



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE SUCRE  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

DINÁMICA POBLACIONAL Y CONDICIÓN FISIOLÓGICA DEL CARACOL  
*Pomacea glauca* (Linnaeus, 1756) (AMPULLARIDAE) EN EL CANAL DE RIEGO  
DE TRES PICOS, CUMANÁ, ESTADO SUCRE, VENEZUELA  
(Modalidad: Tesis de Grado)

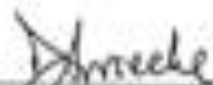
ANDREA PAOLA MALDONADO GÓMEZ

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA


CUMANÁ, 2025

DINÁMICA POBLACIONAL Y CONDICIÓN FISIOLÓGICA DEL CARACOL  
*Pomacea glauca* (Linnaeus, 1756) (AMPULLARIDAE) EN EL CANAL DE RIEGO  
DE TRES PICOS, CUMANÁ, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

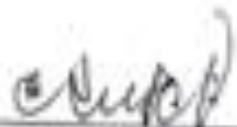
APROBADO POR:



Prof. Dwight K. Arrieche G.  
Asesor académico



Profa. Trinidad C. Urbano S.  
Asesora institucional



Prof. Antulio Prieto Arcas  
Jurado



Prof. Roger Velásquez  
Jurado

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
LISTA DE TABLAS .....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN .....	vi
INTRODUCCIÓN .....	1
METODOLOGÍA .....	6
Área de estudio .....	6
Diseño experimental .....	8
Recolección de ejemplares .....	8
Parámetros ambientales .....	9
Procedimientos de laboratorio .....	9
Biometría .....	9
Relación alométrica .....	10
Densidad .....	11
Estructura poblacional .....	11
Índice de condición.....	11
Índice gonadosomático .....	12
Análisis de datos .....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	13
Densidad poblacional.....	13
Biometría .....	15
Relación alométrica .....	21
Estructura poblacional .....	27
Índice de condición.....	34
Índice gonadosomático .....	36
Parámetros ambientales .....	37
Análisis de componentes principales.....	41
CONCLUSIONES .....	48
RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA .....	50
APÉNDICES .....	56
HOJA DE METADATOS .....	62

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a todas las personas que me han apoyado a lo largo de mi vida y carrera universitaria, primeramente, mis padres que son mi fuente inagotable de amor y apoyo, quienes con su infinita paciencia y sabiduría me inculcaron el valor del esfuerzo y la perseverancia, pilares fundamentales en la culminación de este logro, gracias por creer siempre en mí. A mis hermanos, que me apoyan en todo y son mis compañeros de vida, sobre todo a Andrés Maldonado que es mi otra mitad, sin él no podría ser quien soy. Agradezco su presencia incondicional en mi vida, por ser mi refugio e inspiración. A mi abuela Nancy Maldonado, mi segunda mamá y la luz de mis ojos, sin ella no estaría aquí, su apoyo y amor desde que era pequeña me impulso a ser una persona luchadora y a cumplir mis sueños y metas, le debo toda mi vida.

A mis amigos, Polaris, mi segunda familia, quienes con su amistad incondicional me brindaron momentos inolvidables y me apoyaron en cada paso de este camino. Gracias por sus palabras de aliento, por su paciencia para escuchar mis desahogos y por celebrar conmigo cada victoria.

En específico quiero dedicar este trabajo a mi mejor amigo y hermano Gabriel Malavé, a quien gracias a este viaje conocí y se convirtió en una pieza incondicional en mi vida, gracias a su apoyo estoy cumpliendo esta meta, sin él esta tesis no estaría completa.

A mis tíos, abuelos, primos y a todos ustedes, les dedico con inmensa gratitud este trabajo, fruto de años de esfuerzo y dedicación. Gracias por ser parte de mi historia y por formar parte de este logro tan significativo. A mis ángeles que apoyan, cuidan y dan su amor por mí desde el cielo, mis abuelos Teodoro y Luisa Gómez y mi angelito Gonzalito.

Finalmente, a Stray Kids, mi grupo de música favorito, cuyas canciones me acompañaron en los momentos más desafiantes y me inyectaron la dosis de energía necesaria para seguir adelante. Su música fue mi refugio, inspiración y la prueba de que los sueños, con esfuerzo y dedicación, pueden hacerse realidad.

Gracias infinitas a todos, los amo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al finalizar esta etapa tan importante en mi formación académica, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a las personas que han contribuido de manera significativa al desarrollo y culminación de esta tesis.

A mi asesor académico, Dwight Arrieche, le agradezco su guía, apoyo y confianza durante todo el proceso de investigación. Su experiencia y conocimiento fueron fundamentales para orientar mi trabajo y ayudarme a superar los desafíos que se presentaron.

A mi asesora institucional, Trinidad Urbano, le expreso mi gratitud por su dedicación, sus valiosos aportes y su constante disposición. Por guiarme en el laboratorio y brindarme nuevos conocimientos durante toda la investigación. Su visión crítica y sus sugerencias me permitieron mejorar la calidad de esta investigación y le estoy eternamente agradecida.

Al INIA (Instituto nacional de investigaciones agrícolas) por brindarnos su apoyo y sus espacios, a todos sus trabajadores por su amabilidad y cariño hacia nosotros.

A los profesores que me educaron y formaron a lo largo de la carrera, les agradezco por contribuir a mi crecimiento profesional y como persona, gracias a ustedes puedo sentirme orgullosa de haber estudiado en la Universidad de Oriente.

Finalmente quiero agradecerles a mis compañeros y amigos de biología, especialmente a Hernán Marín por su increíble ayuda en este trabajo; compartimos muchos momentos y les deseo lo mejor para cumplir sus logros y metas, cuentan conmigo siempre.

A todos ustedes, les expreso mi más sincero agradecimiento por su apoyo, aliento y confianza. Este logro no hubiera sido posible sin su colaboración y presencia en mi vida académica.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros biométricos de la concha de <i>Pomacea glauca</i> en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, julio 2022-junio 2023.....	16
Tabla 2. Parámetros biométricos de las masas de <i>Pomacea glauca</i> en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, entre julio 2022-junio 2023.....	19
Tabla 3. Parámetros biométricos de las masas de <i>Pomacea glauca</i> en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, entre julio 2022-junio 2023.....	20
Tabla 4. Parámetros ambientales medidos en dos sectores del canal de riego de Tres Picos (Cumaná, Sucre, Venezuela) durante un ciclo anual (julio 2022-junio 2023).....	38

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio .....	7
Figura 2. Canales de riego de la localidad Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela .....	8
Figura 3. Morfología de <i>Pomacea glauca</i> .....	10
Figura 4. Variación mensual de la densidad (ind/m <sup>2</sup> ) de <i>Pomacea glauca</i> en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela. ....	13
Figura 5. Relación alométrica lineal entre la longitud total y altura total de <i>Pomacea glauca</i> en el sector 1 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela.....	21
Figura 6. Relación alométrica lineal entre longitud total y diámetro de abertura de <i>Pomacea glauca</i> en el sector 1 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela.....	22
Figura 7. Relación alométrica lineal entre longitud total y altura de la concha de <i>Pomacea glauca</i> en el sector 2 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela.....	22
Figura 8. Relación alométrica lineal entre longitud total y diámetro de abertura de la concha de <i>Pomacea glauca</i> en el sector 2 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela.....	23
Figura 9. Relación alométrica exponencial entre la masa del tejido seco y longitud total de la concha de <i>Pomacea glauca</i> en el sector 1 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela.....	25
Figura 10. Relación alométrica exponencial entre la masa del tejido seco y la longitud total de la concha de <i>Pomacea glauca</i> en el sector 2 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela .....	25
Figura 11. Estructuras de tallas de <i>Pomacea glauca</i> durante un ciclo anual (julio 2022-junio 2023), en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, Sucre, Venezuela.....	29
Figura 12. Histogramas mensuales de frecuencia de tallas de ejemplares de <i>Pomacea glauca</i> colectados en el sector 1 del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, Sucre, Venezuela.....	30
Figura 13. Histogramas mensuales de frecuencia de tallas de ejemplares de <i>Pomacea glauca</i> colectados en el sector 1 del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, Sucre, Venezuela.....	31
Figura 14. Histogramas mensuales de frecuencia de tallas de ejemplares de <i>Pomacea glauca</i> colectados en el sector 2 del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, Sucre, Venezuela.....	32
Figura 15. Histogramas mensuales de frecuencia de tallas de ejemplares de <i>Pomacea</i>	

<i>glauca</i> colectados en el sector 2 del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, Sucre, Venezuela.....	33
Figura 16. Variación mensual del índice de condición (IC) de los ejemplares de <i>Pomacea glauca</i> recolectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos durante un ciclo anual (julio 2022-junio 2023).....	35
Figura 17. Variación mensual del índice gonadosomático (IG) de <i>Pomacea glauca</i> colectada en los dos sectores del canal de riego de Tres Picos durante un ciclo anual (julio 2022-junio 2023) .....	36
Figura 18. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) de las variables biométricas, índice de condición e índice gonadosomático con las variables ambientales del sector 1 del canal de riego de la localidad de Tres Picos, en época de lluvias.....	41
Figura 19. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) de las variables biométricas, índice de condición e índice gonadosomático con las variables ambientales del sector 1 del canal de riego de la localidad de Tres Picos, en época de sequía .....	42
Figura 20. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) de las variables biométricas, índice de condición e índice gonadosomático con las variables ambientales del sector 2 del canal de riego de la localidad de Tres Picos, en época de lluvias.....	43
Figura 21. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) de las variables biométricas, índice de condición e índice gonadosomático con las variables ambientales del sector 2 del canal de riego de la localidad de Tres Picos, en época de sequía .....	44



## RESUMEN

Los canales de riego de la ciudad de Cumaná albergan caracoles de la especie *Pomacea glauca*, situación que sirve como un modelo ideal para evaluar su tolerancia a cambios ambientales y contaminación. Siendo el propósito de este trabajo evaluar la biología poblacional del caracol de agua dulce *Pomacea glauca* en dos sectores, en condiciones ecológicas contrastantes, del canal de riego de la comunidad de Tres Picos (estado Sucre, Venezuela), entre los meses y los períodos de sequía y lluvias, y su relación con los parámetros ambientales. Se midió la densidad, biometría, relación alométrica, distribución de tallas, índice de condición, índice gonádico y los parámetros ambientales entre julio 2022 a junio 2023. Se capturaron 310 organismos en el sector 1 (S1) y 287 organismos en el sector 2 (S2). En el S1 la mayor densidad se encontró en febrero ( $116,67 \pm 97,89$  ind/m<sup>2</sup>) y la menor en agosto ( $16,7 \pm 15,16$  ind/m<sup>2</sup>). En el S2 la densidad osciló entre  $14,17 \pm 27,61$  ind/m<sup>2</sup> (Sequía) y  $22,58 \pm 36,14$  ind/m<sup>2</sup> (Lluvia), presentando diferencias significativas entre los sectores ( $p < 0,05$ ). Los caracoles abarcaron tallas entre 25-60 mm Longitud total, con picos modales desde abril a julio (S1); julio, diciembre y enero (S2); y reclutamientos agosto, febrero y marzo (S1) y agosto, septiembre y octubre (S2). La relación alométrica entre las dimensiones de la concha es isométrica, mientras que entre la masa del tejido y la concha es minorante. El comportamiento reproductivo, condición fisiológica y dinámica poblacional de la especie en los dos canales están relacionados con el periodo de lluvias y la cantidad de horas de luz. Las diferencias entre los indicadores biológicos y la condición fisiológica entre los sectores de muestreo, sugiere que esta especie pueda ser usada como bioindicador de la calidad del medio y de perturbación ambiental.

Palabras clave: estructura poblacional, bioindicador, índice de condición.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo urbano de la ciudad de Cumaná (estado Sucre) contempló la creación de una infraestructura de riego superficial abierto o canal, para aquellas áreas de cultivo conocidas tradicionalmente como charas, que eran plantaciones de árboles frutales y cultivos estacionales, ubicados en las comunidades de Tres Picos, La Llanada, Brasil y Cantarrana, con agua proveniente del río Manzanares. Con el tiempo el desarrollo urbanístico de la ciudad abarcó las charas, que estaban destinadas a actividades agrícolas, para la construcción de conjuntos residenciales, quedando el sistema de riego subutilizado y en algunos sectores los desechos sólidos con las aguas servidas están contaminadas que no son aptos para la vida de plantas, peces o caracoles.

Estos canales permanecen con agua todo el año y cuando no son tratados correctamente (Mantenimiento de aguas, limpieza de malezas, etc) estas con el tiempo comienzan a albergar una variedad de organismos acuáticos como peces, caracoles, crustáceos, plantas acuáticas y subacuáticas, que integran un ecosistema que concuerda con la definición de humedales continentales de la Convención Ramsar (Stroud *et al.*, 2022). Semeniuk y Semeniuk (2011) definen los canales de riego como lugares donde las especies son capaces de colonizar, formar comunidades y tolerar las condiciones ambientales, con una alta productividad e impacto en la economía regional.

Estos canales de riego una vez colonizados, forman ecosistemas que se caracterizan por presentar condiciones contrastantes a lo largo de su trayectoria, pudiendo encontrar sectores de agua cristalina, donde se aprecia una biota abundante, conformada por plantas terrestres y acuáticas, peces, caracoles e insectos, mientras que en otros sectores el deterioro ambiental por desechos domésticos, sedimentos y descarga de aguas servidas, crean condiciones que son completamente inviables para cualquier tipo de vida silvestre (García *et al.*, 2016). De modo que estos ambientes de agua dulce forman áreas singulares que pueden ser usadas como modelo biológico para evaluar la tolerancia de las especies a los cambios del hábitat, en especial el efecto de la contaminación del

medio acuático, generada por diversas fuentes, sobre las especies dulceacuícolas y sus comunidades. En este sentido, estos organismos, constituyen un buen modelo biológico para evaluar su respuesta inmediata a las condiciones ambientales siendo los gasterópodos adecuados para estos estudios por su abundancia, amplia distribución, movilidad limitada y facilidad de manipulación en el campo y laboratorio (Valdovinos, 2006; Figueroa *et al.*, 2007).

Los moluscos son un grupo megadiverso, sólo sobrepasado en cuanto a número de especies por los insectos y nematodos, más no así en cuanto a la diversidad de hábitos de vida y nichos que ocupan. Este grupo de organismos habitan en desiertos, zonas polares, templadas, tropicales hasta las profundidades abisales. Sin embargo, su máxima diversidad y función, la alcanzan en las lagunas litorales tropicales, donde ocupan diferentes espacios de la cadena trófica desde el consumidor primario herbívoro o detritívoro, hasta depredadores de segundo nivel y parásitos especializados, en respuesta a las modificaciones del hábitat y la contaminación (Baqueiro-Cárdenas *et al.*, 2007).

Entre los moluscos que tienen representación en ambientes de agua dulce se encuentran los gasterópodos y los bivalvos. Son uno de los grupos de animales más diversos, tanto en forma como en hábitats, que ocupan cuerpos de agua muy variados y algunas especies pueden invadir nuevos hábitats de forma relativamente rápida, distribuyéndose ampliamente, mientras que otras se encuentran en sitios restringidos (Sallam y El-Wakeil, 2012).

Los caracoles de agua dulce pertenecen a la clase Gastropoda, son invertebrados de cuerpo blando no segmentado protegido por una concha (Sallam y El-Wakeil, 2012). Su desplazamiento se produce gracias al movimiento del pie sobre una sustancia mucoide que secreta para evitar la desecación, así como a los depredadores; son dioicos y ponen los huevos en cápsulas ovígeras fuera del agua. Algunas especies son consideradas como plagas que pueden promover cambios en el ecosistema de humedales naturales (Seuffert y Marin, 2013).

El género *Pomacea* pertenece a la familia Ampullariidae comprende un conjunto

de caracoles de agua dulce, cuyo nombre deriva del griego poma-manzana, se caracteriza por tener la concha globosa en “forma de manzana”, delgada, de color oscuro, superficie lisa, con aberturas ovales amplias; y un pie móvil muy carnoso (Vázquez *et al.*, 2011). Cazzaniga (2002) estimó que en Sudamérica existen 50 especies, eliminando muchas de ellas cuya clasificación estaba basada únicamente en la descripción de las conchas. Los representantes de este género se encuentran en zonas tropicales y subtropicales húmedas, en ríos, lagos, canales, pantanos y humedales en general, preferiblemente de vegetación abundante (Vázquez *et al.*, 2011).

Los pomáceos presentan anatómicamente tres estructuras básicas, que son la concha, el opérculo y la masa visceral. La primera se caracteriza por ser un caparazón calcáreo subgloboso, con una espiral que se desarrolla hacia la derecha (dextrógiro), de coloración amarilla, parda, hasta marrón. El *umbilicus* de la concha típicamente está abierto y bien diferenciado (Vázquez *et al.*, 2011). El opérculo es una estructura dura, córnea y delgada que se presenta en la parte posterior del pie y cuya función fundamental es la protección y defensa de depredadores y cambios ambientales, ya que estos caracoles pueden estar por largos periodos. Por último, la masa visceral contiene el complejo cabeza-pie y el aparato excretor que presenta un solo riñón de forma alargada, el aparato digestivo y reproductor (Rangel-Ruíz *et al.*, 2003).

La biología de estos moluscos es interesante por los hábitos alimentarios y por tener dos sistemas de respiración. La mayor parte del tiempo, se encuentran sumergidos en el agua respirando por medio de branquias; sin embargo, es común que las hembras salgan por la noche a depositar sus huevos fuera del agua, con capacidad de resistir un periodo largo en el exterior. Este comportamiento se logra por medio de un sifón que le permite obtener oxígeno del aire (Vázquez *et al.*, 2011).

El interés que existe por estos caracoles se debe al aprovechamiento que se les puede dar como alimento, su importancia médica como vectores de parásitos y por ser responsables de las pérdidas económicas que sufren algunas zonas en el mundo por caracoles invasores en los cultivos (Vázquez *et al.*, 2011). *Pomacea canaliculata* fue

uno de los tres caracoles catalogado entre 100 de las especies invasoras del mundo en el año 2000, debido a los grandes daños que causa a la agricultura y a los ecosistemas nativos (Joshi *et al.*, 2017).

Los caracoles manzana forman un importante eslabón en la cadena trófica, debido a que son una fuente alimentaria directa para patos, caimanes, tortugas y mamíferos, soportando una parte importante de la productividad en los ecosistemas tropicales (Pantua *et al.*, 1992). La carne fresca de estos moluscos se ha empleado para alimentar peces de cultivo como carpa y tilapia (Halwart y Bartley, 2006), así como el camarón *Penaeus monodon* en Filipinas (Bombeo-Tuburan *et al.*, 1995). Por su parte, la harina de caracol se ha empleado como un sustituto de las proteínas en las dietas de aves y como reemplazo de la harina de pescado en la alimentación de langostinos gigantes de agua dulce como *Macrobrachium rosenbergi* (Hassan y El-Hamidy, 2010).

Estos organismos contribuyen a la erradicación de la esquistosomiasis que es una enfermedad parasitaria en el humano, que se propaga al consumir los huevos y caracoles recién eclosionados de aquellos caracoles hospederos del *Schistosoma mansoni*, que produce la enfermedad, por lo que actúan como control biológico (Pointer y David, 2004). En países del Caribe como Antigua, Guadalupe, Martinica, Montserrat, Puerto Rico y Santa Lucía, se ha reportado la reducción de la esquistosomiasis transmitida por caracoles en entornos de baja transmisión, gracias en parte a la introducción accidental o intencional de especies competidoras como *Pomacea glauca*, *Marisa cornuarietis*, *Melanoides tuberculata* y *Tarebia granifera*, cuya presencia reduce, desplaza o impide la colonización de los caracoles transmisores de esquistosomas (Pointer y David, 2004). Otro de los aprovechamientos que han tenido los pomáceos como control biológico es la depredación de las malezas acuáticas debido a sus hábitos herbívoros generalizados (Albrecht *et al.*, 1996). En especial *Pomacea canaliculata*, se ha utilizado y sugerido para el control de plantas acuáticas que afectan humedales naturales y cultivos de arroz (Joshi *et al.*, 2006).

La capacidad de acumular metales pesados como mercurio, arsénico y uranio en el

intestino medio, riñón y pie de estos organismos ha permitido considerarlos buenos bioindicadores de contaminación del agua (Vega *et al.*, 2012). Entre las ventajas de uso de estos animales para estudios biológicos es que son abundantes, pueden proveer suficiente tejido para los análisis, son fáciles de manejar, recolectar, cultivar con una alta supervivencia en cautiverio, siendo utilizados ampliamente como biomonitores de metales pesados (Joshi *et al.*, 2017).

