos. Los caracoles que presentan la mayor longitud de la concha son los alimentados con concentrados para trucha, alcanzando una talla máxima de 3.2 cm en 195 días, mientras que, la menor talla se encuentra en los individuos alimentados con los concentrados balanceados para camarón y tilapia con 3.0 cm.

Cuadro IV. Valor promedio de la longitud total (cm) del caracol tegogolo alimentado con concentrados (la edad de los caracoles en la prueba es de 15 días). P, corresponde con el estadígrafo ANDEVA.

Tiempo (días)	Concentrado				ANDEVA P
	Bagre (28%)	Camarón (25%)	Tilapia (25%)	Trucha (40%)	
Peso inicial (0)	0,4	0,4	0,4	0,4	
15	0.8	0.8	0.8	0.8	0.089
30	1.1	1.2	1.2	1.3	0.023
45	1.5	1.5	1.6	1.6	0.075
60	1.8	1.8	1.9	1.8	0.134
75	1.9	1.9	2.0	1.9	0.403
90	2.1	2.1	2.2	2.2	0.111
105	2.2	2.1	2.3	2.2	0.152
120	2.3	2.3	2.4	2.4	0.920
135	2.6	2.4	2.6	2.5	0.154
150	2.7	2.7	2.7	2.8	0.723
165	2.9	2.7	2.7	2.8	0.288
180	2.9	2.9	2.8	3.0	0.287
195	3.1	3.0	3.0	3.2	0.189

Fuente: Vázquez-Silva (2008).

El crecimiento del tegogolo con respecto a los valores del ancho de la concha muestra un comportamiento similar a la longitud total. Los caracoles que alcanzaron un ancho de la concha mayor son los alimentados con concentrados comerciales para trucha con un valor de 3.0 cm, por el contrario, el concentrado balanceado para tilapia influye en que los caracoles crezcan menos en ancho de la concha con 2.7 cm.

Cuadro V. Valor promedio del ancho de la concha (cm) del caracol tegogolo alimentado con concentrados (la edad de los caracoles al inicio de la prueba es de 15 días). P, corresponde con el estadígrafo ANDEVA.

Tiempo (días)	Concentrado				ANDEVA P
	Bagre (28%)	Camarón (25%)	Tilapia (25%)	Trucha (40%)	
Peso inicial (0)	0,4	0,4	0,4	0,4	
15	0.8	0.8	0.8	0.8	0.176
30	1.1	1.1	1.1	1.1	0.115
45	1.3	1.3	1.4	1.4	0.052
60	1.6	1.6	1.7	1.6	0.152
75	1.7	1.7	1.7	1.7	0.776
90	1.9	1.9	1.9	2.0	0.107
105	2.0	1.9	2.1	2.0	0.047
120	2.1	2.1	2.2	2.1	0.944
135	2.4	2.2	2.4	2.3	0.169
150	2.5	2.4	2.6	2.6	0.453
165	2.6	2.5	2.6	2.6	0.454
180	2.7	2.6	2.6	2.8	0.243
195	2.7	2.8	2.9	3.0	0.252

Fuente: Vázquez-Silva (2008).

3.6 PESO

Los caracoles que registran un mayor peso a los 195 días de crecimiento, son los alimentados con concentrado para trucha mostrando un valor de 9.5 g, por el contrario, el menor peso promedio de los caracoles es de 7.9 g con la dieta balanceada para camarón.

Cuadro VI. Valor promedio del peso (g) del caracol tegogolo alimentado con diferentes concentrados (la edad de los caracoles al inicio de la prueba es de 15 días). P, corresponde con el estadígrafo ANDEVA.

Tiempo (días)	Concentrado				ANDEVA
	Bagre (28%)	Camarón (25%)	Tilapia (25%)	Trucha (40%)	P
Peso inicial (0)	0,02	0,02	0,02	0,02	
15	0.2	0.2	0.2	0.2	0.483
30	0.4	0.4	0.4	0.5	0.126
45	0.9	0.9	1.0	1.1	0.038
60	1.3	1.2	1.5	1.4	0.178
75	1.9	1.8	2.0	2.0	0.397
90	2.4	2.5	2.7	2.8	0.152
105	2.9	2.6	3.3	3.1	0.055
120	3.7	3.6	3.8	3.9	0.804
135	5.0	4.2	5.2	4.6	0.164
150	6.0	5.6	6.4	5.9	0,889
165	6.9	6.4	6.0	6.8	0,533
180	7.7	7.0	6.8	8.3	0,201
195	8.7	7.9	8.1	9.5	0,197

Fuente: Vázquez-Silva (2008)

Los pesos de las conchas de los caracoles alimentados con concentrados para tilapia y trucha son ligeramente mayores con 1.4 g para cada uno, en comparación con los caracoles silvestres y los concentrados para bagre y camarón donde se registra un valor de 1.3 g (Cuadro VII).