El caracol de agua dulce *Pomacea glauca* es abundante en el oriente de Venezuela (García, 1992), generalmente se encuentran sumergidos en la orilla de los ríos de cauces relativamente tranquilos, entre las raíces de plantas acuáticas o en piedras sumergidas (Senior *et al.*, 2004). A pesar de que esta especie posee en su composición química un contenido moderado de proteínas, ceniza y bajo contenido de grasas (Ortiz, 1996), no son consumidos en el país, debido principalmente a la posibilidad de transmitir enfermedades o parásitos a partir de organismos silvestres (Pessoe *et al.*, 2006). No obstante, considerando la abundancia y facilidad de su captura en los canales de riego de la ciudad de Cumaná, se propuso un estudio para evaluar la estructura poblacional, densidad, estructura de tallas y condición fisiológica de *Pomacea glauca* y relacionar sus variables morfométricas e índices de condición con parámetros ambientales en dos sectores del canal de riego de la localidad de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre. Para conocer aspectos básicos de la biología de este molusco, durante un ciclo anual que presenta dos estaciones marcadas por la pluviosidad de la región (lluvias y sequía), y en la que se quiere comparar la especie entre dos zonas que muestran diferentes niveles de intervención antrópica (descargas de aguas servidas, desechos orgánicos e inorgánicos, etc.); dada la importancia de preservar el ambiente, este trabajo constituye un aporte para su posible aprovechamiento como bioindicador de alteraciones del medio y la protección de los ecosistemas.

# METODOLOGÍA

## Área de Estudio

La zona de Tres Picos está localizada a aproximadamente 7.2 kilómetros de Cumaná (Con respecto a la plaza Bolívar de la ciudad), estado Sucre, y a 9 metros sobre el nivel del mar. Para el estudio se escogieron 2 sectores del canal de riego que recorre esta localidad y presentan diferentes niveles de afectación antropogénica. El sector 1 ubicado en la Avenida Cancamure ( $10^{\circ}25'30,5''N$   $64^{\circ}08'50,7''W$ ) presenta un buen flujo de agua cristalina, no se encuentran descargas directas de aguas servidas, la maleza es usualmente controlada por los residentes del sector, y basura y desechos de los alrededores es recogida periódicamente. El sector 2 se encuentra al final de la calle La Libertad, a 200 m del cruce entre Tres Picos y Malariología ( $10^{\circ}25'53,5''N$   $64^{\circ}09'31,3''W$ ), esta zona del canal presenta más fuentes de contaminación, mal olor, el fondo tiene un sedimento oscuro, característico de materia orgánica en descomposición y se observa poca presencia de organismos acuáticos. Los muestreos se realizaron tomando las precauciones de evitar el contacto con aguas servidas que se descargan directamente a esa zona del canal de riego (Figura 1).

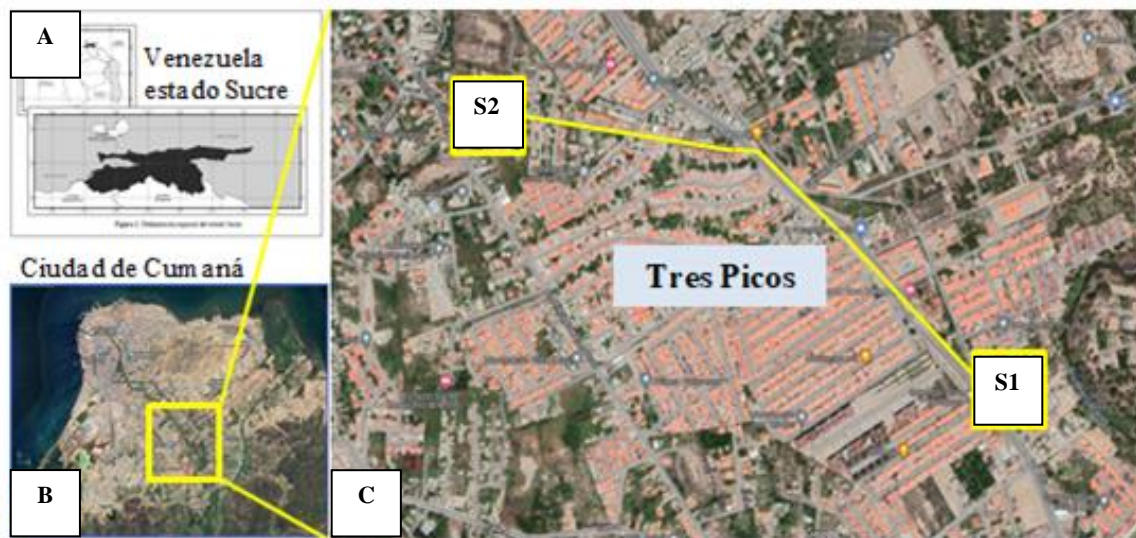


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio. (A) Posición relativa en Venezuela y el estado Sucre. (B) Posición relativa en la ciudad de Cumaná. (C) Localización de los puntos de muestreo establecidos en el canal de riego de la localidad de Tres Picos. Sector 1 (S1): avenida Cancamure y Sector 2 (S2): calle La Libertad, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

El canal de riego es una estructura de cemento armado con cabillas de 60 cm de profundidad, que presenta una zona central plana de 120 cm, con un ancho de 160 cm y una pendiente inclinada de  $20^\circ$  por donde se desplaza el agua con un caudal que oscila entre 20 y 40 cm de profundidad. A lo largo del canal se observan diferentes especies de peces y caracoles, plantas sumergidas, hierbas y maleza que son controladas por los habitantes del sector para evitar la proliferación de insectos, plagas y otros animales de interés zoonótico (Figura 2).





Figura 2. Canales de riego de la localidad Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela. Sector 1, contiene agua limpia con bajo nivel de contaminación. Sector 2, con desechos contaminantes, donde desembocan aguas servidas. Flechas amarillas: botellas, flecha azul: aguas servidas y círculo: *Elodea* sp.

## Diseño Experimental

### Toma de Muestras

Los organismos fueron colectados en las dos estaciones el mismo día con una frecuencia mensual entre julio 2022 a junio de 2023. Las muestras se colectaron a lo largo del canal, 15 cuadratas se tomaron a cada lado del canal, dando un total de 30 mensual; usando una cuadrata de 20 x 20 cm (0,04 m<sup>2</sup>). Los ejemplares capturados fueron contados, se les midió la longitud total de la concha (Lt) y luego fueron liberados al canal, esto con el fin de calcular la densidad poblacional, tomando en cuenta sólo a los organismos vivos.

En cada localidad se colectaron la mayor cantidad de ejemplares de todas las tallas

los cuales fueron medidos (Lt), para poder seleccionar una muestra representativa para el análisis biométrico que comprendiera todo el intervalo de Lt. Los ejemplares se colocaron en agua limpia durante 24 horas para depurar su sistema digestivo. Pasadas 24 horas se preservaron por congelación, y posteriormente en el Laboratorio de Acuicultura del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) se realizaron los análisis biométricos.

### Parámetros Ambientales

En cada muestreo se midió el pH y temperatura (°C) del agua de los canales mediante una sonda multiparamétrica YSI 650 MDS. Además de estos datos tomados *in situ*; se obtuvieron los datos ambientales mensuales (temperatura superficial del aire, pluviosidad y fotoperiodo) de la base de datos meteorológica Nasa Power (<https://power.larc.nasa.gov/>).

## Procedimientos de Laboratorio

### Biometría

En el laboratorio se eliminaron los residuos adheridos a la concha antes de determinar la masa total (Mt) con una balanza analítica KERN Modelo ALJ 220-4, de 0,01 mg de apreciación. Posteriormente, se midieron las dimensiones de la concha (mm): altura (Al), longitud (Lt) y diámetro de la abertura (Da), con un vernier digital STEREN Modelo Her 411, de 0,1 mm de apreciación.

Para separar y extraer los tejidos blandos del organismo se hizo una incisión en la espira interior de la concha (Figura 3), luego se colocaron en papel aluminio de masa previamente conocida para determinar la masa húmeda de los tejidos blandos frescos (Mf), opérculo (Mo) y gónada (Mgh). Luego se obtuvo la masa seca del tejido blando (Ms) y gónada (Mgs), colocándolos en una estufa (Mammert Host Fret) a 65°C por 72 horas.

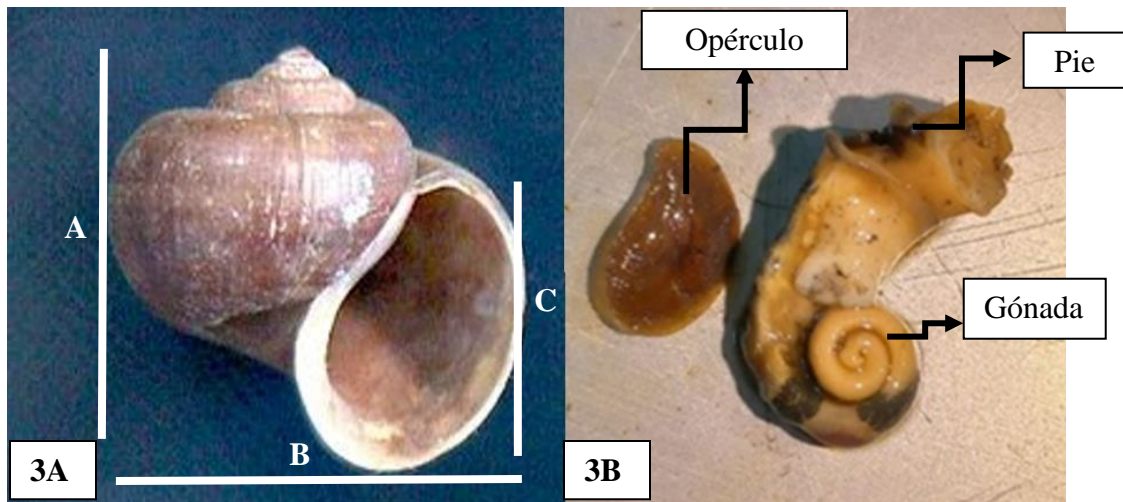


Figura 3. Morfología de *Pomacea glauca*. 3A morfología externa: Altura (A), longitud (B) y abertura del opérculo (C). 3B morfología interna.

### Relación Alométrica

Con los datos biométricos se estimó la relación alométrica lineal entre las dimensiones de la concha usando el modelo lineal:

$$L_t = a + b A_l \text{ y } L_t = a + b D_a$$

Dónde:  $a$  es una constante y  $b$  es la pendiente que indica el factor de proporcionalidad entre las medidas de la concha. Los valores de  $b$  señalan si el incremento de las dos variables es isométrico ( $b = 1$ ), alométrico minorante ( $b < 1$ ) o alométrico mayorante ( $b > 1$ ) y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) indica la relación de los datos.

Las relaciones biométricas entre la masa de los tejidos con las dimensiones de la concha, se evaluaron usando el modelo alométrico exponencial, que se obtuvo por regresión de acuerdo a la expresión:

$$Y = a X^b \text{ (Wilburg y Owen, 1964)}$$

Dónde: Y es la masa fresca o seca, X es una medida de la concha. Los coeficientes a y b, indican la proporcionalidad entre las dos variables y el grado de asociación se cuantifico por el coeficiente de determinación ( $r^2$ ). El coeficiente de regresión (b) es un indicador de la condición fisiológica, el valor resultante indica si el modelo de crecimiento es isométrico ( $b = 3$ ), alométrico minorante ( $b < 3$ ) o alométrico mayorante ( $b > 3$ ), donde el valor del coeficiente de regresión nos indica el estado de la población (Ricker, 1973). Fueron examinadas con los dos modelos: alométrico lineal y exponencial, con el fin de determinar qué modelo describía mejor la biología de la especie.

### **Densidad**

Para estimar la densidad se dividió la cantidad de ejemplares colectados por el área de la cuadrata ( $0,04 \text{ m}^2$ ), y se obtuvo el promedio mensual de individuos de cada sector del canal de riego en estudio según la ecuación:

$$D = \text{ind} / \text{m}^2$$

### **Estructura Poblacional**

Con los datos de Lt se elaboraron histogramas mensuales. La Lt de la concha de cada muestreo se agrupó por intervalos de talla, para la elaboración de los histogramas porcentuales de frecuencia, con el propósito de verificar la estructura poblacional y identificar los grupos modales, períodos de reclutamiento, desplazamientos de modas y la talla a partir de la cual, la población tiende a disminuir por la mortalidad natural.

### **Índice de Condición**

Se determinó el índice de condición (IC) mediante el cociente entre la masa seca de los tejidos blandos (Ms) con la masa húmeda de los tejidos (Mh), según la ecuación:

$$IC = (Ms/Mh) * 100 \text{ (Lucas y Beninger, 1985).}$$

### **Índice Gonadosomático**

El índice gonadosomático (IG) se obtuvo por el cociente entre la masa de la gónada (Mgh) y la masa total del cuerpo (Mt), según la siguiente expresión:

$$IG = (Mgh/Mt) * 100 \text{ (Barber y Blake, 2006).}$$

### **Análisis de Datos**

Se aplicó un análisis de varianza sencillo de las variables biométricas, densidad, IC e IG entre muestreos, y los períodos de sequía y lluvia. Los datos fueron procesados en Excel 2013, para el análisis estadístico de los datos de esta investigación se utilizó el programa estadístico R. Para realizar comparaciones múltiples entre las medias de varios grupos a través de una prueba de rango múltiple de Duncan. Se determinaron las diferencias significativas con la prueba de T-student, con una probabilidad al 95% ( $p < 0,05$ ) (Sokal y Rohlf, 1969). Se examinaron las relaciones entre los parámetros ambientales (pH, temperatura, temperatura superficial del aire, pluviosidad y fotoperiodo) con las variables biométricas e índices de condición mediante un análisis de componentes principales (ACP).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Densidad Poblacional

Las muestras se colectaron en un área total de 16 m<sup>2</sup> en cada localidad, tomando el área de la cuadrata (20x 20 cm) para el cálculo de la densidad poblacional. Capturando un total de 310 organismos en el sector 1 (43,63 ± 61,36 ind/m<sup>2</sup>) y 287 organismos en el sector 2 (19,88 ± 34,53 ind/m<sup>2</sup>). En el S1 la mayor densidad fue encontrada en el mes de febrero (sequía), con 116,67± 97,89 ind/m<sup>2</sup> y la menor en agosto (lluvias) con 16,7 ± 15,16 ind/m<sup>2</sup>. En el S2 la densidad fue mayor en julio (lluvia) entre 22,58 ± 36,14 ind/m<sup>2</sup> y menor en febrero 14,17±27,61 ind/m<sup>2</sup> (sequía) (Figura 4). En las áreas examinadas se observaron fluctuaciones en la densidad entre los meses. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre los periodos de sequía y lluvia (0,1254 > 0,05) de cada sector, pero si se encontraron diferencias significativas entre los sectores (0,0195 < 0,05).

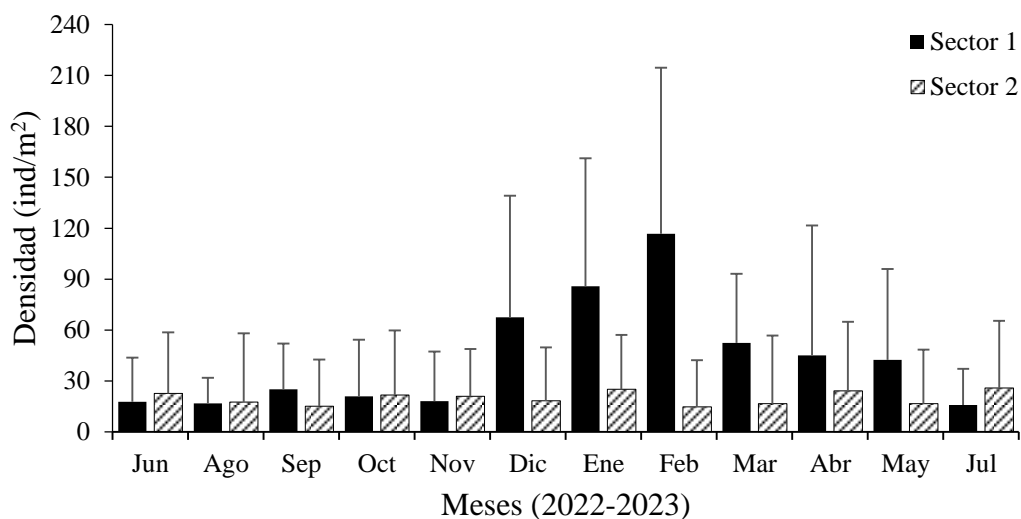


Figura 4. Variación mensual de la densidad (ind/m<sup>2</sup>) de *Pomacea glauca* en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

Estos resultados son contrastantes a los obtenidos por Ocaña *et al.* (2015) quienes reportaron 0.03 (ind/m<sup>2</sup>) con diferencias estadísticamente no significativas en la abundancia de *Pomacea flagellata* entre las estaciones de lluvia y sequía. Vilorio *et al.* (2010) obtuvieron una mayor densidad poblacional durante la época de lluvia (mayo-octubre) y menor en sequía (noviembre-abril), lo cual en términos generales es lo “normal” para esta especie, que difiere a la obtenida en esta investigación.

Del Ángel *et al.* (2018), en su estudio con *Pomacea flagellata* la densidad varía significativamente entre la época de lluvia y sequía, durante los meses de lluvia (julio y agosto) se observó un aumento en la densidad que alcanza valores de 0,31 y 0,32 ind/m<sup>2</sup>, respectivamente. Este incremento se relaciona con el aumento de las precipitaciones y la temperatura, que favorecen la reproducción y el crecimiento de la población de caracoles. La abundancia de agua y la vegetación en estos meses proporcionan un hábitat adecuado para su desarrollo. En contraste, a diferencia de la temporada de lluvia, donde la densidad de caracoles disminuyó conforme se acercaba a la época seca, presentando un valor de 0,24 ind/m<sup>2</sup> en junio y 0,22 ind/m<sup>2</sup> en septiembre. Esta reducción puede atribuirse a la disminución del nivel del agua y la disponibilidad de recursos alimenticios, que afecta negativamente la supervivencia y reproducción de los caracoles.

Ozaeta (2002) señaló que la precipitación y la temperatura influyen directamente en la densidad de los caracoles del género *Pomacea*, principalmente en zonas tropicales y subtropicales. Durante la sequía estos caracoles se concentran en las zonas con agua disponible, aumentando su densidad en esos lugares. Por otra parte, la disminución del nivel del agua los hace menos propensos a ser arrastrados por las corrientes permitiéndole presentar una mayor agregación. Sin embargo, existen otros factores bióticos y abióticos, tales como el tipo de vegetación, disponibilidad de alimento, dureza del agua que puede estar involucrados en la distribución de estas especies (Bryan, 1990; Perera y Yong, 1990). En general la densidad de los organismos puede variar según las condiciones específicas del ecosistema (Viloria *et al.*, 2010). La densidad registrada en este estudio fue superior a la reportada por Ocaña *et al.* (2015), mencionado

anteriormente, y Rivera *et al.* (2016):  $0.91 \pm 0.22$  ind/m<sup>2</sup> (Lluvia),  $0.03 \pm 0.01$  ind/m<sup>2</sup> (Sequía) en las Lagunas de Guerrero y Bacalar, Quintana Roo, México, respectivamente.

La menor densidad reportada en el S2 puede ser atribuida a las condiciones del canal las cuales no eran favorables para el crecimiento óptimo de esta especie, debido a la posiblemente a la contaminación ocasionada por los desechos encontrados en el agua que pudieron afectar el desarrollo y la reproducción del caracol durante la época de sequía, sin embargo, a pesar de estos factores, se logró coleccionar individuos durante todo el periodo de estudio, lo que indica que la especie es capaz de sobrevivir bajo condiciones ambientales adversas y contaminadas, como las presentes en S2.

Álvarez *et al.* (2016) indicaron que generalmente los moluscos dulceacuícolas prefieren hábitats donde se encuentre cierto volumen de vegetación, ya que las plantas generalmente les ofrecen soporte, alimento, refugio para ocultarse de los depredadores y constituyen un sustrato de soporte ideal para la ovoposición. En este sentido, el S1 poseía una mayor cantidad de vegetación, además de encontrarse frutas en el canal provenientes de árboles ubicados en las adyacencias, las cuales pueden servir de alimento para los caracoles. Esta disponibilidad de alimento pudo influir en la densidad poblacional, haciéndolo un ambiente más propicio para su reproducción y desarrollo.

### **Biometría**

Los organismos del S1 presentaron una altura promedio de la concha de  $28,54 \pm 2,96$  mm; con una longitud total de  $29,80 \pm 3,85$  mm; y un diámetro de abertura de  $28,55 \pm 2,51$  mm. Los meses de julio (Alt:  $32,01 \pm 3,40$  mm; Lt:  $34,20 \pm 3,49$  mm) y septiembre (Alt:  $30,29 \pm 3,54$  mm; Lt:  $33,00 \pm 3,93$  mm) presentaron los valores máximos de altura y longitud de la concha, mientras que los mínimos se encontraron en el mes de diciembre (Alt:  $25,83 \pm 4,09$  mm; Lt:  $28,78 \pm 5,42$  mm). Para el S2, la altura promedio fue de  $28,55 \pm 2,97$  mm, con una Lt de  $29,72 \pm 3,78$  mm y abertura promedio de  $28,72 \pm 2,47$  mm. Para este sector, marzo (Alt:  $32,05 \pm 6,30$  mm; Lt:  $36,30 \pm 14,66$  mm), abril (Alt:  $32,71 \pm 5,24$  mm; Lt:  $33,65 \pm 4,51$  mm) y junio (Alt:  $32,25 \pm 3,48$  mm; Lt:  $32,47 \pm 3,92$  mm) representaron los meses con tallas mayores. Octubre (Alt:  $20,67 \pm$



6,61 mm; Lt:  $20,74 \pm 7,28$  mm) y diciembre (Alt:  $21,70 \pm 4,63$  mm; Lt:  $22,23 \pm 5,86$  mm) fueron los meses con menor tamaño promedio de la concha. No se encontraron diferencias significativas al comparar la longitud total y altura entre los periodos de sequía y lluvias ( $p > 0,05$ ) (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros biométricos de la concha de *Pomacea glauca* en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, durante julio 2022-junio 2023. Altura (Al), longitud total (Lt) y diámetro de la abertura (Da). Los superíndices indican diferencias significativas entre los meses (ANOVA).

Meses	Sector 1			Sector 2		
	Al (mm)	Lt (mm)	Da (mm)	Al (mm)	Lt (mm)	Da (mm)
Jul	$32,01 \pm 3,40^a$	$34,20 \pm 3,49^a$	$24,34 \pm 2,62^a$	$28,00 \pm 4,30^{bc}$	$26,96 \pm 3,46^c$	$19,79 \pm 2,73^d$
Ago	$27,93 \pm 2,19^{cd}$	$29,00 \pm 2,47^d$	$20,50 \pm 2,03^{de}$	$30,97 \pm 3,85^{ab}$	$33,52 \pm 4,75^a$	$23,30 \pm 3,27^{ab}$
Sep	$30,29 \pm 3,54^{ab}$	$33,00 \pm 3,93^{ab}$	$23,13 \pm 2,84^{ab}$	$28,01 \pm 3,96^{bc}$	$28,85 \pm 3,97^{bc}$	$20,54 \pm 2,68^{cd}$
Oct	$27,57 \pm 4,05^{cd}$	$30,07 \pm 4,85^{cd}$	$21,65 \pm 2,81^{bcd}$	$20,67 \pm 6,61^d$	$20,74 \pm 7,28^d$	$13,38 \pm 6,10^f$
Nov	$27,81 \pm 5,93^{cd}$	$28,81 \pm 6,23^d$	$20,92 \pm 4,20^{cd}$	$28,60 \pm 4,47^{bc}$	$31,68 \pm 5,46^{ab}$	$22,56 \pm 3,49^{abc}$
Dic	$25,83 \pm 4,09^d$	$28,78 \pm 5,42^d$	$19,02 \pm 3,07^e$	$21,70 \pm 4,63^d$	$22,23 \pm 5,86^d$	$17,37 \pm 5,01^e$
Ene	$29,57 \pm 3,90^{bc}$	$29,82 \pm 3,95^{cd}$	$22,29 \pm 2,88^{bc}$	$26,90 \pm 2,97^c$	$28,97 \pm 2,94^{bc}$	$20,93 \pm 2,41^{bcd}$
Feb	$29,03 \pm 2,35^{bc}$	$32,10 \pm 2,61^{abc}$	$22,55 \pm 1,64^{bc}$	$30,76 \pm 7,45^{ab}$	$32,33 \pm 8,55^a$	$23,45 \pm 5,84^a$
Mar	$27,42 \pm 2,50^{cd}$	$28,62 \pm 2,75^d$	$21,18 \pm 2,43^{cd}$	$32,05 \pm 6,30^a$	$36,30 \pm 14,66^a$	$24,32 \pm 5,12^a$
Abr	$29,30 \pm 3,75^{bc}$	$22,82 \pm 3,03^e$	$21,04 \pm 2,81^{cd}$	$32,71 \pm 5,24^a$	$33,65 \pm 4,51^a$	$24,59 \pm 3,73^a$
May	$28,41 \pm 3,27^{bc}$	$29,43 \pm 3,69^d$	$21,00 \pm 3,17^{cd}$	$32,03 \pm 3,00^a$	$32,46 \pm 3,64^a$	$23,76 \pm 2,92^a$
Jun	$28,92 \pm 2,00^{bc}$	$30,96 \pm 2,48^{bcd}$	$21,88 \pm 1,74^{bcd}$	$32,25 \pm 3,48^a$	$32,47 \pm 3,92^a$	$23,51 \pm 3,12^a$
Total	$28,54 \pm 2,96$	$29,80 \pm 3,85$	$21,46 \pm 2,51$	$28,55 \pm 2,97$	$29,72 \pm 3,78$	$21,42 \pm 2,47$

La altura y longitud total registradas en esta investigación se encuentran dentro del rango reportado por Ahirwal *et al.* (2023), para otras especies de pomáceas que abarco un rango entre 24 a 60 mm Lt. También se considera que la altura, longitud y abertura del opérculo pueden variar de acuerdo a la condición ambiental (Cerutti, 1998).

El tamaño de la abertura del opérculo de *Pomacea canaliculata* varía según la edad

y el sexo del caracol, entre los 23 a 34 mm para caracoles pequeños, 31 a 46 mm para caracoles medianos y 43 a 63 mm para caracoles grandes. Es importante tener en cuenta que puede haber cierta superposición en estos rangos de tamaño y ocurrir variaciones individuales (Cowie, 2002).

*Pomacea insularum* en el trabajo de Burks *et al.* (2011), presentó una abertura del opérculo promedio de  $10,7 \pm 0,9$  mm, que contrasta notablemente con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se registraron aberturas promedio considerablemente mayores tanto en el S1 ( $21,46 \pm 2,51$  mm) como en el S2 ( $21,42 \pm 2,47$  mm). Esta discrepancia en el tamaño del opérculo podría atribuirse a diversos factores, tales como las diferencias en las condiciones ambientales de los hábitats estudiados, la variabilidad genética entre las poblaciones, o incluso la influencia de factores antrópicos que provocan la contaminación del ambiente (Téllez, 2018).

El promedio general de la masa total tanto para el S1 como el S2, fue similar ( $6,71 \pm 1,74$  y  $6,70 \pm 1,73$  g, respectivamente) encontrando variabilidad a lo largo de los meses, por lo que se puede decir que sin importar el sector en el que habite, esta especie mantuvo su masa promedio. Para el S1, los meses que presentaron una mayor masa de los ejemplares son julio y septiembre con  $9,28 \pm 3,11$  y  $8,64 \pm 2,80$  g, respectivamente. En agosto ( $5,54 \pm 1,40$  g) y marzo ( $5,24 \pm 1,53$  g) se obtuvieron los valores mínimos. El S2 presentó en los meses de marzo ( $10,37 \pm 6,21$  g) y junio ( $9,10 \pm 2,40$  g) un mayor promedio de masa total, mientras que los meses con menor valor promedio fueron octubre ( $4,92 \pm 2,15$  g) y diciembre ( $2,93 \pm 2,17$  g), respectivamente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la masa total de los ejemplares entre los periodos de sequía y lluvias ( $p > 0,05$ ), y tampoco para esta variable entre los individuos colectados en los dos sectores del canal de riego sometido a estudio ( $p < 0,05$ ) (Tabla 2).

Burks *et al.* (2011) indican que la masa seca de sus ejemplares de *Pomacea insularum* oscilaban entre 0,56-1,11 g y mientras que la masa húmeda variaba entre 4,60-14,82 g, estos valores proporcionan un punto de referencia para comparar el tamaño corporal de las poblaciones estudiadas en la presente investigación, que poseen

valores similares a los antes mencionados, por lo que se puede decir que estas son masas generalmente obtenidas en los caracoles del género *Pomacea*.

Para la época de sequía, a finales de marzo y hasta comienzos de mayo, es cuando los caracoles entran en el proceso de estivación, para así poder soportar las altas temperaturas y desecación de los meses posteriores, en la que disminuyen el consumo de alimentos que pueden incidir en la disminución de la masa total (Rojas, 1988). Sin embargo, Rahman y Barkati (2006) también observaron que las especies de moluscos alcanzan mayor tamaño corporal y dominan en términos de biomasa en sitios menos contaminados y no perturbados, mientras que las especies son más pequeñas en sitios relativamente perturbados y contaminados. En esta investigación los parámetros biométricos de la concha y los tejidos, oscilaron mensualmente en cada localidad, sin embargo no se detectaron diferencias entre localidades o periodos de sequía o lluvias. Rojas (1988) observó esta misma tendencia para *Pomacea costaricana*.

Tabla 2. Parámetros biométricos de las masas de *Pomacea glauca* en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, durante julio 2022-junio 2023. Masa total (Mt), masa húmeda de los tejidos blandos frescos (Mf) y masa seca del tejido blando (Ms).

Meses	Sector 1			Sector 2		
	Mt (g)	Mf (g)	Ms (g)	Mt (g)	Mf (g)	Ms (g)
Jul	9,28 ± 3,11 <sup>a</sup>	3,63 ± 1,34 <sup>a</sup>	0,67 ± 0,28 <sup>a</sup>	5,16 ± 1,84 <sup>d</sup>	1,49 ± 0,63 <sup>def</sup>	0,28 ± 0,12 <sup>de</sup>
Ago	5,54 ± 1,40 <sup>d</sup>	1,91 ± 0,50 <sup>ef</sup>	0,42 ± 0,11 <sup>de</sup>	7,88 ± 2,64 <sup>bc</sup>	2,18 ± 1,20 <sup>cd</sup>	0,46 ± 0,29 <sup>bc</sup>
Sep	8,64 ± 2,80 <sup>ab</sup>	3,44 ± 1,14 <sup>ab</sup>	0,60 ± 0,25 <sup>ab</sup>	6,16 ± 2,31 <sup>cd</sup>	2,26 ± 0,86 <sup>bcd</sup>	0,46 ± 0,19 <sup>bc</sup>
Oct	6,09 ± 3,16 <sup>d</sup>	2,48 ± 1,29 <sup>cde</sup>	0,42 ± 0,25 <sup>de</sup>	4,92 ± 2,15 <sup>d</sup>	1,80 ± 0,80 <sup>de</sup>	0,38 ± 0,18 <sup>cd</sup>
Nov	5,75 ± 3,58 <sup>d</sup>	2,05 ± 1,23 <sup>def</sup>	0,41 ± 0,27 <sup>e</sup>	7,82 ± 4,21 <sup>bc</sup>	2,73 ± 1,36 <sup>bc</sup>	0,46 ± 0,24 <sup>bc</sup>
Dic	7,89 ± 3,22 <sup>ab</sup>	2,66 ± 1,11 <sup>cd</sup>	0,56 ± 0,23 <sup>abc</sup>	2,93 ± 2,17 <sup>e</sup>	0,93 ± 0,70 <sup>f</sup>	0,19 ± 0,13 <sup>e</sup>
Ene	6,19 ± 2,72 <sup>cd</sup>	2,48 ± 0,96 <sup>cde</sup>	0,46 ± 0,18 <sup>cde</sup>	5,53 ± 1,65 <sup>d</sup>	1,74 ± 0,74 <sup>de</sup>	0,37 ± 0,16 <sup>cd</sup>
Feb	7,69 ± 1,92 <sup>bc</sup>	2,91 ± 0,89 <sup>bc</sup>	0,54 ± 0,17 <sup>bcd</sup>	8,52 ± 5,24 <sup>ab</sup>	2,96 ± 1,96 <sup>b</sup>	0,57 ± 0,43 <sup>b</sup>
Mar	5,24 ± 1,53 <sup>d</sup>	2,01 ± 0,82 <sup>ef</sup>	0,34 ± 0,20 <sup>e</sup>	10,37 ± 6,21 <sup>a</sup>	3,92 ± 2,34 <sup>a</sup>	0,74 ± 0,44 <sup>a</sup>
Abr	5,57 ± 2,25 <sup>d</sup>	1,95 ± 0,91 <sup>ef</sup>	0,35 ± 0,16 <sup>e</sup>	8,99 ± 3,88 <sup>ab</sup>	3,73 ± 0,13 <sup>a</sup>	0,74 ± 0,04 <sup>a</sup>
May	5,62 ± 1,68 <sup>d</sup>	1,44 ± 0,68 <sup>f</sup>	0,22 ± 0,10 <sup>f</sup>	6,27 ± 2,26 <sup>cd</sup>	1,31 ± 0,53 <sup>ef</sup>	0,28 ± 0,13 <sup>de</sup>
Jun	6,30 ± 1,49 <sup>cd</sup>	0,19 ± 0,50 <sup>ef</sup>	0,40 ± 0,14 <sup>de</sup>	9,10 ± 2,40 <sup>ab</sup>	3,97 ± 1,19 <sup>a</sup>	0,83 ± 0,29 <sup>a</sup>
Total	6,71 ± 1,74	2,27 ± 0,92	0,45 ± 0,15	6,70 ± 1,73	2,28 ± 0,94	0,45 ± 0,16

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas de la masa húmeda y seca de las gónadas entre sectores del canal de riego ( $p > 0,05$ ). En el mes de mayo, los ejemplares colectados no presentaban gónadas desarrolladas, lo que pudiera indicar que para el mes anterior (abril) los caracoles liberaron los gametos y en mayo ocurrió un descanso reproductivo que coincide con una baja productividad (Darrigran *et al.*, 2011). Entre los periodos de sequía y lluvias se detectaron diferencias significativas de la masa de la gónada seca ( $p < 0,05$ ), de igual manera entre los dos sectores del canal de riego (Tabla 3). La masa total promedio del opérculo de los caracoles colectados en los dos sectores del canal de riego de la localidad de Tres Picos registró el mismo valor (0,07 g), a pesar de observarse diferencias en esta variable en algunos de los meses de muestreo. A lo largo del tiempo no se observa una tendencia clara.

Tabla 3. Parámetros biométricos de las masas de *Pomacea glauca* en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, durante julio 2022-junio 2023. Masa de la gónada húmeda (Mgh), de la gónada seca (Mgs) y del opérculo (Mo). \* Las gónadas no están desarrolladas.

Meses	Sector 1			Sector 2		
	Mgh (g)	Mgs (g)	Mo (g)	Mgh (g)	Mgs (g)	Mo (g)
Jul	0,38 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,08 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,10 ± 0,04 <sup>ab</sup>	0,17 ± 0,05 <sup>cd</sup>	0,03 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,07 ± 0,11 <sup>bc</sup>
Ago	0,17 ± 0,06 <sup>d</sup>	0,04 ± 0,01 <sup>bc</sup>	0,06 ± 0,02 <sup>de</sup>	0,30 ± 0,04 <sup>abcd</sup>	0,08 ± 0,01 <sup>ab</sup>	0,07 ± 0,03 <sup>bc</sup>
Sep	0,27 ± 0,14 <sup>abcd</sup>	0,05 ± 0,03 <sup>abc</sup>	0,09 ± 0,03 <sup>bc</sup>	0,22 ± 0,09 <sup>bcd</sup>	0,05 ± 0,01 <sup>bc</sup>	0,04 ± 0,02 <sup>c</sup>
Oct	0,31 ± 0,13 <sup>abc</sup>	0,06 ± 0,03 <sup>ab</sup>	0,07 ± 0,04 <sup>cde</sup>	0,20 ± 0,07 <sup>bcd</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>bc</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>c</sup>
Nov	0,18 ± 0,08 <sup>d</sup>	0,04 ± 0,02 <sup>bc</sup>	0,06 ± 0,05 <sup>de</sup>	0,22 ± 0,09 <sup>bcd</sup>	0,04 ± 0,02 <sup>bc</sup>	0,09 ± 0,05 <sup>ab</sup>
Dic	0,32 ± 0,15 <sup>ab</sup>	0,08 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,11 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,15 ± 0,07 <sup>d</sup>	0,04 ± 0,02 <sup>bc</sup>	0,04 ± 0,03 <sup>c</sup>
Ene	0,64 ± 1,04 <sup>abc</sup>	0,07 ± 0,02 <sup>ab</sup>	0,07 ± 0,03 <sup>cde</sup>	0,18 ± 0,07 <sup>bcd</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>bc</sup>	0,04 ± 0,02 <sup>c</sup>
Feb	0,22 ± 0,08 <sup>bcd</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>abc</sup>	0,07 ± 0,02 <sup>cde</sup>	0,42 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,09 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,11 ± 0,07 <sup>a</sup>
Mar	0,16 ± 0,03 <sup>d</sup>	0,03 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>e</sup>	0,41 ± 0,25 <sup>a</sup>	0,11 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,08 ± 0,06 <sup>ab</sup>
Abr	0,19 ± 0,09 <sup>cd</sup>	0,05 ± 0,03 <sup>abc</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>e</sup>	0,37 ± 0,13 <sup>ab</sup>	0,09 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,08 ± 0,04 <sup>ab</sup>
May	*	*	0,05 ± 0,01 <sup>e</sup>	*	*	0,08 ± 0,10 <sup>ab</sup>
Jun	0,20 ± 0,07 <sup>bcd</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>abc</sup>	0,08 ± 0,02 <sup>bcd</sup>	0,35 ± 0,11 <sup>abc</sup>	0,07 ± 0,02 <sup>ab</sup>	0,10 ± 0,03 <sup>a</sup>
Total	0,27 ± 0,04	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,27 ± 0,12	0,06 ± 0,02	0,07 ± 0,02

Calife *et al.* (2006) reportaron que las gónadas de *Pomacea glauca*, se encuentran en desarrollo durante la temporada de lluvias por lo que no se ven visiblemente avanzadas para considerarse una gónada madura (de mayo a octubre) y se reabsorben durante la estación seca (de noviembre a abril). Sin embargo, en el S1 las gónadas alcanzaron el valor máximo en enero, y en el S2 entre febrero y abril, con oscilaciones mensuales, los cuales no concuerdan con otros estudios, dado que en la región oriental los periodos de lluvias son más extensos.

## Relación Alométrica

Con los datos biométricos se estimó la relación alométrica lineal entre las dimensiones de la concha: altura y longitud; longitud y diámetro de abertura de los ejemplares colectados, para ambos sectores del canal de riego de Tres Picos. Para el S1, la relación entre la longitud y altura de la concha fue isométrica ( $Lt = 0,94Al + 2,78$ ;  $r^2 = 0,58$ ), lo que indica que durante el desarrollo de *P. glauca* la longitud de la concha incrementa al mismo ritmo que la altura (Figura 5).

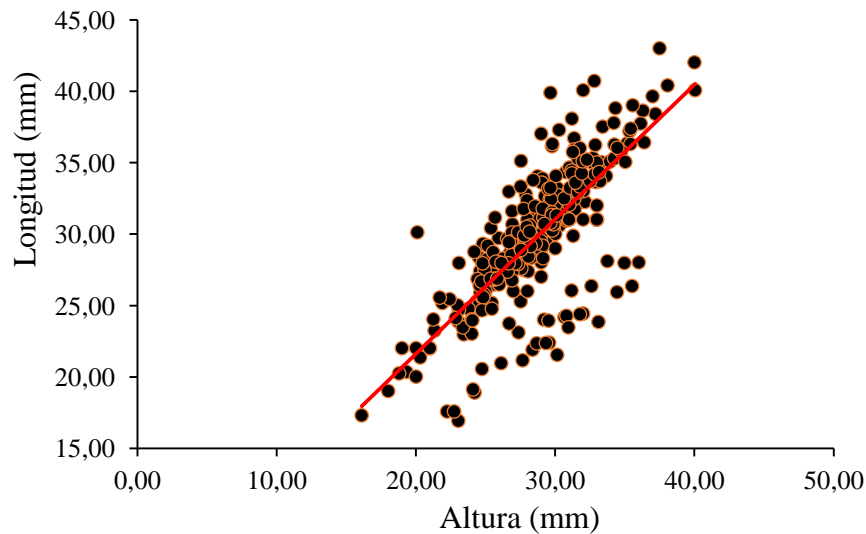


Figura 5. Relación alométrica lineal entre la longitud total y altura total de *Pomacea glauca* en el sector 1 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela. Datos del periodo julio 2022-junio 2023.

Para el S1, la alometría entre la longitud con el diámetro de abertura de la concha ( $Lt = 0,52DA + 6,17$ ;  $r^2 = 0,66$ ), arrojó un coeficiente de regresión  $b$  igual a 0,52, siendo menor que 1 ( $b < 1$ ), por lo tanto, tienen una relación alométrico minorante. Su coeficiente de determinación fue de 0,65, causada por la divergencia de un segmento de la población que presentó mayor altura entre 20 y 35 mm (Figura 6).

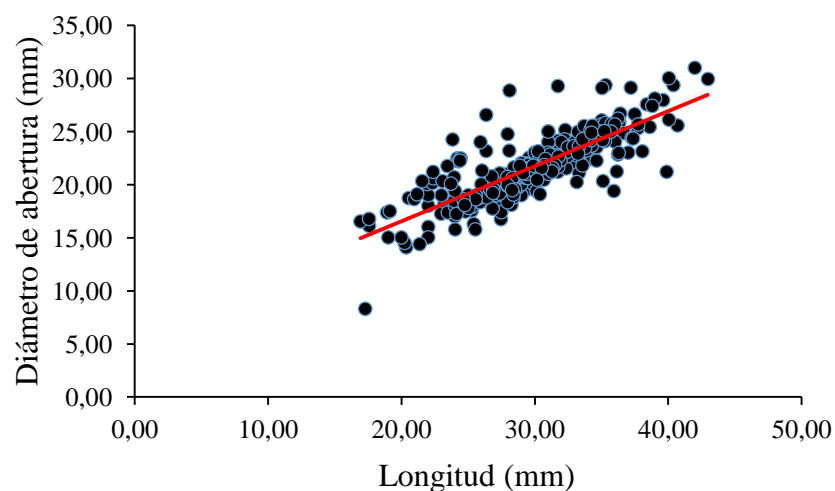


Figura 6. Relación alométrica lineal entre longitud total y diámetro de abertura de *Pomacea glauca* en el sector 1 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela. Datos del periodo julio 2022-junio 2023.