Cuadro VII. Comparación del valor promedio del peso de la concha, longitud y ancho del caracol tegogolo alimentado en cautiverio y capturado en vida silvestre.

Tipo de alimento	Peso de la concha (g)	Longitud total (cm)	Ancho de la concha (cm)
Concentrado para Bagre (28%)	1.3	3.1	2.9
Concentrado para Camarón (25%)	1.3	3.0	2.8
Concentrado para Tilapia (25%)	1.4	3.0	2.7
Concentrado para Trucha (40%)	1.4	3.2	3.0
Alimentación de vida silvestre	1.3	3.0	2.7

Fuente: Vázquez- Silva (2008).

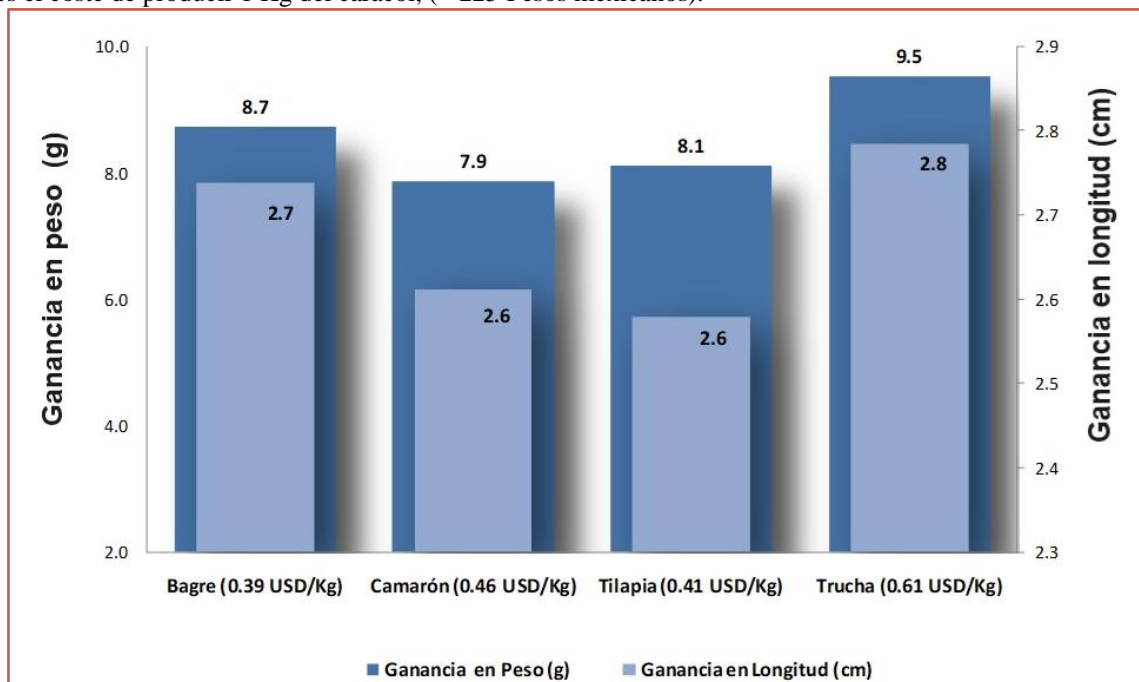
Los valores del Factor de Conversión Alimenticia del caracol muestran que éste presenta un mejor crecimiento en peso alimentado con el concentrado para bagre (1.3:1), mientras que la dieta menos eficiente es con el concentrado para tilapia con un valor de 1.9 g alimento/1 g caracol (Cuadro VIII). En general, 80 caracoles pueden mantenerse por 6 meses y medio (195 días) con menos de un kilogramo de alimento balanceado (902 gramos) (Figura 20).