Para el S2, la alometría lineal de altura y longitud de la concha obtuvo un coeficiente isométrico ( $Lt = 1,04Al - 0,006$ ;  $r^2 = 0,89$ ). El coeficiente de determinación,  $r^2$ , entre ambas variables registra un valor de 0,89, por lo que existe una relación positiva significativa entre ambas variables (Figura 7).

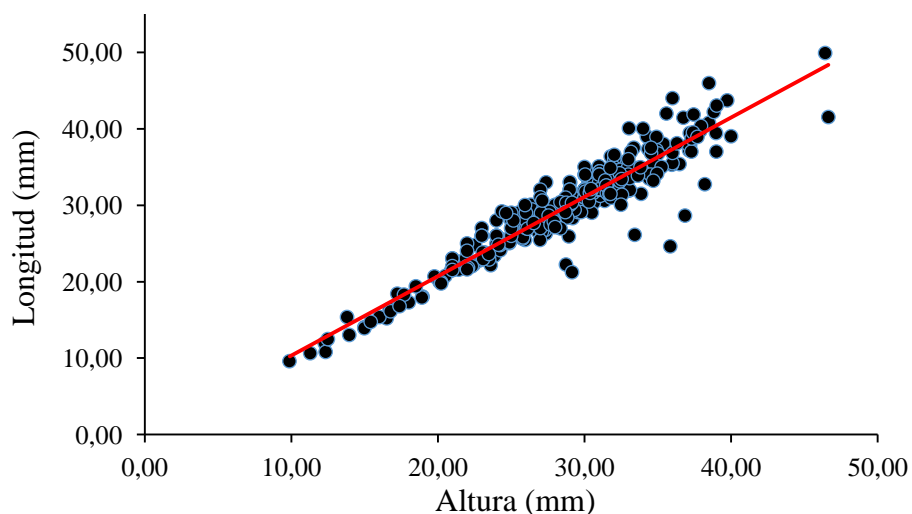


Figura 7. Relación alométrica lineal entre longitud total y altura de la concha de *Pomacea glauca* en el sector 2 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela. Datos del periodo julio 2022-junio 2023.

En cuanto a la relación alométrica lineal entre longitud y diámetro de abertura de la concha de *P. glauca* en el S2, el coeficiente  $b = 0,71$ , ( $L_t = 0,71DA + 0,23$ ;  $r^2 = 0,89$ ), sugiere una relación isométrica. El valor de  $r^2 = 0,89$  con un porcentaje de relación de 88,79%, indica una buena relación lineal entre las dos variables (Figura 8).

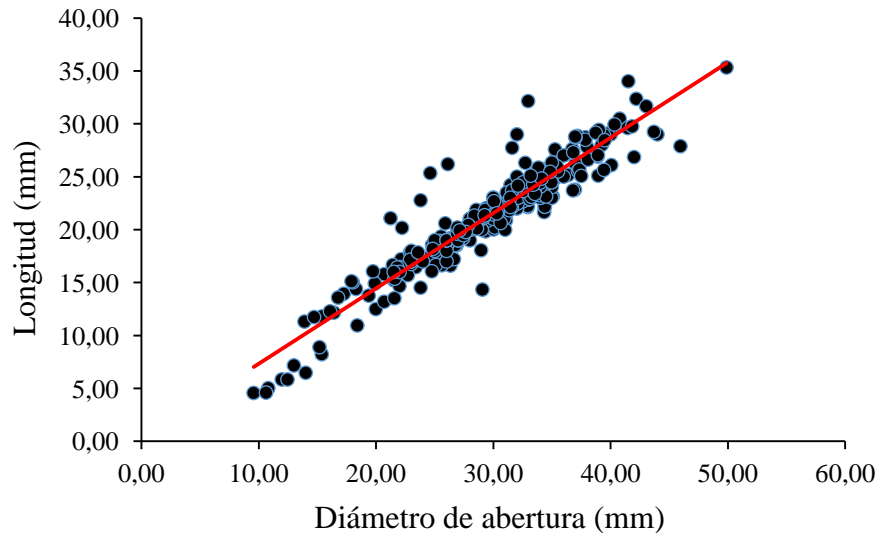


Figura 8. Relación alométrica lineal entre longitud total y diámetro de abertura de la concha de *Pomacea glauca* en el sector 2 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela. Datos del periodo julio 2022-junio 2023.

En general, se ha demostrado que las relaciones alométricas pueden ser utilizadas para inferir condiciones ambientales y comprender mejor la variabilidad intraespecífica. Sin embargo, es importante señalar que estas relaciones pueden ser específicas de cada especie y contexto, por lo cual se debe considerar la variabilidad y la necesidad de estudios detallados para cada especie de *Pomacea* (Manara, 2018).

Al comparar los datos reportados en ambos sectores del canal de riego de Tres Picos, se observa que los coeficientes de regresión “b” indican una alometría isométrica para las variables biométricas evaluadas en esta investigación, con excepción de la longitud y diámetro de apertura de la concha de los caracoles colectados en el S1, que muestran una relación alométrica minorante. Estos resultados sugieren que las variables



biométricas se incrementan proporcionalmente en ambos sectores. Este patrón de crecimiento isométrico implica que, a medida que los individuos aumentan de tamaño, sus proporciones corporales se mantienen relativamente constantes. Resulta interesante observar que este patrón se mantiene incluso en presencia de condiciones ambientales potencialmente estresantes, como las que presenta el S2. Esto podría indicar que esta especie presenta una notable capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales, o bien que los niveles de contaminación presentes en los sectores analizados no son lo suficientemente elevados como para afectar significativamente su crecimiento.

Los resultados de la alometría de *P. canaliculata* reportados por Tamburi y Martin (2013) indicaron relaciones alométricas significativas en ambos sexos de los caracoles. Estos patrones alométricos sugieren que a medida que los caracoles crecen, la forma de su concha cambia de manera predecible.

La relación diámetro de abertura/longitud de la concha aumenta con la disponibilidad de alimento, sin diferencias entre machos y hembras. Hasta el momento, la disponibilidad de alimento es el factor ambiental que se ha demostrado que afecta la forma de la concha del género *Pomacea* (Tamburi y Martín, 2012).

En esta investigación se estableció la relación alométrica exponencial entre la masa del tejido seco y la longitud total de la concha, con un rango de 0,03 a 1,33 g de masa del tejido seco y 19,93 a 42,98 mm de longitud para el S1 ( $M_s = 1,16 \times 10^{-4} L_t^{2,29}$ ,  $r^2 = 0,41$ ; Figura 9); mientras que en el S2 estas variables exhibieron un rango de 0,02 a 1,60 g y de 9,57 a 49,85 mm, respectivamente ( $M_s = 6,04 \times 10^{-4} L_t^{1,92}$ ,  $r^2 = 0,43$ ; Figura 10). Para el S1, el coeficiente  $b$  fue de 2,29, es decir  $b < 3$  lo que indica una relación alométrica minorante (Wilburg y Owen, 1964), lo que implica que ambas variables (masa del tejido seco y longitud total de la concha) crecen en diferente proporción con el tiempo. De manera similar, para el S2, el coeficiente de regresión  $b = 1,92$ , indica una relación minorante de modo que la proporción de masa del tejido seco con respecto a la longitud total de la concha de los ejemplares colectados disminuye a medida que el

caracol crece.

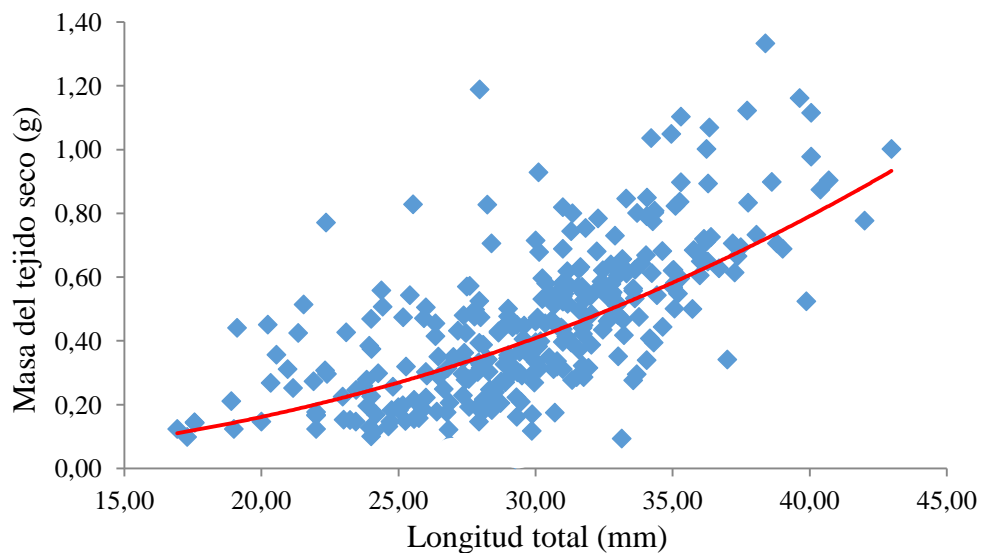


Figura 9. Relación alométrica exponencial entre la masa del tejido seco y longitud total de la concha de *Pomacea glauca* en el sector 1 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela. Datos del periodo julio 2022-junio 2023.

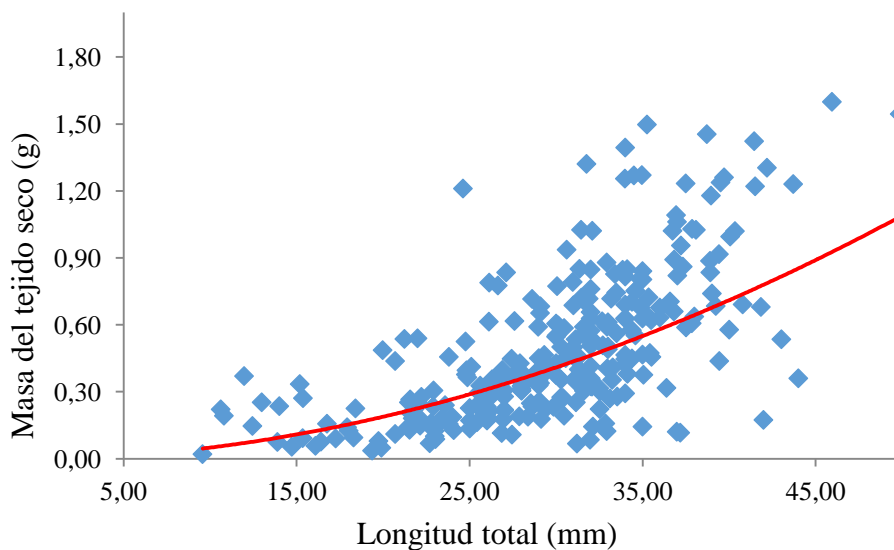


Figura 10. Relación alométrica exponencial entre la masa del tejido seco y la longitud total de la concha de *Pomacea glauca* en el sector 2 del canal de riego de Tres Picos, Sucre, Venezuela. Datos del periodo julio 2022-junio 2023.

Albrecht *et al.* (1996) proponen que una disminución de la masa seca en relación a la talla se debe a una mayor inversión energética en la reproducción. A medida que *P. glauca* crece, prioriza la producción de huevos y gónadas, en detrimento del crecimiento somático. Esta estrategia reproductiva, común en muchas especies, permite a *P. glauca* maximizar su éxito reproductivo, incluso en condiciones adversas. Al destinar más recursos a la reproducción, aumenta la probabilidad de supervivencia de la progenie y asegura la continuidad de la especie. Este patrón de crecimiento no es exclusivo de *P. glauca*, ya que se ha documentado en otras especies de caracoles de agua dulce, como *Biomphalaria glabrata* (Parra y Liria, 2017) y *Lymnaea peregra* (Hunter, 1975), sugiriendo una estrategia reproductiva para conservar la especie por medio de una alta fecundidad y producción de huevos.

Tamburi y Martin (2013), asociaron la longitud con la masa de *P. canaliculata*, concluyendo que suelen estar relacionados a través de patrones de crecimiento alométrico; describen que, en muchos organismos, incluidos los caracoles, la masa tiende a aumentar con la longitud, pero no necesariamente de manera lineal. En cambio, la relación puede describirse mediante una ley de potencia, donde la masa es proporcional a la longitud elevada a un cierto exponente. Esto significa que a medida que aumenta la longitud de la concha, la masa aumenta a un ritmo más rápido. En el estudio, la relación entre la masa y la longitud puede afectar la forma general y morfología de la concha. Por ejemplo, los caracoles más grandes (mayor longitud) pueden tener conchas más gruesas o proporciones diferentes en las características de la concha (como la altura de la espira y el tamaño de la abertura) en comparación con los caracoles más pequeños.

El valor del coeficiente de alometría (b) puede ser afectado por diferentes condiciones, como lo son: la diferencia en tamaños de las muestras, intervalos de tallas de especímenes, diferencias genéticas entre grupos de especies y condiciones ambientales locales además de otras variables como la alimentación y el desarrollo gonádico de los organismos (Wakida-Kusunoki *et al.*, 2022). El patrón de crecimiento de *P. glauca* fue alométrica minorante, con organismos de gran tamaño de la concha y bajo

contenido de tejido, lo cual puede ser causado por la competencia por el alimento o falta de recursos alimenticios. Sin embargo, en las poblaciones de *P. glauca* criadas en condiciones de laboratorio, examinadas por Brenes-Monge (2015), se registró que esta especie suele tener un crecimiento isométrico debido a una adaptación para utilizar los recursos de manera eficiente.

### **Estructura Poblacional**

La mayor proporción de los organismos capturados estaban en un rango de talla entre 21 a 27 mm en el caso del S1 (514 individuos colectados) y de 27 a 30 mm para el S2 (482 ejemplares). Por otra parte, en el S1 se evidencia una distribución de tallas de *P. glauca*, que oscila entre 9 y 45 mm de longitud total, mientras que para el S2, la longitud total varía entre 1 y 45 mm, lo que indica una población compuesta de juveniles y adultos (Figura 11).

De Francesco *et al.* (2006) analizaron la distribución de tamaño de conchas de *P. canaliculata* en tres lagos al suroeste de Argentina (Nahuel Ruca, Hinojales y Los Padres) con el objetivo de comprender las preferencias de depredación y su relación con las condiciones ambientales locales. Los resultados revelaron una clara selección de tamaños específicos, con preferencia del rango de 40-55 mm. Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre los lagos; mientras en Nahuel Ruca y Los Padres las distribuciones de tamaño son predominantemente normales, en Hinojales se presenta una marcada asimetría hacia la derecha, indicando una preferencia por caracoles aún más grandes. Estas variaciones podrían estar asociadas a las características particulares de cada lago, como la disponibilidad de alimento, estructura de la vegetación acuática y densidad de la población de caracoles. Cabe destacar que el lago Hinojales poseía más vegetación en sus adyacencias y ninguno de estos lagos presentaba condiciones de contaminación o deterioro ambiental. A pesar de estas diferencias en las condiciones ambientales, la presente investigación y la realizada por los autores mencionados en este párrafo convergen en la importancia de la estructura de tallas en las poblaciones de caracoles y su relación con las dinámicas de depredación y el ambiente.

Del Ángel *et al.* (2018) reportaron un incremento en la densidad y tamaño de *Pomacea flagellata* durante la temporada de lluvias, con una dominancia de adultos. Los resultados de esta investigación concuerdan con estos hallazgos, mostrando un aumento en el tamaño de los individuos (25-30 mm) durante los meses más lluviosos (mayo a octubre). Estos resultados sugieren que la temperatura y la precipitación influyen positivamente en la abundancia y crecimiento de esta especie.

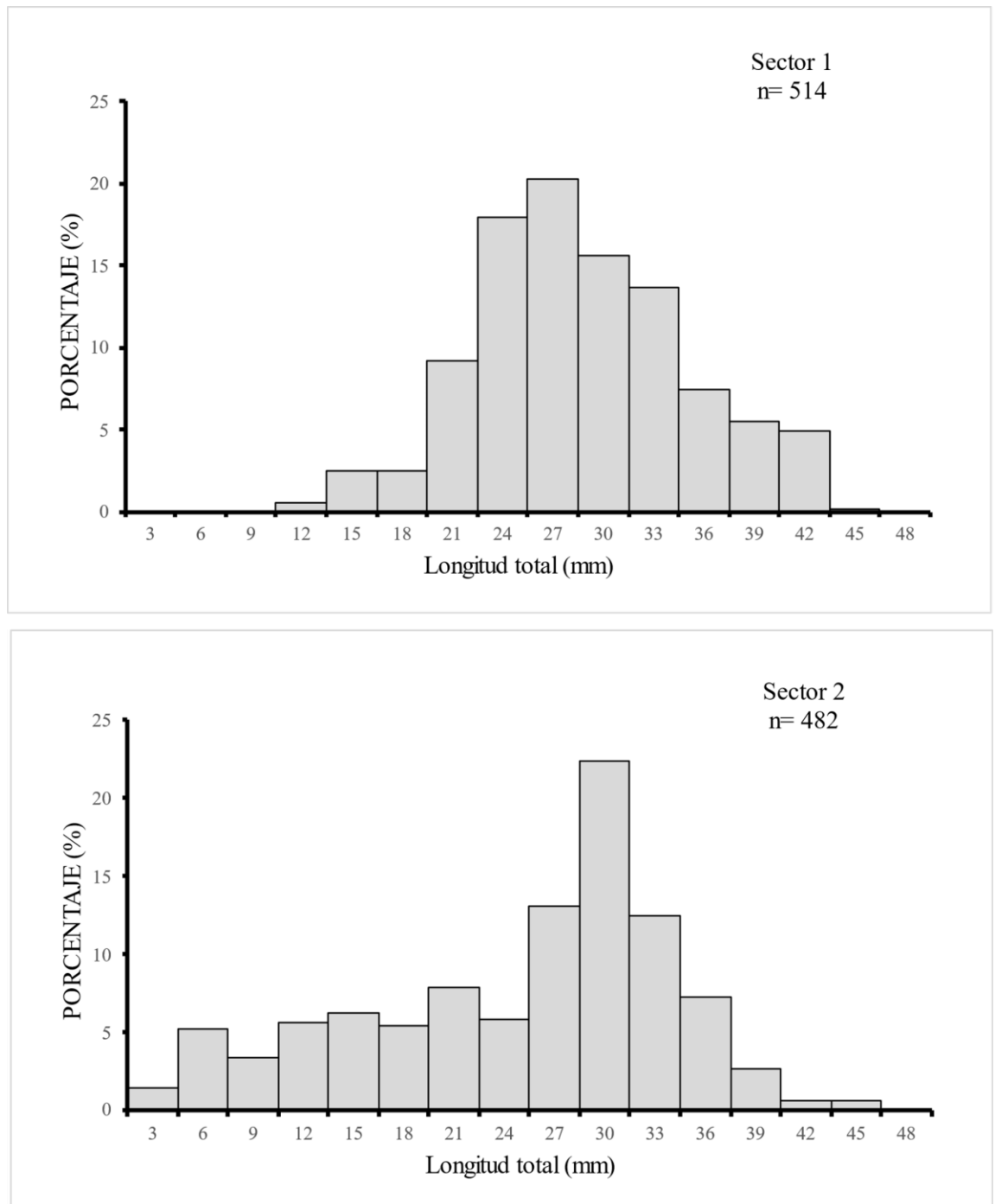


Figura 11. Estructuras de tallas de *Pomacea glauca* durante un ciclo anual (julio 2022-junio 2023), en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, Sucre, Venezuela.

Los histogramas de frecuencia de longitud de tallas para el S1, presentan una

distribución normal, en la mayoría de los meses, colectándose pocos juveniles. Los meses de mayo, junio y julio presentaron la mayor cantidad de organismos con una longitud de 27 a 30 mm con una pequeña subida en el mes de septiembre, alcanzando unos 36 mm de Lt (Figuras 12 y 13).

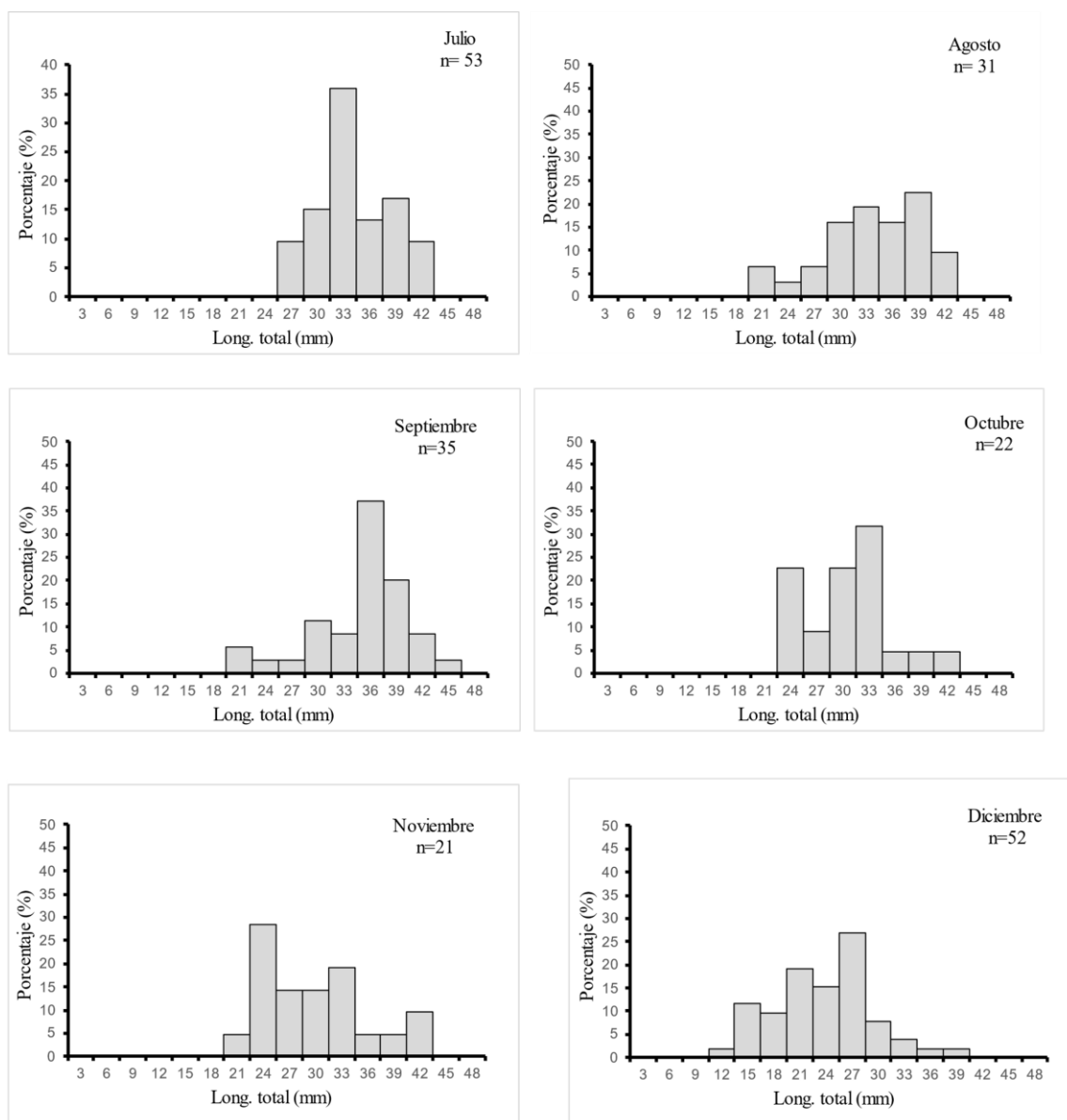


Figura 12. Histogramas mensuales de frecuencia de tallas de ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en el sector 1 del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, Sucre, Venezuela. Datos del periodo julio-diciembre 2022.

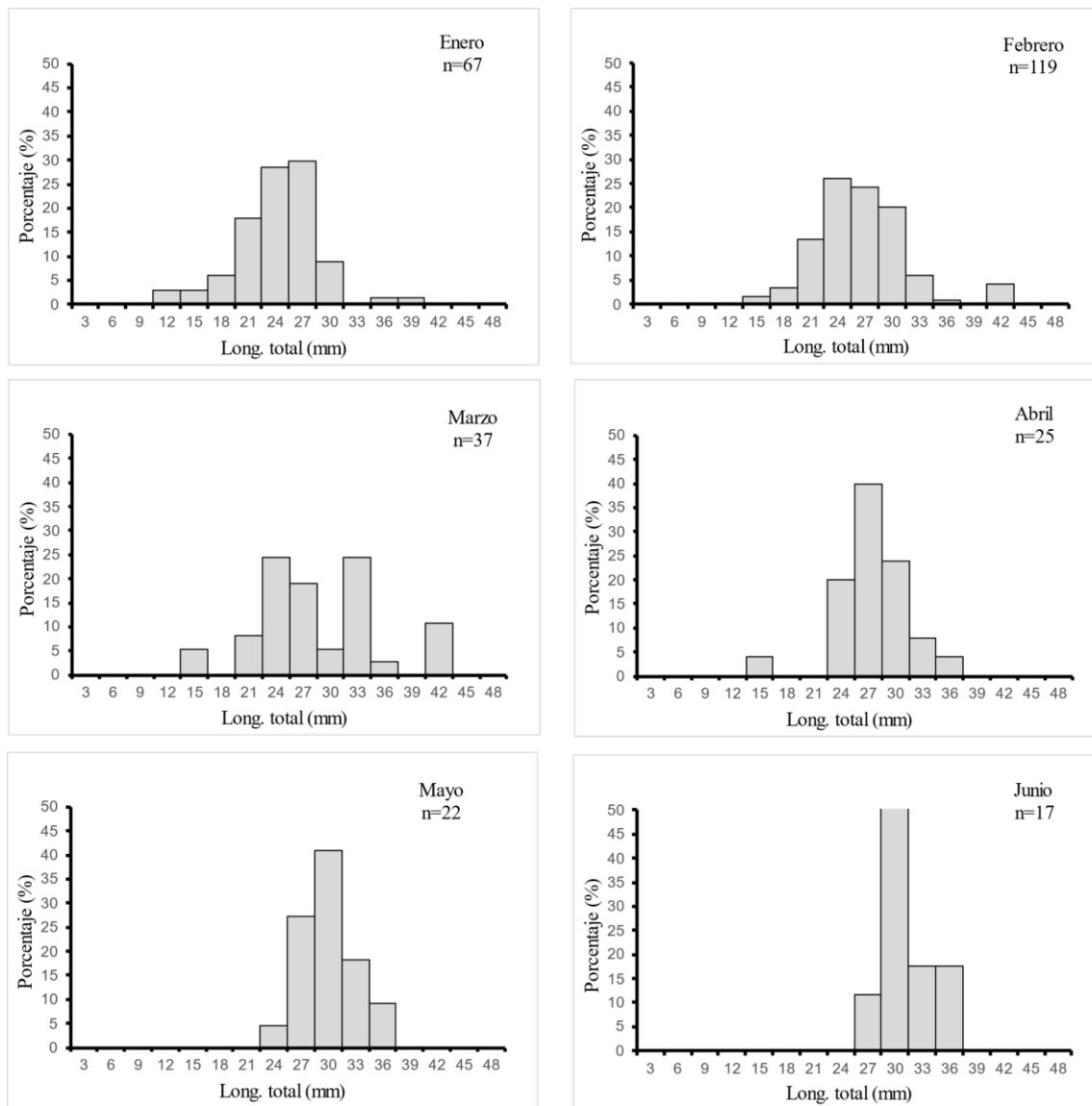


Figura 13. Histogramas mensuales de frecuencia de tallas de ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en el sector 1 del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, Sucre, Venezuela. Datos del periodo enero-junio 2023.

En el S2 se observa una estructura de tallas normal la mayor parte del año de estudio y bimodal durante septiembre, marzo, abril y mayo asociada a reclutamientos y presencia de organismos de mayor talla. Los picos con mayor oscilación corresponden a los meses de julio y enero, con 27 a 30 mm. Para los meses de enero, marzo, junio, julio



y noviembre, no se encontraron individuos con tallas menores de 21 mm. En diciembre solamente se encontraron especímenes con tallas menores, desde 3 a 12 mm, que puede estar relacionado con depredación, mortalidad u otras variables que pueden afectar el desarrollo de los caracoles para este mes en estas condiciones ambientales (Figuras 14 y 15).

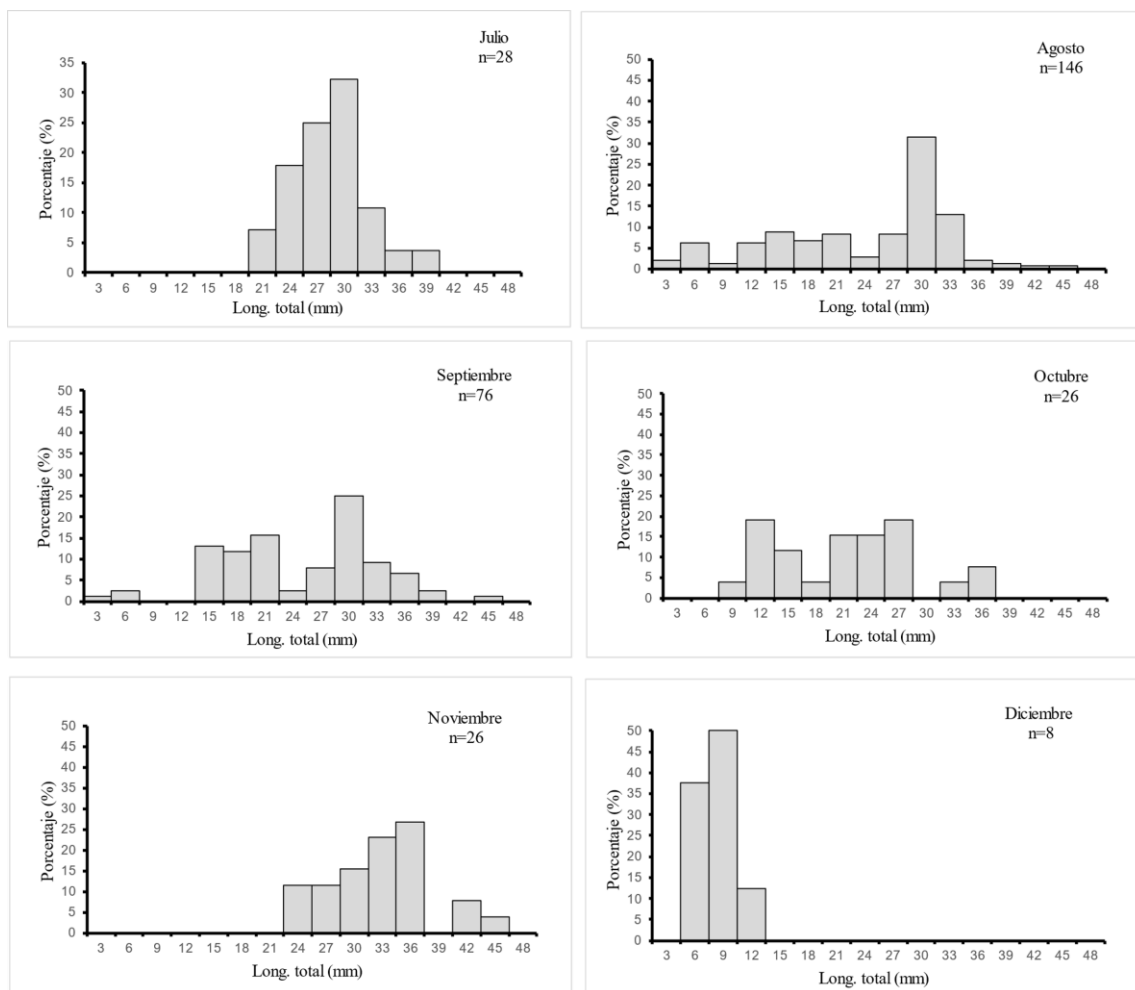


Figura 14. Histogramas mensuales de frecuencia de tallas de ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en el sector 2 del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, Sucre, Venezuela. Datos del periodo julio-diciembre 2022.

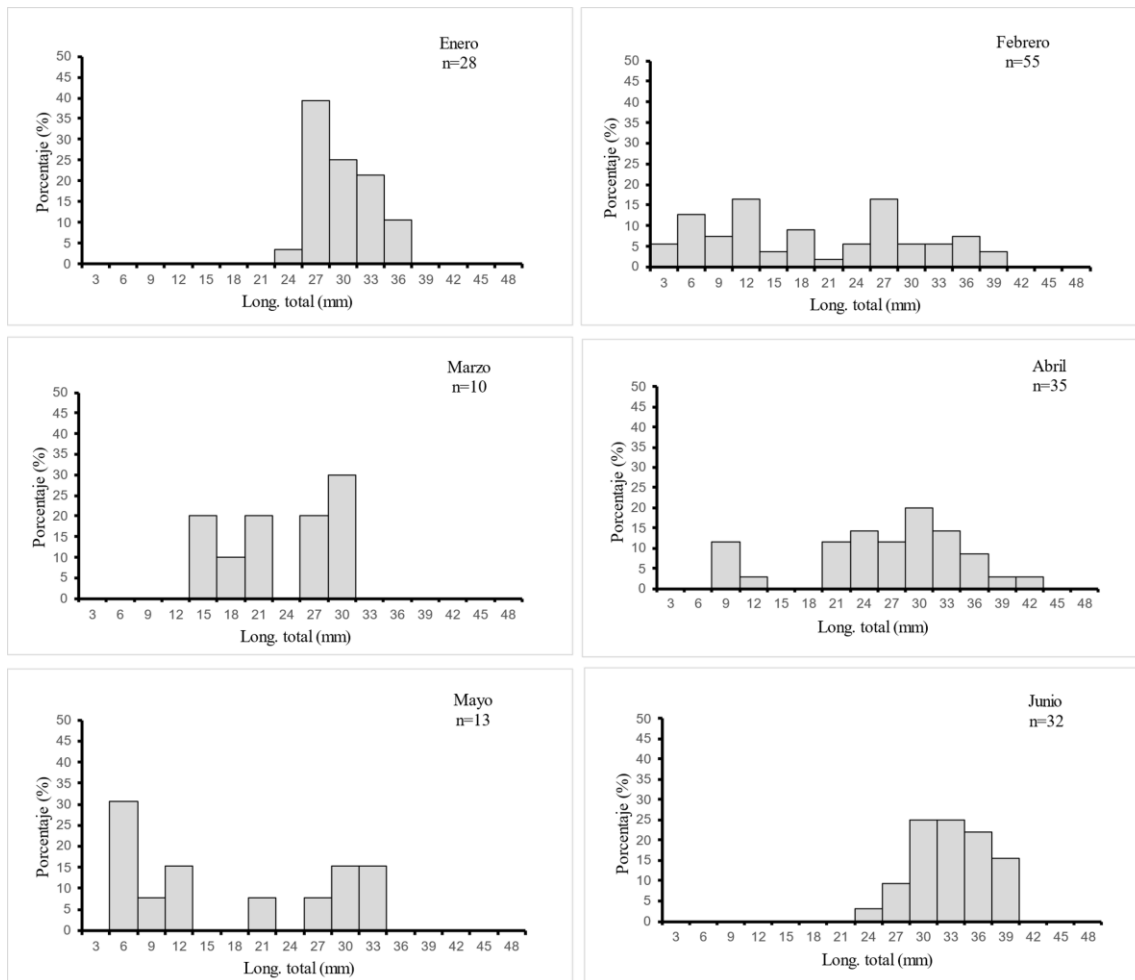


Figura 15. Histogramas mensuales de frecuencia de tallas de ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en el sector 2 del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, Sucre, Venezuela. Datos del periodo enero-junio 2023.

Los histogramas de frecuencia de talla realizados por Ocaña *et al.* (2015) mostraban que su población de *P. flagellata* estaba compuesta principalmente por caracoles adultos, con una distribución bimodal y abarcando tallas desde 4 hasta 55 mm, con un tamaño adulto promedio de 35 mm en condiciones de laboratorio. La longitud máxima estimada para esta especie fue de 57,75 mm. Al comparar estos resultados con los obtenidos en este estudio, donde el rango de tallas varió entre 1 y 45 mm, se observa ciertas similitudes y diferencias. Ambos trabajos coinciden en la presencia de una población compuesta principalmente por adultos, aunque el tamaño máximo registrado

en esta investigación fue ligeramente inferior al reportado por Ocaña *et al.* (57,75 mm). Esta discrepancia podría atribuirse a factores locales, como las características del hábitat, la genética de la población o las presiones selectivas ejercidas por el entorno, ya que su estudio fue realizado con caracoles en condiciones de laboratorio.

Las tallas obtenidas concuerdan con lo reportado por Iriarte y Mendoza (2007), que obtuvieron tallas hasta 40 mm, que consideraban la talla ideal para que la especie pueda ser comercializada.

### **Índice de Condición**

El índice de condición (IC) es una medida que se utiliza para evaluar el estado físico y la salud de los caracoles. En el S1, el IC exhibió su valor mínimo en marzo ( $16,03 \pm 3,85\%$ ) y máximo en abril ( $22,29 \pm 3,86\%$ ); mientras que, en el S2, el valor mínimo registrado fue en noviembre ( $16,47 \pm 2,65\%$ ), y el máximo en diciembre ( $21,60 \pm 2,90\%$ ). El IC presentó diferencias significativas entre los sectores ( $p < 0,05$ ). Durante los meses de lluvias (mayo-octubre), el IC del S1 se presentó con los mayores valores, y disminuyó gradualmente hacia los meses de sequía (noviembre-abril) (Figura 16); sin embargo, el análisis estadístico no arrojó diferencias significativas entre los periodos de sequía y lluvias ( $p > 0,05$ ). En el S2, el IC presentó para los meses de diciembre y enero sus mayores valores, con una disminución en noviembre (Figura 16).

En este estudio se identificó variaciones del IC a lo largo del año, con valores más altos durante los meses de lluvias, lo que podría estar relacionado con la disponibilidad de recursos influenciada por los cambios estacionales, tal como lo señala Téllez (2018) al establecer que la saturación de aguas en épocas lluviosas trae como consecuencia la entrada de nutrientes al humedal, con el subsecuente desarrollo de algas verdes que pudieran estar siendo aprovechados por *P. glauca* para su alimentación. Por otra parte, Rahman y Barkati (2006) encontraron que el crecimiento y el índice de condición de especies de gasterópodos son más altos en sitios poco contaminados y sin perturbación.

El índice de condición ayuda a determinar el estado físico de los caracoles,

especialmente durante períodos de reproducción y crecimiento. Se ha observado que el índice puede variar considerablemente dependiendo del crecimiento y la actividad reproductiva, oscilando entre  $2,52 \pm 0,28\%$  en el caso de *P. maculata* estudiado por Alcántara *et al.* (2015), un resultado bajo de IC comparado con el presentado en esta investigación.

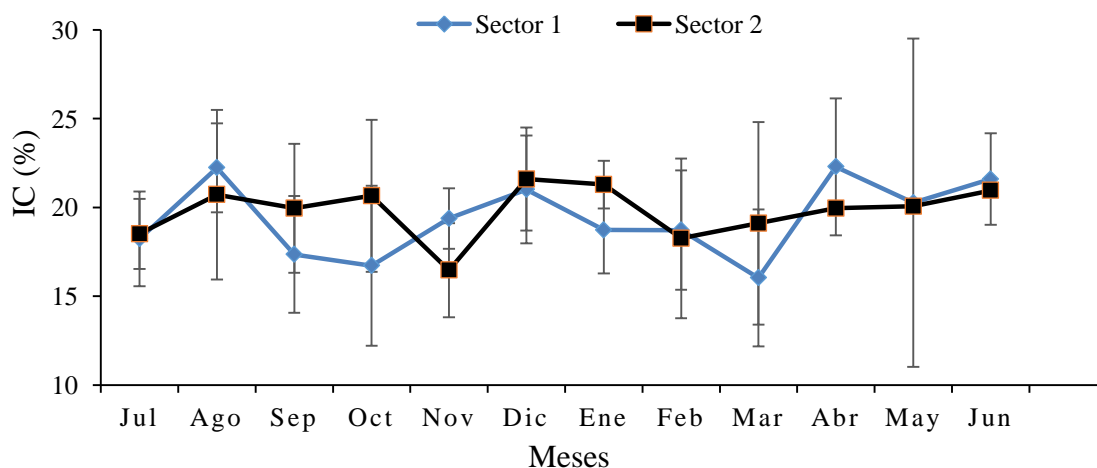


Figura 16. Variación mensual del índice de condición (IC) de los ejemplares de *Pomacea glauca* recolectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos durante un ciclo anual (julio 2022-junio 2023). Las barras verticales indican la desviación estándar.

Alcántara y colaboradores en su estudio resaltan que un IC más alto generalmente indica una mejor salud y mayor capacidad reproductiva, las fluctuaciones en el índice reflejan cambios en el ciclo de vida de los caracoles, como la pérdida de masa durante el desove. La calidad del agua y la disponibilidad de alimento también influyen en el índice de condición, afectando el crecimiento y la reproducción de los caracoles (Alcántara *et al.*, 2015).