Cuadro VIII. Comparación del factor de conversión alimenticia de los caracoles en cautiverio con cuatro dietas balanceadas.

Parámetros	Dietas balanceadas			
	Bagre (28%)	Camarón (25%)	Tilapia (25%)	Trucha (40%)
Factor de Conversión Alimenticia (g alimento/g caracol)	1.3: 1	1.8: 1	1.9: 1	1.5: 1
Cantidad total de alimento suministrado (g) para 80 caracoles en un periodo de 195 días	902	902	902	902
Biomasa final con concha (g)	318.2	300.9	256.2	304.4
Biomasa final sin concha (g)	219.0	207.9	170.7	211.5
Número final de caracoles	75	69	59	65

Fuente: Vázquez- Silva (2008).

Figura 20. Ganancia de peso y longitud del caracol con respecto al costo del concentrado (tipo de cambio máximo: \$13 USA es el coste de producir 1 Kg del caracol, (= 225 Pesos mexicanos).



Fuente: Elaboración propia.

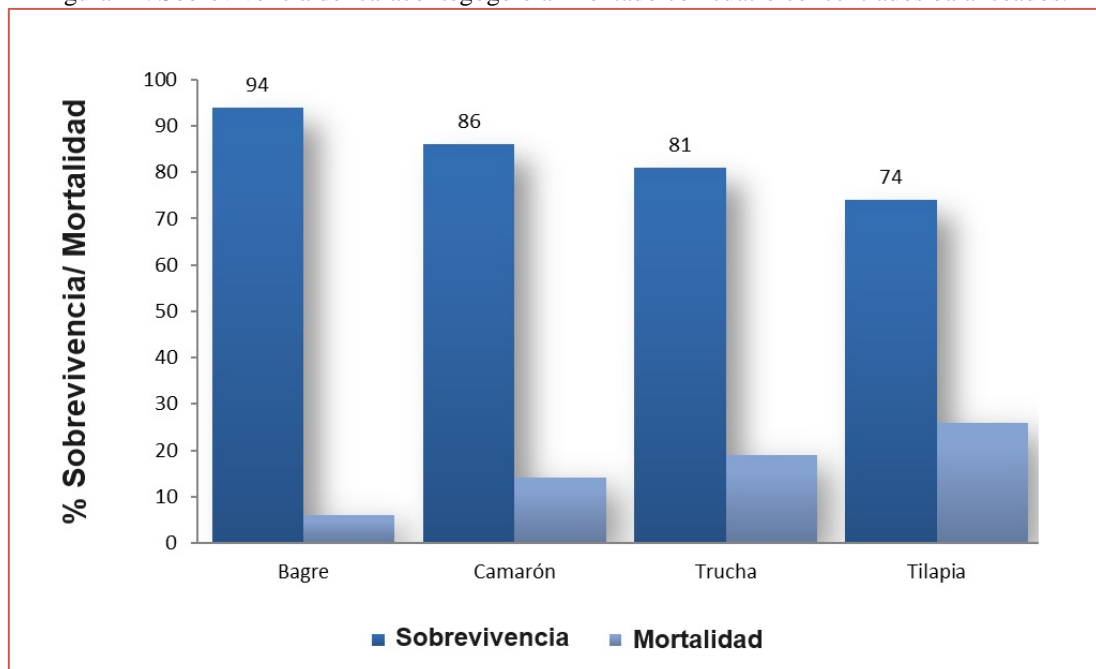
Nota: Los valores en pesos mexicanos dependen de su tipo de cambio al dólar [consulta del día 12-12-2023]

La sobrevivencia de los caracoles puede registrarse mediante el conteo periódico (semanal, quincenal o mensual) de organismos vivos en la tina, jaula o estanque. Con la siguiente fórmula puede conocerse la sobrevivencia expresada en porcentaje:

- % Sobrevivencia= (No. Inicial de organismos – No final de organismos vivos) x 100

La sobrevivencia de los caracoles en cautiverio con las condiciones antes mencionadas en el apartado de crecimiento se presenta en la Figura 22, donde se muestra que el alimento más recomendable para el cultivo del tegologo es el concentrado para bagre debido a que con éste se obtiene una sobrevivencia del 94%.

Figura 21. Sobrevivencia del caracol tegologo alimentado con cuatro concentrados balanceados.



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la sobrevivencia con las pruebas de alimentación, las dietas para bagre y camarón conservaron mejor el número inicial de caracoles. Si bien la dieta para bagre no ofrece el mismo crecimiento para *P. patula catemacensis* que la dieta para trucha, si mantiene un alto porcentaje de sobrevivencia, además que el alimento para bagre es menos costoso en comparación con el de trucha y camarón, lo que es importante a considerar en términos de costo-beneficio en su cultivo.

4.1 COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DEL CARACOL

El caracol es un alimento de alto valor biológico, rico en proteínas y con composición variable de grasa. La composición química del caracol tegologo puede evaluarse mediante análisis

bromatológicos para conocer el contenido de materia seca, cenizas, proteína cruda, lípidos y carbohidratos (A.O.A.C. 2000) y cómo contenidos nutricionales pueden modificarse a partir de la alimentación del caracol. Para conocer la biomasa del caracol se deben pesar por separado la carne del molusco y la concha (**Figura 22**).

Figura 22. Caracoles separados de su concha y deshidratados para su análisis de composición química.



Fuente: Vázquez-Silva G.

Por medio de dichas determinaciones es posible conocer la composición química del caracol tegologo alimentado con diferentes dietas comerciales la cual se muestra en el Cuadro IX.

Cuadro IX. Comparación del Análisis Químico Proximal (A.Q. P. por sus siglas en inglés) del caracol tegologo silvestre y los alimentados comerciales con concentrados balanceados empleados en su alimentación.

Contenido (%)	Caracol cultivado con concentrados				Caracol silvestre
	Bagre	Camaronina	Tilapia	Trucha	
Materia seca	19.5	21.7	19.0	20.5	24.7
Cenizas	8.1	6.1	9.0	8.1	13.0
Proteína cruda	46.9	41.1 ^a	47.7	49.7 ^a	45.2
Grasa cruda	8.19 ^a	13.8	17.2	35.2 ^a	2.6
Carbohidratos	38.5	39.0 ^a	26.0	7.0 ^a	41.8
Energía Bruta del (kcal/g)	4.39	4.57	4.26	4.37	4.43
Eficiencia global del caracol	5.16	5.18	4.12	4.91	----
Energía almacenada en el caracol Kcal/g)	0.217	0.223	0.171	0.217	----

Fuente: Vázquez-Silva (2008)

4.2 PERSPECTIVAS

El caracol *Pomacea patula catemacensis* tiene un alto potencial de ser aprovechado de manera racional mediante la acuicultura, actualmente se realizan prácticas acuícolas en esta especie, pero si

se quiere conservar este valioso recurso natural se requieren acciones prioritarias en sus poblaciones silvestres, además del establecimiento exitoso del cultivo del caracol que atienda adecuadamente la demanda de la carne del caracol en la región. Para lo cual, se necesitan impulsar las pequeñas granjas mediante asesorías y recursos económicos a fin de obtener aprovechamiento sostenible, óptimo y consecuentemente ayudar a mejorar el nivel de vida de los pescadores.