García-Ulloa *et al.* (2006) en su estudio con *P. patulla* no hallaron variaciones significativas en el índice de condición entre los grupos control y los sometidos a depuración. Es importante destacar que el cálculo del índice de condición empleado en

su investigación difiere sustancialmente del utilizado en el presente estudio, tanto en la escala (multiplicando por mil) como en los cocientes empleados. Estas diferencias metodológicas podrían explicar, al menos en parte, los resultados divergentes obtenidos.

### Índice Gonadosomático

El término índice gonadosomático (IG) se refiere a un índice reproductivo utilizado en estudios científicos para comprender las capacidades reproductivas y el rendimiento de los organismos. En el contexto del género *Pomacea*, que incluye varias especies de caracoles manzana, el índice gonadosomático puede ser particularmente útil para examinar los comportamientos reproductivos de estos moluscos (Flores y Smith, 2010).

El índice gonadosomático mensual de *P. glauca* presentó tendencias similares en los dos sectores del canal de riego de Tres Picos, con un incremento a partir del mes de diciembre 2022, principalmente en los caracoles del S1, quienes muestran un pico en enero seguido de una disminución en febrero, con un pequeño incremento posterior en marzo. La disminución del IG en mayo en ambos sectores, pudiera indicar un periodo reproductivo entre los meses de diciembre a mayo (Figura 17).

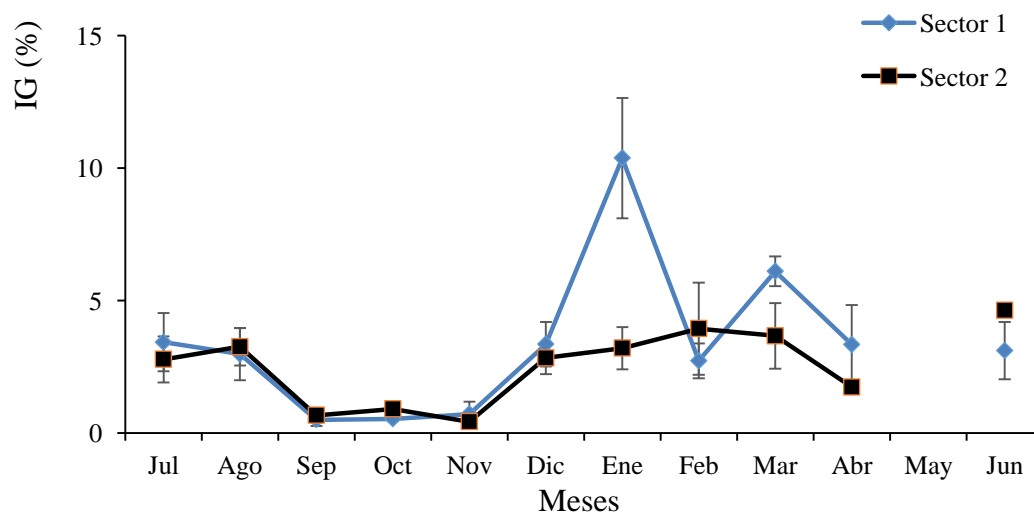


Figura 17. Variación mensual del índice gonadosomático (IG) de *Pomacea glauca* colectada en los dos sectores del canal de riego de Tres Picos durante un ciclo anual (julio 2022-junio 2023). Las barras verticales indican la desviación estándar.

Calife *et al.* (2006) señalan que en los caracoles del género *Pomacea* las gónadas se encuentran en desarrollo durante la temporada de lluvias (de mayo a octubre) y se reabsorben durante la estación seca (de noviembre a abril).

El análisis estadístico no arrojó diferencias significativas entre los periodos de sequía y lluvias ( $p > 0,05$ ) y tampoco entre sectores ( $p > 0,05$ ). El análisis del índice gonadosomático (IG) sugirió un posible período reproductivo entre diciembre y mayo, principalmente en el S1.

### **Parámetros Ambientales**

No se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre la temperatura y pH del agua en la que habitan los ejemplares estudiados en los dos sectores del canal, ni entre los periodos de lluvias y sequía. Los valores de temperatura del agua se mantuvieron entre 28-31°C, mientras que los valores de pH oscilaron entre 6,5 y 7,70, llegando a su máximo durante el mes de junio, tanto para el S1 (7,26) como para el S2 (7,70) (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros ambientales medidos en dos sectores del canal de riego de Tres Picos (Cumaná, Sucre, Venezuela) durante un ciclo anual (julio 2022-junio 2023). T= temperatura, TSA= Temperatura superficial del aire, P= pluviosidad, F= fotoperiodo.

Meses	Sector 1					Sector 2				
	T (°C)	pH	TSA (°C)	P (mm)	F(h)	T (°C)	pH	TSA (°C)	P (mm)	F(h)
Julio	28,0	6,74	32	103,8	12,6	31,0	6,79	32	103,8	12,6
Agosto	28,0	6,83	32	101,0	12,4	31,0	6,88	32	101,0	12,4
Septiembre	30,0	6,57	32	81,7	12,2	31,0	6,70	32	81,7	12,2
Octubre	29,0	6,65	32	65,2	11,9	30,0	6,69	32	65,2	11,9
Noviembre	31,0	7,11	32	55,3	11,7	28,0	7,18	32	55,3	11,7
Diciembre	30,0	6,57	32	28,4	11,5	31,0	6,72	32	28,4	11,5
Enero	29,0	7,12	32	9,4	11,6	30,0	6,50	32	9,4	11,6
Febrero	30,0	7,13	32	4,2	11,8	31,0	7,18	32	4,2	11,8
Marzo	28,0	6,86	32	4,6	12,1	30,0	7,27	32	4,6	12,1
Abril	29,0	7,13	32	18,5	12,4	30,0	7,66	32	18,5	12,4
Mayo	30,0	6,57	32	40,2	12,6	29,0	6,77	32	40,2	12,6
Junio	28,0	7,26	32	72,8	12,7	30,0	7,70	32	72,8	12,7

Arfan *et al.* (2014), en su investigación de *Pomacea* spp, estudiada en arrozales de la península de Malasia, que son hábitats naturales conocidos por ser habitados por los caracoles del género *Pomacea*. Tomaron en cuenta la temperatura y el pH del agua, donde observaron un alto rango de tolerancia de temperatura (15,2-35°C) con un rango óptimo registrado entre 30°C y 35°C, donde la temperatura no influyo significativamente en su distribución; y de pH (4,0-10,5) revelaron una correlación débil entre el pH del agua y la distribución de los caracoles. De manera general la temperatura y el pH no son parámetros que afecten el desarrollo de los caracoles *Pomacea*.

Los caracoles del género *Pomacea* son organismos tropicales por lo que están adaptados a vivir en temperaturas entre 18 y 30°C (Ghesquiere, 2009). La actividad de estos caracoles se incrementa con el aumento de temperatura y son casi inactivos a

18°C; cuando se eleva la temperatura, aumenta su metabolismo. Estos caracoles presentan un comportamiento óptimo a una temperatura de 24°C. La temperatura no solo influye en el nivel de actividad, es también importante como factor que regula la velocidad del ciclo de la vida. Las temperaturas altas, reducen su ciclo de vida de 4 años a menos de un año, acelerando su reproducción (Ghesquiere, 2009).

El rango de pH ideal para las especies de *Pomacea*, se encuentra entre 7,0 y 8,0. Esto está respaldado por varias fuentes (Arfan *et al*, 2014; Navarrete *et al*, 2023); que sugieren que un nivel de pH dentro de este rango es óptimo para la salud y el desarrollo del caparazón de estos caracoles, específicamente para *P. glauca* se recomienda un pH entre 6,5 y 8,02. Un pH inadecuado puede tener consecuencias negativas en la salud de los caracoles manzana. Un pH bajo (< 6,5) y un bajo contenido de calcio en el agua dificultan la formación de una cáscara fuerte, volviendo a los caracoles más susceptibles a daños, especialmente en individuos mayores (Navarrete *et al.*, 2023).

En síntesis, las temperaturas registradas en los dos sectores del canal de riego de Tres Picos se encuentran dentro del rango ideal para la actividad y el crecimiento de estos moluscos. Asimismo, los valores de pH, aunque ligeramente variables, se mantienen dentro de un rango que no compromete la salud de los ejemplares, permitiendo la formación adecuada de sus conchas. Estas condiciones ambientales favorables sugieren que el canal de riego proporciona un hábitat adecuado para el establecimiento y el mantenimiento de una población saludable de *P. glauca*. Sin embargo, es importante considerar que las condiciones ambientales pueden fluctuar a lo largo del tiempo, por lo que estudios a largo plazo podrían proporcionar una visión más completa sobre la dinámica poblacional de esta especie en el canal.

Según Albrecht *et al.* (1999) la temperatura superficial del aire no afecta directamente su desarrollo, pero es señalado que los caracoles manzana pueden tolerar exposiciones al aire de 38 a 33 días, dependiendo de la temperatura y la humedad, lo que les permite sobrevivir en condiciones adversas.

Sin embargo, temperaturas extremadamente bajas pueden ser letales; estudios han



demostrado que los caracoles mueren incluso a temperaturas moderadamente bajas cercanas a 0°C (Matsukura *et al.*, 2009).

Meyer y Santos (2006) indican que tanto la temperatura como la intensidad de la luz influyen en la cantidad de huevos producidos, a mayor intensidad de luz (300 lux), el tiempo de incubación de los huevos fue de uno a dos días más corto en comparación con la baja intensidad de luz (60 lux), independientemente de la temperatura del aire. La intensidad de la luz también afecta el porcentaje de eclosión de los huevos. A 20°C, solo un quinto de los huevos eclosionó, mientras que a 30 o 32°C, alrededor del 90% de ellos eclosionaron. Este porcentaje fue ligeramente más alto en condiciones de alta intensidad de luz en comparación con la baja intensidad. Las hembras de *Pomacea patula* mostraron una preferencia por desovar en lugares con menor iluminación (60 lux) durante la noche, especialmente cuando la temperatura era más alta (26 a 32°C).

Estos resultados indican que tanto la temperatura como la intensidad de la luz son factores críticos que influyen en el éxito reproductivo y el desarrollo de esta especie de caracol, pero es importante resaltar que son bajo condiciones de laboratorio, que difiere de la metodología realizada en esta investigación.

Riviera *et al.* (2006) indican en su trabajo que un incremento en la pluviosidad puede crear condiciones más favorables para su reproducción y crecimiento, ya que la humedad y el agua dulce son esenciales para su ciclo de vida.

Comparado con los resultados que se obtuvieron en esta investigación, los meses con menores niveles de pluviosidad fueron enero, febrero y marzo, que están entre los meses secos, que son meses donde el crecimiento es relativamente bajo y los niveles de reproducción no son tan altos.

También señalan que la pluviosidad también puede afectar la disponibilidad de detritos, que son una parte importante de la dieta de *Pomacea canaliculata*. Un aumento en la esorrentía puede alterar la cantidad y calidad de los detritos disponibles, impactando su crecimiento y supervivencia (Riviera *et al.*, 2006).

## Análisis de Componentes Principales

Los análisis de componentes principales para ambos sectores del canal de riego de la localidad de Tres Picos en épocas de lluvias y sequía (Figuras 18-21), demuestran que las variables biométricas están correlacionadas positivamente entre sí para el S1 en época de lluvias (Figura 18), lo que significa que tienden a aumentar o disminuir juntas. El índice gonadosomático estuvo directamente relacionado con la mayor cantidad de horas de luz del fotoperiodo, parcialmente con el pH y la precipitación, e inversamente con la temperatura. Cuando la temperatura es baja el IG es alto y viceversa.

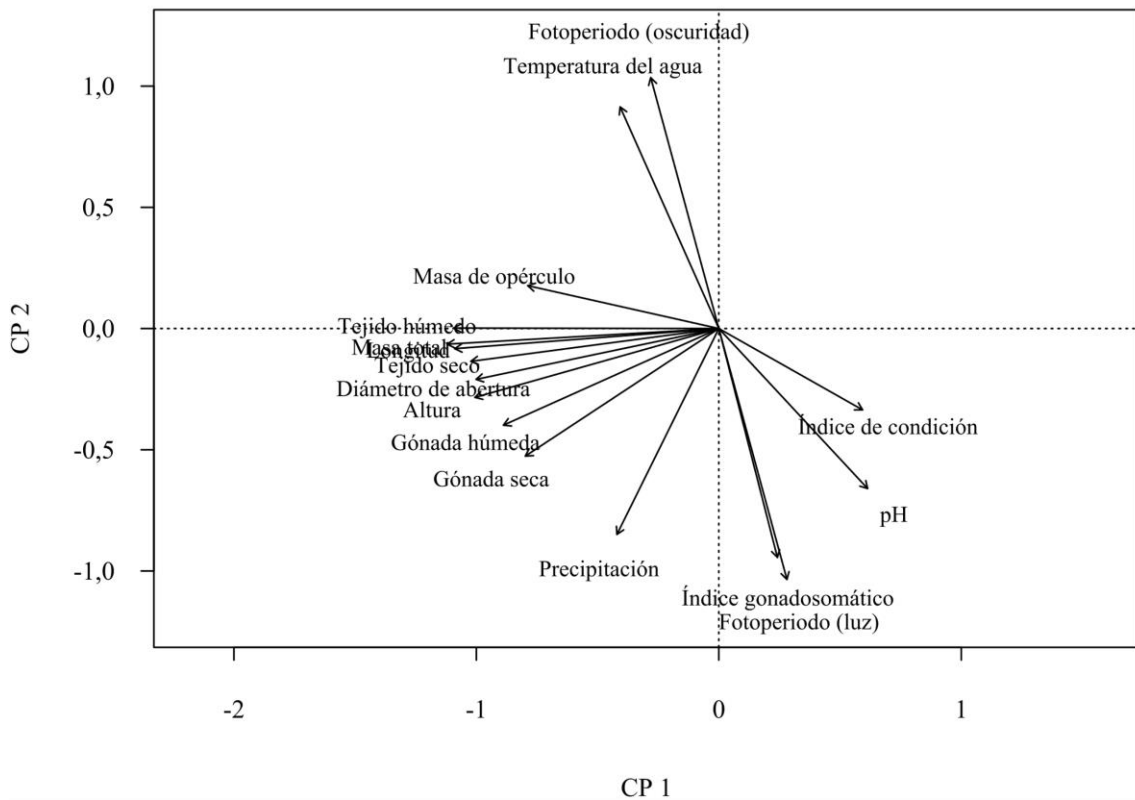


Figura 18. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) de las variables biométricas, índice de condición e índice gonadosomático con las variables ambientales del sector 1 del canal de riego de la localidad de Tres Picos, en época de lluvias.

En la época de sequía para el S1, los componentes principales arrojaron una asociación principalmente con las medidas de la concha, la masa, el índice de condición

y el índice gonadosomático (Figura 19). Estas variables están correlacionadas positivamente. La temperatura del agua, precipitación y fotoperiodo, están correlacionadas negativamente con las variables antes mencionadas.

Para el S2, en época de lluvias, las variables biométricas están asociadas positivamente entre sí (Figura 20). Estas variables a su vez están asociadas parcialmente con la temperatura del agua, precipitación y fotoperiodo. Estos últimos pueden influir en la condición corporal y reproducción de los caracoles, posiblemente relacionado con el estrés ambiental. En época de sequía, el comportamiento entre las variables fue similar a la del S1, con una asociación positiva para la mayoría de las variables biométricas, y negativa con las variables ambientales (Figura 21).

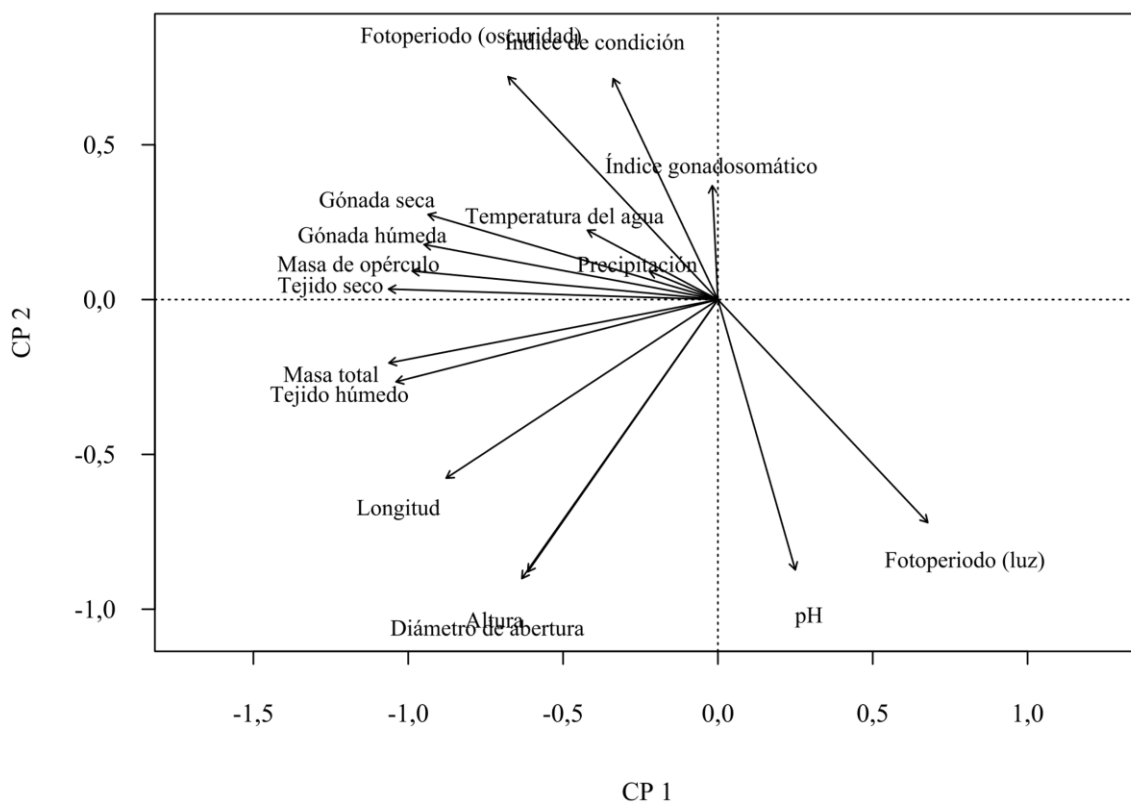


Figura 19. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) de las variables biométricas, índice de condición e índice gonadosomático con las variables ambientales del sector 1 del canal de riego de la localidad de Tres Picos, en época de sequía.

El análisis ACP revela una clara relación entre los parámetros ambientales y la condición corporal del caracol *P. glauca*. Los caracoles con mayor índice de condición y gonadosomático, se encuentran asociados con condiciones ambientales más favorables, como temperatura del agua más cálida, precipitaciones más abundantes, pH óptimo para su desarrollo, adecuada exposición (fotoperiodo) (Deaton *et al.*, 2016).

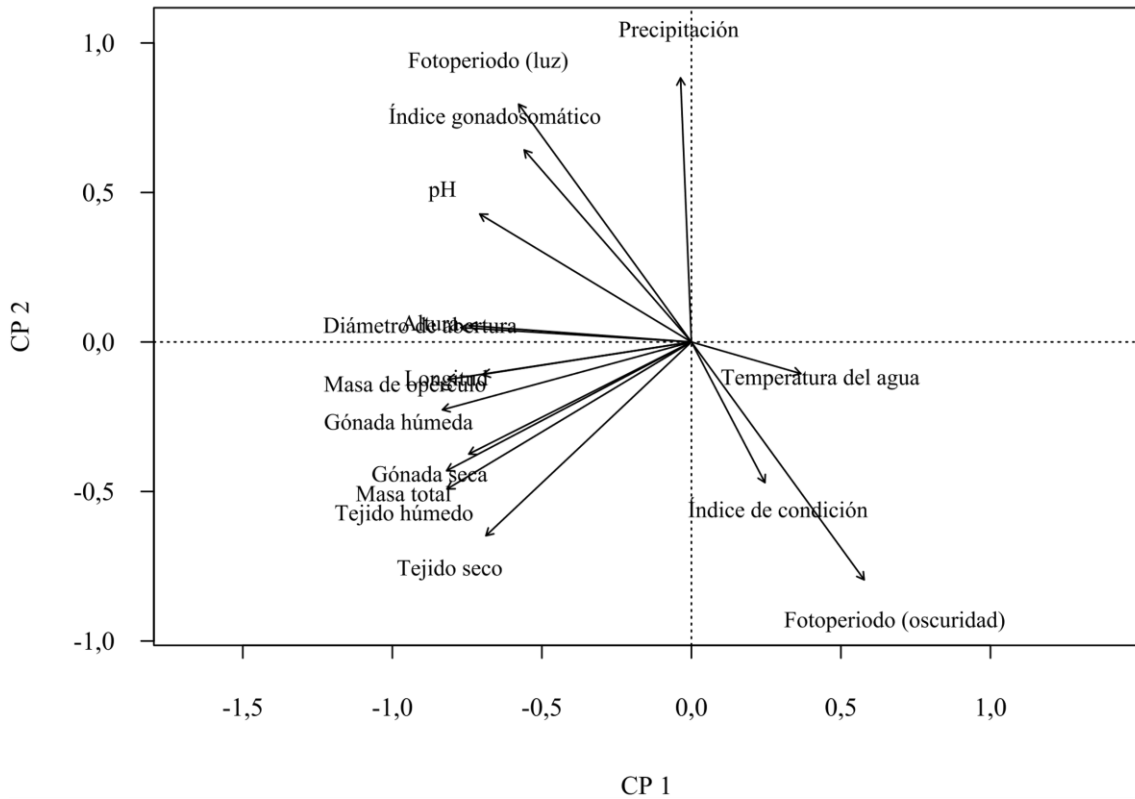


Figura 20. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) de las variables biométricas, índice de condición e índice gonadosomático con las variables ambientales del sector 2 del canal de riego de la localidad de Tres Picos, en época de lluvias.