- 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.
- Amador-Del Ángel L., Mugartegui-Esquiliano J., Chin-Caña F., Arcos-Pérez A., Cabrera-Rodríguez P. (2006). Características del desove del caracol de agua dulce *Pomacea flagellata livescens* (Reeve, 1986) en ambiente controlado. Comunicación Científica-CIVA. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura 916-921 p. [Disponible el 08/03/07 en URL:<http://www.civa2006.org>].
- A.O.A.C. (2000). Official methods of analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. 1298 p.
- Asiain A. & Olgún C. (1995). Evaluation of water spinach (*Ipomoea aquatica*) as feed for apple snail (*Pomacea patula*). (pp. 51-52). En: *Book of Abstracts. World Aquaculture '95 Conference*. 1-4 February 1995, San Diego, California, USA.
- Bautista-Miguel, C. (2023). Diagnóstico integral comunitario del manejo de bienes naturales en Bajos de Mimiahua, Catemaco, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, 72 pp.
- Baker H. B. (1922). The Mollusca collected by the University the Michigan. Walker Expedition in the Southern Veracruz, México I. *Ocassional papers of the Museum of Zoology* 106, 17-61.
- Baqueiro C. E. (1984). *Programa Nacional de almeja y caracol, Primera reunión de Malacología y Conquiliología, La Paz Baja California*. Área interdisciplinaria de Ciencias del mar. Universidad de Baja California Sur. 97 p.
- Barnes R. D. (1977). *Zoología de los invertebrados*. Nueva Editorial Interamericana, México, D. F. 826 pp.
- Burch B. J. & Cruz-Reyes A. (1987). *Clave genérica para la identificación de gastrópodos de agua dulce*. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México. 46 p.
- Carreón P. L., Uria G. E., Espinosa C. F. & Martínez J. F. (2003). Desarrollo morfológico e histológico del sistema reproductor de *Pomacea patula catemacensis* (Baker 1922) (Mollusca, Caenogastropoda: Ampulariidae). *Revista Chilena de Historia Natural* 16 (4), 665-680.
- Castillo Capitán G., Velázquez Silvestre M. G., De los Santos Castillo J. E., & Hernández Velázquez L. (2020). Cultivo de *Pomacea patula catemacensis* como estrategia de producción piscícola para los productores acuícolas de Catemaco, Veracruz. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan* 8 (2), 43-51.
- Do Nascimento J. H., Brandão Lima L. É., De Freitas B. K. & Camargo Maia R. (2021). Análise dos sítios da oviposição de *Pomacea* spp. (Mollusca, Ampullariidae) na apa da Lagoa de Jijoca, Ceará. *Conex Ciência e Tecnologia Fortaleza*, 15, 01-08.
- Duszynski R.J., Topczewski J. & LeClair E.E. (2011). Simple, economical heat-shock devices for zebrafish housing racks. *Zebrafish* 8 (4), 211-219.

Estoy G. F. Jr., Yusa Y., Wada T., Sakurai H. & Tsuchida K. (2002). Size and age at first copulation and spawning of the apple snail, *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Applied Entomology Zoology* 37(1), 199-205.

Fernández J., Bonastre J., Molina J. & del Río A.I. (2017). Cases, Study on the specific capacitance of an activated carbon cloth modified with reduced graphene oxide and polyaniline by cyclic voltammetry. *European Polymer Journal* 92, 194-203.

Gamarra-Luques C, Giraud-Billoud M, Castro-Vazquez A. (2013). Reproductive organogenesis in the apple snail *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822), with reference to the effects of xenobiotics. *Journal of Molluscan Studies*, 79(2), 147-162.

García-Ulloa M., Ramnarine I., Gallo-García M., Ponce-Palafox J. & Góngora-Gómez A. (2007). Spawning and hatching of the edible snail *Pomacea patula* (Baker 1922) (Gastropoda: Ampullariidae) in the laboratory. *World Aquaculture Magazine* 38(3), 50-52.

Góngora A., Rodríguez G., Domínguez A., Muñoz N. & García-Ulloa M. (2005). Cultivo del caracol manzana *Pomacea bridgesi* (Reeve, 1856), en Guasave, Sinaloa. *Congreso de Malacología*. [Disponible el 04/05/06 en URL:<http://www.ibiologia.unam.mx/barra/congresos/pdf/malacologia/gongora2.pdf>].

Henry J.Q., Lesoway M.P. & Perry K.J. (2020). An automated aquatic rack system for rearing marine invertebrates. *BMC Biology*, 4, 18 (1), 46.

Mejía-Ramírez M. Á., Rocha V. V. & Pérez-Rostro C. I. (2020). Economic feasibility analysis of small-scale aquaculture of the endemic snail *Pomacea Patula catemacensis* (Baker 1922) from southeast Mexico. *Aquatic Living Resources*, 33, 2.

Mendoza R., Aguilera C., Hernández M., Montemayor J. & Cruz E. (2002). Elaboración de dietas artificiales para el cultivo de caracol manzana (*Pomacea bridgesi*). *Revista AquaTIC* no. 16, Abril 2002. [Disponible el 02/05/2006 en URL: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=142>].

Naranjo-García E. & García-Cubas A. (1986). Algunas consideraciones sobre el género *Pomacea* (Gastropoda: Pilidae) en México y Centroamérica. *Anales del Instituto de Biología, UNAM*, 56(1985). *Serie Zoología* 2, 603-605.

Naranjo G. E. (2003). Moluscos continentales de México: Dulceacuícolas. *Revista de Biología Tropical* 5 (3), 495-505.