El fotoperiodo, es importante en la regulación de la reproducción de muchos organismos, incluyendo los caracoles de agua dulce. En *P. glauca*, el fotoperiodo más largo se asocia con un mayor tamaño corporal y mejor condición reproductiva, posiblemente debido a la mayor disponibilidad de alimento y energía durante este período. El fotoperiodo es un factor que afecta la fisiología y crecimiento, al igual que en otros organismos, la señal del fotoperiodo es percibida por la glándula pineal y transmitida al eje hipotalámico-hipofisario-gonadal (HPG), donde se producen las

hormonas sexuales que controlan el desarrollo y la función de las gónadas (Navarrete, 2021).

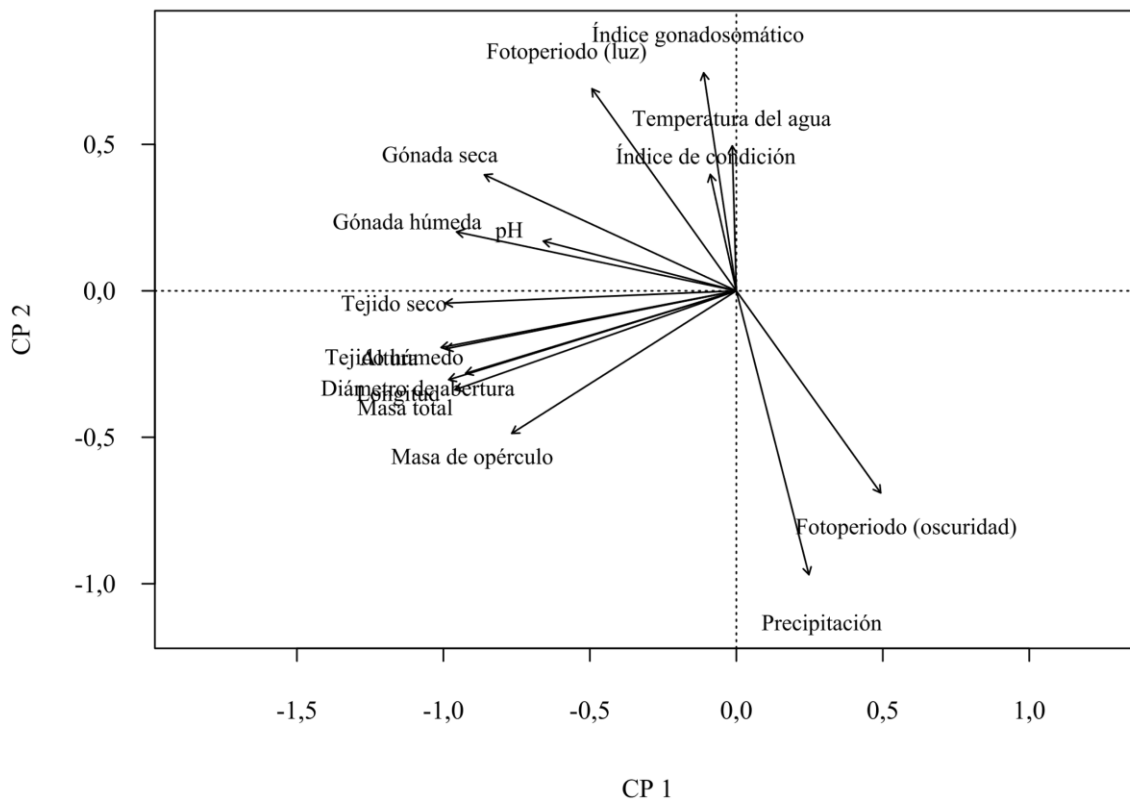


Figura 21. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) de las variables biométricas, índice de condición e índice gonadosomático con las variables ambientales del sector 2 del canal de riego de la localidad de Tres Picos, en época de sequía.

Cózatl y Naranjo (2007) mencionan en su trabajo que los caracoles tienen su mayor actividad durante la noche, esta preferencia por la oscuridad se ha observado en numerosas especies y se atribuye a varios factores adaptativos, muchos de los depredadores naturales de *Pomacea* son diurnos. Al ser activos durante la noche, estos caracoles disminuyen significativamente el riesgo de ser detectados y consumidos por aves, peces y otros animales. La noche suele ser un período de mayor humedad, lo cual crea un microambiente más favorable para la locomoción y la alimentación de estos moluscos, que poseen una respiración branquial y requieren de un medio húmedo para llevar a cabo sus funciones vitales.

La mayoría de las actividades relacionadas con la reproducción, como el cortejo, el acoplamiento y la puesta de huevos, ocurren durante la noche, debido a que la oscuridad proporciona un ambiente más tranquilo y seguro (Cózatl y Naranjo, 2007). Sin embargo, Cózatl y Naranjo (2007) indican que en la laguna Bacalar se observó actividad de apareamiento durante el día, lo que hace suponer que *P. flagellata* podría no limitarse a un ciclo circadiano en su actividad sexual, también señalan que su actividad reproductiva está asociada a los meses más cálidos y con mayor precipitación.

El pH del agua tiene una influencia directa en el índice gonadosomático de los caracoles *Pomacea*. Desviaciones del pH óptimo pueden afectar negativamente la producción y maduración de gametos, reduciendo así el índice gonadosomático. Un pH inadecuado puede alterar procesos fisiológicos esenciales como la formación de la concha, el transporte de iones y la respiración, lo cual a su vez impacta en la energía disponible para la reproducción. En consecuencia, los ejemplares de *Pomacea* expuestos a condiciones de pH subóptimas tienden a presentar un menor desarrollo gonadal y una menor fecundidad (Estebenet y Martín, 2002). El pH no presentó relación con el índice gonadosomático en el S2 del canal de riego de Tres Picos, pero esta variable ha sido relacionada significativamente con la abundancia de caracoles y temperatura del agua (Rivera *et al.*, 2016).

El análisis de componentes principales muestra que la reproducción de *P. glauca* podría estar influenciada por el tamaño y la condición corporal; o estar asociado con las condiciones ambientales, como temperatura del agua, precipitación y fotoperiodo. Si las condiciones ambientales se modifican por efectos puntuales como un exceso de precipitaciones o sequías prolongadas, pueden ocurrir modificaciones al hábitat, y en consecuencia generar algún efecto negativo sobre las poblaciones como, por ejemplo, ajustes en sus tolerancias a los parámetros ambientales, particularmente los cambios en la temperatura del agua, la concentración de nutrientes, y en casos extremos, una mortalidad masiva, por no poder soportar dichos cambios (Haak *et al.*, 2013).

Durante las sequías, los caracoles *Pomacea* enfrentan un conjunto de desafíos

ambientales que comprometen su supervivencia y reproducción. El aumento de la temperatura del agua reduce la concentración de oxígeno disuelto, lo que dificulta la respiración branquial de estos moluscos. A su vez, la evaporación constante del agua eleva la salinidad y altera el pH, creando un ambiente hostil para el desarrollo de los embriones y la fisiología de los adultos. La disminución de la precipitación provoca una reducción en el nivel del agua, lo que restringe el espacio disponible para los caracoles y aumenta la competencia por los recursos. Además, la concentración de contaminantes y nutrientes puede aumentar en cuerpos de agua reducidos, exacerbando los efectos negativos de la sequía. Por otro lado, el fotoperiodo, aunque menos directo, también influye. En condiciones de sequía, los cuerpos de agua pueden experimentar cambios en su profundidad y transparencia, alterando la cantidad de luz que llega a los organismos bentónicos como los *Pomacea*. Estos cambios pueden afectar los patrones de actividad y reproducción de los caracoles, ya que muchos de sus procesos fisiológicos están sincronizados con los ciclos de luz y oscuridad (Sousa *et al.*, 2012).

En conjunto, estos factores ambientales adversos generan un estrés fisiológico significativo en los caracoles, lo que se traduce en una disminución del índice gonadosomático, menor tasa de crecimiento y mayor mortalidad. En última instancia, las sequías pueden provocar declives poblacionales severos en estas especies, con consecuencias ecológicas a largo plazo (Meyer y Santos, 2006).

En cuanto a la asociación positiva en época de sequía (Figuras 19 y 21), un aumento en las medidas de la concha, como la longitud y el ancho, podría indicar una mayor inversión de energía en el crecimiento del exoesqueleto como mecanismo de protección ante condiciones ambientales adversas. Asimismo, un incremento en la masa corporal total podría reflejar una mayor acumulación de reservas energéticas para afrontar períodos de escasez de alimento (Meyer y Santos, 2006).

Por otro lado, un índice gonadosomático elevado podría sugerir que los caracoles están priorizando la reproducción en respuesta a condiciones ambientales cambiantes, posiblemente como una estrategia para asegurar la supervivencia de la especie. Sin

embargo, es importante considerar que estas relaciones pueden variar según la especie de *Pomacea*, la duración y severidad de la sequía, y la interacción con otros factores ambientales (Meyer y Santos, 2006).

Los resultados de este trabajo difieren con los de Rivera *et al.* (2016), en donde se expresa que, a principios de la temporada de lluvias, los caracoles empiezan a reunirse hacia zonas menos profundas, alcanzando los mayores valores de densidad en agosto y septiembre, que aparentemente está relacionado con la disminución de la temperatura.

Alcántara *et al.* (2015) indican que, durante la época de lluvias, los caracoles del género *Pomacea* experimentan condiciones ambientales óptimas que favorecen su crecimiento y reproducción. El aumento de las precipitaciones diluye los cuerpos de agua, reduciendo la salinidad y estabilizando el pH, lo cual crea un ambiente más favorable para el desarrollo embrionario y la fisiología de los adultos. La disminución de la temperatura del agua aumenta la concentración de oxígeno disuelto, facilitando la respiración branquial de estos moluscos, en ambientes con grandes variaciones térmicas diurnas, la actividad nocturna permite a *Pomacea* aprovechar las temperaturas más frescas y estables de la noche, evitando así el estrés térmico.

Además, el incremento en el nivel del agua durante los períodos de lluvias expande el hábitat disponible, reduce la competencia por los recursos alimenticios y los sitios de reproducción. En condiciones de mayor humedad, la vegetación acuática suele ser más abundante, proporcionando alimento y refugio a los caracoles. Esta mayor disponibilidad de recursos, combinada con condiciones ambientales más favorables, estimula el crecimiento, maduración sexual y reproducción. De manera general, los resultados de esta investigación permiten establecer que las condiciones ambientales de los dos sectores evaluados del canal de riego de Tres Picos proporcionan un hábitat adecuado para el establecimiento y el mantenimiento de una población saludable de *P. glauca*. Sin embargo, las fluctuaciones de las condiciones ambientales en el canal pueden afectar la dinámica poblacional de esta especie.



## CONCLUSIONES

Las características biométricas y estructura de tallas indican que los dos sectores del canal de riego de la localidad de Tres Picos presentan condiciones mensuales similares.

La densidad de caracoles *P. glauca* fue similar entre los periodos de lluvia y sequía, pero resulto ser menor en el S2 atribuido a las condiciones menos favorables del canal en este sector debido al impacto antropogénico.

La estructura de tallas de la población muestra una distribución multimodal en los dos sectores, lo que sugiere la presencia de diferentes cohortes, con reclutamientos durante el periodo de sequía.

La condición fisiológica e índice gonadosomático de *Pomacea glauca* está relacionada con la disponibilidad de recursos alimenticios asociados al periodo de lluvia.

A pesar de los diferentes niveles de impacto antropogénico observados en cada sector, las condiciones ambientales del canal de riego proporcionan un hábitat adecuado para el establecimiento y el mantenimiento de una población saludable.

## RECOMENDACIONES

Es importante reconocer que este estudio se centró en dos sectores de un canal de riego con un tamaño de muestra relativamente pequeño, por lo que se recomienda ampliar la cantidad de localidades para profundizar en la biología y comportamiento reproductivo de *P. glauca*.

Comparar el patrón de crecimiento de *P. glauca* con otras especies de caracoles de agua dulce para identificar similitudes y diferencias, y evaluar si presentan características comunes en este grupo de organismos.

Analizar la relación entre la disponibilidad de alimentos y sustratos para la reproducción y la densidad poblacional de *P. glauca*.

Evaluar los efectos de contaminantes en la salud, reproducción y supervivencia de *P. glauca*.

Investigar los mecanismos de tolerancia a la contaminación en *P. glauca*, identificando las adaptaciones fisiológicas y moleculares que le permiten sobrevivir en ambientes contaminados.

Desarrollar estrategias de manejo ambiental que consideren la presencia y los requerimientos de *P. glauca*, promoviendo la conservación de la biodiversidad y la salud de los ecosistemas acuáticos.

Encontrar otros usos para esta especie, como por ejemplo como alimento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ahirwal, S.; Sarma, K.; Singh, J.; Kumar, T.; Bharti, V.; Narayan, D. y Kumar, A. 2023. Biometric evaluation of the freshwater snail *Pila globosa* (Swainson, 1822) from the river Ganga in Bihar, India. *Indian Journal of Fisheries*, 70: 18-24.
- Albrecht, E.; Carreño, N. y Castro, 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.
- Albrecht, E.; Carreño, N. y Castro, A. 1999. A quantitative study of environmental factors influencing the seasonal onset of reproductive behaviour in the South American apple- snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Journal of Molluscan Studies*, 65: 241-250.
- Alcántara, F.; Manchinari, C.; Franco, P. y Núñez, J. 2015. Rasgos de vida de *Pomacea maculata* (Gasteropoda, Ampullariidae, Perry 1810) en ambiente controlado. *Folia Amazonica*, 24: 9-20.
- Álvarez, L.; Da Silva, C.; Quintana, A. y Reyes, B. 2016. Moluscos dulceacuícolas asociados a las raíces de *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae), en la represa Chalons, Santiago de Cuba. *Poeyana*, 502: 1-11.
- Arfan, A.; Muhamad, R.; Omar, D.; Nor Azwady, A. y Manjeri, G. 2014. Distribution of two *Pomacea* spp. in Rice Fields of Peninsular Malaysia. *Annual Research & Review in Biology*, 4(24): 4123-4136.
- Baqueiro-Cárdenas, E.; Borabe, L.; Goldaracena-Islas, C. y Rodríguez-Navarro, J. 2007. Los moluscos y la contaminación. Una revisión. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78: 1-7.
- Bombeo-Tuburan, I.; Fukumoto, S. y Rodríguez, E. 1995. Use of the golden apple snail, cassava, and maize as feeds for the tiger shrimp, *Penaeus monodon*, in ponds. *Aquaculture*, 131: 91-100.
- Burks, R.; Hensley, S. y Kyle, C. 2011. Quite the appetite: juvenile island apple snails (*Pomacea insularum*) survive consuming only exotic invasive plants. *Journal of Molluscan Studies*, 77: 423-428.
- Brenes-Monge, J. 2015. Crecimiento y reproducción del caracol de agua dulce *Pomacea glauca* en un ambiente de laboratorio. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias, Universidad de Costa Rica. San Pedro, Costa Rica.
- Bryan, D. 1990. Apple snail densities at Alexander Springs, Lake County, and observations on snail ecology. *Florida Scientist*, 53(13): 245-302.
- Calife, C.; Steffens, S. y Pereira, S. 2006. Ciclo reproductivo del caracol de agua dulce *Pomacea glauca* (Gastropoda: Ampullariidae) en un embalse tropical de Brasil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101(4): 427-434.
- Carreón, L.; Uría, E.; Espinoza, F. y Martínez, F. 2003. Desarrollo morfológico e

- histológico del sistema reproductor de *Pomacea patula catemacensis* (Baker 1922) (Mollusca, Caenogastropoda: Ampullariidae). *Revista Chilena de Historia Natural*, 76: 665-680.
- Cazzaniga, N. 2002. "Biology of Ampullariidae" Old species and new concepts in the taxonomy *Pomacea* (Gastropoda: Ampullariidae). *Biocell*, 26(1): 71-81.
- Cerutti, R. 1998. An infestation of *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1804) in Lake Miramar, San Diego, California. *The Festivus*, 30: 25-29.
- Cowie, R. 2002. *Molluscs as crop pests*. CABI. Oxford, England.
- Cózatl, R. y Naranjo, E. 2007. First records of freshwater mollusks from the ecological reserve El Edén, Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78: 303-310.
- Darrigran, G.; Damborenea, C. y Tambussi, A. 2011. *Pomacea canaliculata* (Mollusca, Gastropoda) in Patagonia: Potential role of climatic change in its dispersion and Settlement. *Brazilian journal of Biology*, 71: 1-5.
- Deaton, L.; Schmidt, W.; Leblanc, B.; Carter, J.; Mueck, K. y Merino, S. 2016. Physiology of the invasive apple snail *Pomacea maculata*: tolerance to low temperatures. *Journal of Shellfish Research*, 35: 207-210.
- De Francesco, C.; Biondi, L. y Sánchez, K. 2006. Características de los depósitos de *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) acumulados por halcones caracoleros: implicaciones paleobiológicas. *Sociedad Española de Malacología*, 24(2): 39-46.
- Del Ángel, A.; Perera, M.; Pérez, M.; Gómez, M. y Rivera, A. 2018. Reproducción del caracol tote *Pomacea flagellata* en un humedal de la Isla del Carmen, Campeche, México. *Producción y Manejo de los Recursos Acuáticos en el Trópico*, 2: 84-100.
- Estebenet, A. y Martín, R. 2002. *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae): Life-history traits and their plasticity. *Biocell*, 26: 83-89.
- Figuroa, R.; Palma, A.; Ruiz, V. y Niell, X. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: Río Chillan, VIII Región. *Revista Chilena de Historia Natural*, 80(2): 225-242.
- Flores, H. y Smith, A. 2010. Biología reproductiva de *Graus nigra* (Perciformes, Kyphosidae) en las costas del norte de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45: 659-670.
- García, M.; Vera, A.; Benetti, C. y Blanco, L. 2016. Identificación y clasificación de los microhábitats de agua dulce. *Acta Zoologica Mexicana*, 32(1): 12-31.
- García-Ulloa, M.; Ramnarine, I.; Ponce, J. y Góngora, A. 2006. Efecto de la depuración en la biomasa del caracol *Pomacea patula* (Baker, 1922) usando el índice de condición. *Revista de Investigación y Difusión Científica Agropecuaria*, 10(3):

69-80.

- García, Z. 1992. *Biología del caracol dulce-acuícola Pomacea glauca y su posibilidad de cultivo en el municipio Bolívar del estado Monagas*. Convenio pecuario UDO-LAGOVEN - ICAP - IAN (ULIIAN). Caripito, Venezuela.
- Ghesquiere, S. 2009. "Apple snails (Ampullariidae)". <<https://www.applesnail.net/>> (6-8-2024).
- Haak, D.; Chaine, N.; Stephen, B.; Wong, A. y Allen, C. 2013. Mortality estimate of Chinese mystery snail, *Bellamyia chinensis* (Reeve, 1863) in a Nebraska reservoir. *BioInvasions Records*, 2: 137-139.
- Halwart, M. y Bartley, D. 2006. *International mechanisms for control and responsible use of alien species in aquatic ecosystems, with special reference to the golden apple snail*. Philippines Rice Research Institute (PhilRice). Nueva Ecija, Philippines.
- Hassan, A. y El-Hamidy, S. 2010. Quantitative analysis of total proteins and carbohydrates in the digestive gland-gonad complex (DGG) and hemolymph of the freshwater prosobranch snail *Lanistes Carinatus*. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 20(2): 303-310.
- Hunter, D. 1975. Variation in populations of *Lymnaea palustris* in Upstate New York. *The American Midland Naturalist*, 94(2): 401-420.
- Iriarte, F. y Mendoza, M. 2007. Validación del cultivo semi-intensivo de caracol Tote (*Pomacea flagellata*), en el trópico húmedo. *AquaTIC*, 27: 16-30.
- Joshi, R.; Cowie, R. y Sebastian, L. (ed). 2017. *Biology and management of invasive apple snails*. Philippines Rice Research Institute (PhilRice). Nueva Ecija, Philippines.
- Joshi, R.; Martin, E.; Wada, T. y Sebastian, L. 2006. *Role of golden apple snail in organic rice cultivation and weed management*. Philippine Rice Research Institute (PhilRice). Nueva Ecija, Philippines.
- Lucas, A. y Beninger, P. 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 44: 187-200.
- Manara, E. 2018. Dieta natural del caracol dulceacuícola invasor *Pomacea canaliculata* y su influencia sobre las comunidades de macrófitas sumergidas en su rango nativo. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina.
- Matsukura, K.; Tsumuki, H.; Yohei, I. y Wada, T. 2009. Physiological response to low temperature in the freshwater apple snail, *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *The Journal of Experimental Biology*, 212: 2558-2563.
- Meyer, A. y Santos, A. 2006. Temperature and light intensity affecting egg production and growth performance of the Apple Snail *Pomacea patula* (Baker, 1922). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 10: 41-58.

- Navarrete, A. 2021. Estudio para establecer las causas de la mortalidad masiva del caracol (*Pomacea flagellata*), en la laguna de Bacalar. Trabajo de grado. Departamento de Sistemática y Ecología Acuática, Colegio de la Frontera Sur. Chetumal, México.
- Navarrete, A.; Aguilar, D. y Ortiz, M. 2023. Growth and shell hardness of the apple snail *Pomacea flagellata* (Say, 1829), reared at three calcium concentrations. *PeerJ*, 11: 1-12.
- Ocaña, F.; Navarrete, A.; Rivera, J.; Carrillo, R. y Vargas, A. 2015. Population dynamics of the native apple snail *Pomacea flagellata* (Ampullariidae) in a coastal lagoon of the Mexican Caribbean. *Limnetica*, 34: 69-78.
- Ortiz, E. 1996. Perspectiva comercial de la cuiba, *Pomacea glauca* L. (Ampullariidae) Recolectada en Caripito, municipio Bolívar, estado Monagas. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Ozaeta, M. 2002. Evaluación del efecto de tres niveles de alimentación con incaparina y ninfa acuática (*Eichornia crassipes*) en el crecimiento y desarrollo del caracol (*Pomacea sp.*), en condiciones controladas. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias, Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Pantua, P.; Mercado, S.; Lanting, F. y Nuevo, E. 1992. Use of ducks to control golden apple snail *Ampullarius (Pomacea canaliculata)* in irrigated rice. *International Rice Research Newsletter*, 17(1): 27.
- Parra, C. y Liria, J. 2017. Shell geometric morphometrics in *Biomphalaria glabrata* (Mollusca: Planorbidae) uninfected and infected with *Schistosoma mansoni*. *Zoological Systematics*, 42: 59-64.
- Perera, G. y Young, M. 1990. Seasonal studies on *Pomacea paludosa* in Cuba. *Florida Scientist*, 53(15): 14-15.
- Pessoe, H.; Oliveira, R.; Silva, J.; Santos, R.; Duarte, J.; Costa, M. y Silva, B. 2006. Avaliação da toxicidade aguda, efeitos citotóxico e espasmolítico de *Pomacea lineata* (Spix, 1827) (Mollusca: Caenogastropoda). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17(1): 76-84.
- Pointer, J. y David, P. 2004. Biological control of *Biomphalaria glabrata*, the intermediate host of schistosomes, by *Marisa cornuarietis* in ponds of Guadeloupe: long-term impact on the local snail fauna and aquatic flora. *Biological Control*, 29: 81-89.
- Rahman, S. y Barkati, S. 2006. A comparative study of population structure and condition index of two species of gastropod molluscs from exploited and non-exploited sites of Karachi coast. *International Journal of Biology and Biotechnology*, 3: 31-37.
- Rangel-Ruiz, L.; Gamboa, A. y Medina, R. 2003. *Pomacea flagellata* (Say, 1827). Un gigante desconocido en Mexico. *Kuxulkab' Revista de Divulgación de la*

*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*, 9(7): 5-9.

- Ricker, W. 1973. Linear regression in fishery research. *Journal Fishery Research*, 30: 409-434.
- Rivera, J.; Ocaña, F.; Navarrete, A.; Carrillo, R. y Vargas, A. 2016. Reproducción de *Pomacea flagellata* (Mollusca: Ampullariidae) en la laguna de Bacalar, Quintana Roo, México. *Revista Biología Tropical*, 64(4): 1643-1650.
- Rojas, D. 1988. Estudio de la biología del caracol de agua dulce *Pomacea costaricana* (Martens, 1899), Gastropoda: Ampullariidae. Tesis doctoral. Departamento de Biología, Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio". San Pedro, Costa Rica.
- Sallam, A. y El-Wakeil, N. 2012. *Biological and ecological studies on land snails and their control*. Recuperado de <https://shorturl.at/nGHZ1>.
- Semeniuk, C. y Semeniuk, V. 2011. A comprehensive classification of inland wetlands of Western Australia using the geomorphic-hydrologic approach. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 94: 449-464.
- Senior, W.; Fermín, I. y Mata, F. 2004. Diagnóstico ambiental y participación comunitaria para el control de la contaminación del río Manzanares, estado Sucre, Venezuela. Informe. Fundación Río Manzanares. Cumaná, Venezuela.
- Sokal, R. y Rohlf, F. 1969. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. NY WH Freeman and Co. Department of Ecology and Evolution, State University of New York. New York, USA.
- Sousa, R.; Varandas, S.; Cortes, R.; Teixeira, A.; Lopes-Lima, M. y Machado, J. 2012. Massive die-offs of freshwater bivalves as resource pulses. *International Journal of Limnology*, 48: 105-112.
- Stroud, D.; Davidson, N.; Finlayson, C. y Gardner, R. 2022. Development of the text of the Ramsar Convention: 1965-1971. *Marine and Freshwater Research*, 73: 1107-1126.
- Tamburi, N. y Martín, P. 2012. Effect of food availability on morphometric and somatic indices of the apple snail *Pomacea canaliculata* (Caenogastropoda, Ampullariidae). *Malacologia*, 55: 33-41.
- Tamburi, N. y Martín, P. 2013. Allometric and trophic effects on shell morphology of *Pomacea canaliculata* (Caenogastropoda, Ampullariidae) from a geometric morphometrics viewpoint. *Molluscan Research*, 33(4): 223-229.
- Téllez, B. 2018. Monitoreo de metalotioneínas en tejido de caracol de agua dulce (*Pachychilus* sp.) de la ciénega de cabezas, San Luis Potosí. Trabajo de grado. Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México.
- Valdovinos, C. 2006. *Diversidad de especies animales invertebrados: invertebrados dulceacuícolas*. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago de Chile, Chile.

- Vázquez, G.; Castro, T.; Castro, J. y Mendoza, G. 2011. Los caracoles del género *Pomacea* (Perry, 1810) y su importancia ecológica y socioeconómica. *ContactoS*, 81: 28-33.
- Vega, I.; Arribere, M.; Almonacid, A.; Ribeiro-Guevara, S. y Castro-Vázquez, A. 2012. Apple snails and their endosymbionts bioconcentrate heavy metals and uranium from contaminated drinking water. *Environmental Science and Pollution Research*, 19: 3307-3316.
- Viloria, J.; Díaz, J. y López, M. 2010. Densidad poblacional de *Pomacea glauca* (Mollusca: Ampullariidae) en un cuerpo de agua artificial del estado Lara, Venezuela. *Interciencia*, 35(10): 780-784.
- Wakida-Kusunoki, A.; Ruiz-Pineda, C. y López, V. 2022. Relación longitud-peso, rendimiento de carne cocida y proporción de sexos del caracol nolón *Strombus pugilis* en la costa de Yucatán, México. *Ciencia Pesquera*, 30(2): 145-152.
- Wilburg, K. y Owen, G. 1994. Growth physiology of Mollusca. *Academic Press*, 1: 211-242.



## APÉNDICES

Apéndice 1. ANOVA y prueba *a posteriori* (Duncan) de la altura de la concha de los ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

ANOVA			Duncan					
Sector	F	<i>p</i>	Sector	Mes	Grupo	Sector	Mes	Grupo
1	5,976	$8,22 \times 10^{-9}$	1	Julio	a	2	Abril	a
2	17,320	$2,00 \times 10^{-16}$	1	Septiembre	ab	2	Junio	a
			1	Enero	bc	2	Marzo	a
			1	Abril	bc	2	Mayo	a
			1	Febrero	bc	2	Agosto	ab
			1	Junio	bc	2	Febrero	ab
			1	Mayo	bc	2	Noviembre	bc
			1	Agosto	cd	2	Septiembre	bc
			1	Noviembre	cd	2	Julio	bc
			1	Octubre	cd	2	Enero	c
			1	Marzo	cd	2	Diciembre	d
			1	Diciembre	d	2	Octubre	d

Apéndice 2. ANOVA y prueba *a posteriori* (Duncan) de la longitud de la concha de los ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

ANOVA			Duncan					
Sector	F	<i>p</i>	Sector	Mes	Grupo	Sector	Mes	Grupo
1	15,25	$2 \times 10^{-16}$	1	Julio	a	2	Marzo	a
2	17,44	$<2,00 \times 10^{-16}$	1	Septiembre	ab	2	Abril	a
			1	Febrero	abc	2	Agosto	a
			1	Junio	bcd	2	Junio	a
			1	Octubre	cd	2	Mayo	a
			1	Enero	cd	2	Febrero	a
			1	Mayo	d	2	Noviembre	ab
			1	Agosto	d	2	Enero	bc
			1	Noviembre	d	2	Septiembre	bc
			1	Diciembre	d	2	Julio	c
			1	Marzo	d	2	Diciembre	d
			1	Abril	e	2	Octubre	d

Apéndice 3. ANOVA y prueba *a posteriori* (Duncan) del diámetro de abertura de la concha de los ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

ANOVA			Duncan					
Sector	F	<i>p</i>	Sector	Mes	Grupo	Sector	Mes	Grupo
1	7,432	$2,86 \times 10^{-11}$	1	Julio	a	2	Abril	a
2	17,38	$<2 \times 10^{-16}$	1	Septiembre	ab	2	Marzo	a
			1	Febrero	bc	2	Mayo	a
			1	Enero	bc	2	Junio	a
			1	Junio	bcd	2	Febrero	a
			1	Octubre	bcd	2	Agosto	ab
			1	Marzo	cd	2	Noviembre	abc
			1	Mayo	cd	2	Enero	bcd
			1	Noviembre	cd	2	Septiembre	cd
			1	Abril	cd	2	Julio	d
			1	Agosto	de	2	Diciembre	e
			1	Diciembre	e	2	Octubre	f

Apéndice 4. ANOVA y prueba *a posteriori* (Duncan) de la masa del opérculo de los ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

ANOVA			Duncan					
Sector	F	<i>p</i>	Sector	Mes	Grupo	Sector	Mes	Grupo
1	9,722	$4,87 \times 10^{-15}$	1	Diciembre	a	2	Febrero	a
2	4,678	$1,47 \times 10^{-6}$	1	Julio	ab	2	Junio	a
			1	Septiembre	bc	2	Noviembre	ab
			1	Junio	bcd	2	Marzo	ab
			1	Febrero	cde	2	Abril	ab
			1	Octubre	cde	2	Mayo	ab
			1	Enero	cde	2	Agosto	bc
			1	Agosto	de	2	Julio	bc
			1	Noviembre	de	2	Octubre	c
			1	Abril	e	2	Septiembre	c
			1	Mayo	e	2	Diciembre	c
			1	Marzo	e	2	Enero	c

Apéndice 5. ANOVA y prueba *a posteriori* (Duncan) de la masa total de los ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

ANOVA			Duncan					
Sector	F	<i>p</i>	Sector	Mes	Grupo	Sector	Mes	Grupo
1	8,523	$4,40 \times 10^{-13}$	1	Julio	a	2	Marzo	a
2	4,678	$5,73 \times 10^{-16}$	1	Septiembre	ab	2	Junio	ab
			1	Diciembre	ab	2	Abril	ab
			1	Febrero	bc	2	Febrero	ab
			1	Junio	cd	2	Agosto	bc
			1	Enero	cd	2	Noviembre	bc
			1	Octubre	d	2	Mayo	cd
			1	Noviembre	d	2	Septiembre	cd
			1	Abril	d	2	Enero	d
			1	Mayo	d	2	Julio	d
			1	Agosto	d	2	Octubre	d
			1	Marzo	d	2	Diciembre	e

Apéndice 6. ANOVA y prueba *a posteriori* (Duncan) de la masa húmeda de los tejidos blandos de los ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

ANOVA			Duncan					
Sector	F	<i>p</i>	Sector	Mes	Grupo	Sector	Mes	Grupo
1	12,28	$<2 \times 10^{-16}$	1	Julio	a	2	Junio	a
2	17,81	$<2 \times 10^{-16}$	1	Septiembre	ab	2	Marzo	a
			1	Febrero	bc	2	Abril	a
			1	Diciembre	cd	2	Febrero	b
			1	Enero	cde	2	Noviembre	bc
			1	Octubre	cde	2	Septiembre	bcd
			1	Noviembre	def	2	Agosto	cd
			1	Abril	ef	2	Octubre	de
			1	Marzo	ef	2	Enero	de
			1	Junio	ef	2	Julio	def
			1	Agosto	ef	2	Mayo	ef
			1	Mayo	f	2	Diciembre	f

Apéndice 7. ANOVA y prueba *a posteriori* (Duncan) de la masa húmeda de las gónadas de los ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

ANOVA			Duncan					
Sector	F	<i>p</i>	Sector	Mes	Grupo	Sector	Mes	Grupo
1	12,28	$<2 \times 10^{-16}$	1	Julio	a	2	Febrero	a
2	4,353	$1,05 \times 10^{-4}$	1	Diciembre	ab	2	Marzo	a
			1	Enero	abc	2	Abril	ab
			1	Octubre	abc	2	Junio	abc
			1	Septiembre	abcd	2	Agosto	abcd
			1	Febrero	bcd	2	Septiembre	bcd
			1	Junio	bcd	2	Noviembre	bcd
			1	Abril	cd	2	Octubre	bcd
			1	Noviembre	d	2	Enero	bcd
			1	Agosto	d	2	Julio	cd
			1	Marzo	d	2	Diciembre	d

Apéndice 8. ANOVA y prueba *a posteriori* (Duncan) de la masa seca de los tejidos de los ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

ANOVA			Duncan					
Sector	F	<i>p</i>	Sector	Mes	Grupo	Sector	Mes	Grupo
1	10,77	$<2 \times 10^{-16}$	1	Julio	a	2	Junio	a
2	15,73	$<2 \times 10^{-16}$	1	Septiembre	ab	2	Abril	a
			1	Diciembre	abc	2	Marzo	a
			1	Febrero	bcd	2	Febrero	b
			1	Enero	cde	2	Agosto	bc
			1	Agosto	de	2	Noviembre	bc
			1	Junio	de	2	Septiembre	bc
			1	Octubre	de	2	Octubre	cd
			1	Noviembre	e	2	Enero	cd
			1	Abril	e	2	Julio	ee
			1	Marzo	e	2	Mayo	de
			1	Mayo	f	2	Diciembre	e

Apéndice 9. ANOVA y prueba *a posteriori* (Duncan) de la masa seca de las gónadas de los ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

ANOVA			Duncan					
Sector	F	<i>p</i>	Sector	Mes	Grupo	Sector	Mes	Grupo
1	3,985	$1,22 \times 10^{-4}$	1	Diciembre	a	2	Marzo	a
2	7,236	$1,25 \times 10^{-7}$	1	Julio	a	2	Abril	a
			1	Enero	ab	2	Febrero	a
			1	Octubre	ab	2	Agosto	ab
			1	Febrero	abc	2	Junio	ab
			1	Abril	abc	2	Septiembre	bc
			1	Junio	abc	2	Octubre	bc
			1	Septiembre	abc	2	Enero	bc
			1	Noviembre	bc	2	Noviembre	bc
			1	Agosto	bc	2	Diciembre	bc
			1	Marzo	c	2	Julio	e

Apéndice 10. ANOVA y prueba *a posteriori* (Duncan) del índice de condición de los ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

ANOVA			Duncan					
Sector	F	<i>p</i>	Sector	Mes	Grupo	Sector	Mes	Grupo
1	5,55	$4,28 \times 10^{-8}$	1	Agosto	a	2	Diciembre	a
2	3,99	$2,06 \times 10^{-5}$	1	Junio	ab	2	Enero	a
			1	Diciembre	abc	2	Junio	ab
			1	Mayo	abcd	2	Agosto	abc
			1	Noviembre	bcde	2	Octubre	abc
			1	Febrero	cdef	2	Mayo	abc
			1	Enero	cdef	2	Abril	abc
			1	Julio	defg	2	Septiembre	abc
			1	Abril	defg	2	Marzo	abc
			1	Septiembre	efg	2	Julio	bcd
			1	Octubre	fg	2	Febrero	cd
			1	Marzo	g	2	Noviembre	d

Apéndice 11. ANOVA y prueba *a posteriori* (Duncan) del índice gonadosomático de los ejemplares de *Pomacea glauca* colectados en dos sectores del canal de riego de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

ANOVA			Duncan					
Sector	F	<i>p</i>	Sector	Mes	Grupo	Sector	Mes	Grupo
1	15,5	$<2 \times 10^{-16}$	1	Enero	a	2	Junio	a
2	13,32	$1,73 \times 10^{-12}$	1	Julio	b	2	Febrero	ab
			1	Diciembre	b	2	Marzo	ab
			1	Abril	b	2	Agosto	b
			1	Junio	b	2	Enero	b
			1	Marzo	b	2	Julio	b
			1	Agosto	b	2	Diciembre	bc
			1	Febrero	b	2	Abril	cd
			1	Noviembre	c	2	Octubre	d
			1	Octubre	c	2	Septiembre	d
			1	Septiembre	c	2	Noviembre	d

## HOJA DE METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

<b>Título</b>	Dinámica poblacional y condición fisiológica del caracol <i>Pomacea glauca</i> (Linnaeus, 1756) (Ampullaridae) en el canal de riego de tres picos, Cumaná, estado Sucre, Venezuela
<b>Subtítulo</b>	

#### Autor (es):

Apellidos y Nombres	Código ORCID / e-mail	
	Maldonado G. Andrea P.	<b>ORCID</b>
<b>e-mail</b>		<i>andreapmg1@gmail.com</i>
<b>e-mail</b>		

#### Palabras o frases claves:

estructura poblacional
bioindicador
índice de condición

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

### Resumen (abstract):

#### Resumen

Los canales de riego de la ciudad de Cumaná albergan caracoles de la especie *Pomacea glauca*, situación que sirve como un modelo ideal para evaluar su tolerancia a cambios ambientales y contaminación. Siendo el propósito de este trabajo evaluar la biología poblacional del caracol de agua dulce *Pomacea glauca* en dos sectores, en condiciones ecológicas contrastantes, del canal de riego de la comunidad de Tres Picos (estado Sucre, Venezuela), entre los meses y los períodos de sequía y lluvias, y su relación con los parámetros ambientales. Se midió la densidad, biometría, relación alométrica, distribución de tallas, índice de condición, índice gonádico y los parámetros ambientales entre julio 2022 a junio 2023. Se capturaron 310 organismos en el sector 1 (S1) y 287 organismos en el sector 2 (S2). En el S1 la mayor densidad se encontró en febrero ( $116,67 \pm 97,89$  ind/m<sup>2</sup>) y la menor en agosto ( $16,7 \pm 15,16$  ind/m<sup>2</sup>). En el S2 la densidad osciló entre  $14,17 \pm 27,61$  ind/m<sup>2</sup> (Sequía) y  $22,58 \pm 36,14$  ind/m<sup>2</sup> (Lluvia), presentando diferencias significativas entre los sectores ( $p < 0,05$ ). Los caracoles abarcaron tallas entre 25-60 mm Longitud total, con picos modales desde abril a julio (S1); julio, diciembre y enero (S2); y reclutamientos agosto, febrero y marzo (S1) y agosto, septiembre y octubre (S2). La relación alométrica entre las dimensiones de la concha es isométrica, mientras que entre la masa del tejido y la concha es minorante. El comportamiento reproductivo, condición fisiológica y dinámica poblacional de la especie en los dos canales están relacionados con el periodo de lluvias y la cantidad de horas de luz. Las diferencias entre los indicadores biológicos y la condición fisiológica entre los sectores de muestreo, sugiere que esta especie pueda ser usada como bioindicador de la calidad del medio y de perturbación ambiental.



## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

### Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código ORCID / e-mail	
Arrieche G. Dwight K.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	ORCID	
	e-mail	<i>dwarrieche@gmail.com</i>
	e-mail	
Urbano S. Trinidad C.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	ORCID	
	e-mail	<i>trinidadurbano@yahoo.es</i>
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	ORCID	
	e-mail	
	e-mail	
		<input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>

### Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2025	02	07

Lenguaje: spa.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

### Archivo (s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
NSUTTG_MGAP2025	Word 1997-2003

### Alcance:

**Espacial:** Nacional (Opcional)

**Temporal:** Temporal (Opcional)

**Título o Grado asociado con el trabajo:** Licenciado en Biología

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Licenciado

**Área de Estudio:** Biología

**Institución (es) que garantiza (n) el Título o grado:** UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO DE SUCRE

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Letdo el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

**JUAN A. BOLAÑOS CUNVELO**  
Secretario

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA

RECIBIDO POR *[Firma]*

FECHA 5/8/09 HORA 5:30

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009):** “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.



---

Andrea P. Maldonado G.  
AUTORA



---

Dwight K. Arrieche G.  
TUTOR ACADÉMICO



---

Trinidad C. Urbano S.  
TUTORA INSTITUCIONAL