Oliva-Rivera J. J., Ocaña F.A., Jesús-Navarrete A. D., Jesús-Carrillo R. M. & Vargas-Espósitos A. A. (2016). Reproducción de *Pomacea flagellata* (Mollusca: Ampullariidae) en la Laguna de Bacalar, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical* 64 (4), 1643–1650.

Perera G. & Walls J. G. (1996). *Apple snails in the aquarium*. T. F. H. Publications. USA. 121 p.

Pérez-Rojas A., Torres-Orozco B. & Márquez-García A. Z. (1993). Geomorfología y batimetría del Lago de Catemaco, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México* 19 (2), 17-22.

- Ramírez-Muñoz E. E., Centeno-Zúñiga M. I., PascualCornelio H., Maldonado-Enríquez E. J., Hernández-Ortiz M., Guzmán-Ceferino J., May-Gutiérrez M. E. & Cuenca-Soria C. (2021). Elaboración de un escabeche a base de carne del caracol dulceacuícola *Pomacea flagellata* (Mesogastropoda: Ampullariidae), Tabasco, México. *Investigación y Ciencia* 29 (82), 5-14.
- Ramnarine I. W. (2004). Quantitative protein requirements of the edible snail *Pomacea urceus* (Muller). *Journal of the World Aquaculture Society* 35 (2), 253-256.
- Rangel R. L. J. (1988). Estudio morfológico de *Pomacea flagellata* Say, 1827 (Gastropoda: Ampullariidae) y algunas consideraciones sobre su taxonomía y distribución geográfica en México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie. Zoología* 58 (1), 21-34.
- Rangel-Ruíz L. J., Gamboa A. J. & Medina. R. U. (2003). *Pomacea flagellata* (Say, 1827) Un gigante desconocido en México. *Kuxulkab' Revista de Divulgación de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco* 9 (7), 5-9.
- Ruíz R. R., Espinosa C. F. & Martínez J. F. (2005). Growth and reproduction of *Pomacea patula catemacensis*, Baker, 1922 (Gastropoda: Ampullariidae) when fed *Calothrix* sp. (Cyanobacteria). *Journal of the World Aquaculture Society* 36(1), 83-95.
- SEGOB [Secretaría de Gobernación]. (2004). Diario Oficial de la Federación. NOM-041-PESC-2004.
- SEMARNAT. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF).
- Tamburi N.E., Tiecher M.J., Burela S. & Martín P.R. (2023). Sexual dimorphism in shell shape: is *Pomacea canaliculata* an exception or an example among Neotropical apple snails? *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 17, 95(2), e20201519.
- Torres-Orozco R. & Pérez-Rojas C. (1995). El Lago de Catemaco. (pp. 155-175). En: De la Lanza y García (eds), *Lagos y Presas de México*. Centro de Ecología y Desarrollo. México, D.F.
- Torres-Orozco R. & Pérez-Rojas C. (2002). El Lago de Catemaco. (pp. 212-251). En: de la Lanza y García (eds), *Lagos y Presas de México*. Centro de Ecología y Desarrollo. México, D.F.
- Vázquez-Silva G. (2008). Crecimiento en cautiverio del molusco *Pomacea patula catemacensis* (Baker 1922) (Gastrpoda: Ampullariidae) utilizando cuatro dietas artificiales. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de México Unidad de Xochimilco. Ciudad de México DF., 64 pp.
- Vázquez-Silva G., Castro-Barrera T., Mejía J. & Mendoza-Martínez G. (2011). Los caracoles del género *Pomacea* y su importancia ecológica y socioeconómica. *ContactoS* 81, 28-33.
- Vázquez Silva G., Castro Barrera, T., Castro Mejía J. & Mendoza Martínez G. D. (2012). Effect commercial diets on growth, survival and chemical composition of the edible freshwater snail *Pomacea patula catemacensis*. *Journal of Agricultural Technology* 8(6), 1901-1912.
- Vinatea A. L. (2004). *Fundamentos de aquicultura*. Ed. UFSC. Florianópolis, Brasil. 348 p.

REALIZACIÓN:

SEVEN
publicações acadêmicas

¡ACCEDE A NUESTRO CATÁLOGO!



WWW.SEVENEVENTS.COM.BR

CONECTANDO AL **INVESTIGADOR** Y LA **CIENCIA** EN UN SOLO CLIC.