



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

TITULACIÓN INTEGRAL

TESIS

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CARBONATO DE CALCIO EN EL CRECIMIENTO Y
SUPERVIVENCIA DEL CARACOL TOGOGOLO (*Pomacea catemacensis*)
SUMINISTRADO EN ALIMENTO Y EN EL AGUA**

CAROLINA ÀLVAREZ PÈREZ

LUIS ALBERTO RAMÓN GABARD

Contenido

RESUMEN	5
SUMMARY	5
INTRODUCCIÓN	5
1 ANTECEDENTES	7
2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	11
3 JUSTIFICACIÓN	12
4 OBJETIVOS.....	12
4.1 Objetivo General	12
4.2 Objetivos Particulares	12
5 HIPÓTESIS	13
6 MARCO DE REFERENCIA.....	13
6.1 Generalidades y Biología de la especie	13
6.2 Taxonomía.....	14
6.3 Reproducción del organismo.....	15
6.4 Distribución geográfica	16
6.5 Alimentación	17
6.6 Condiciones de laboratorio.....	18
6.7 Potencial nutricional y cultural	19
7.1 Lugar donde se desarrolló el proyecto	19
7.2 Ensayo de suplementación de carbonato de calcio en la dieta.....	20
7.3 Ensayo de incorporación del carbonato de calcio en el agua ...	21
7.4 Evaluación de crecimiento y supervivencia.....	22
7.5 Reproducción del caracol tegogolo en condiciones de laboratorio.	23
7.6 Temperatura	24
7.7 Dureza del agua	24
8.1 Método de análisis de Dureza	25
8.2 Procedimiento.....	25
8.3 Análisis bromatológicos	25
8.4 Determinación de humedad	25
8.5 Determinación de Fibra Cruda.....	26
8.6 Determinación de proteína total y soluble	26
8.7 Determinación de Grasa (Extracto Etéreo)	26

8.8	Análisis estadísticos de datos	27
9.0	RESULTADOS	27
9.1	Análisis ANOVA.....	35
10	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
10.1	Crecimiento	36
10.2	Alimentación	38
10.3	Supervivencia.....	39
10.4	Análisis Bromatológicos	39
11	CONCLUSIÓN	40
12	RECOMENDACIONES	40
13	DEFINICIONES	41
14	Anexo 1 Análisis estadístico	43
15	ANEXO FOTOGRÁFICO	45
16	BIBLIOGRAFÍA	49

Índice de Tablas

Tabla 1.	Taxonomía de la Especie. Fuente: Basado en datos de Mollusca Base (2025).....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2.	Supervivencia de <i>P. catemacensis</i> con la suplementación de carbonato de calcio en el alimento.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3.	Supervivencia de <i>P. catemacensis</i> con la incorporación carbonato de calcio disuelto en el agua.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.	Consumo semanal de carbonato de calcio disuelto en el agua. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 5.	Valores promedio de grosor y peso de la concha de <i>P. catemacensis</i>	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.	Análisis bromatológicos de la suministración del carbonato de calcio.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7.	Análisis estadísticos inferencial ANOVA, de la primera evaluación.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8.	Valores del método Tukey de Los análisis bromatológicos de la primera evaluación.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9.	Valores de Tukey de los análisis bromatológicos de la segunda evaluación.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10.	Análisis estadísticos inferencial ANOVA, segunda evaluació. ¡Error! Marcador no definido.	

Índice de Figuras

Figura 1. Caracol tegogolo (*P. catemacensis*). Fuente: V. Silva, (2004). ¡Error! Marcador no definido.

Figura 2. Lago de Catemaco. Fuente: Google fotos.¡Error! Marcador no definido.

Figura 3. Mapa de ubicación de la zona donde se realizó el estudio. ____ ¡Error! Marcador no definido.

Figura 4. Mapa de ubicación de la zona donde se realizó el estudio. Fuente: Google maps, (2024). _____ ¡Error! Marcador no definido.

Figura 5. Sistema de cultivo de la inclusión de carbonato de calcio en el alimento. _____ ¡Error! Marcador no definido.

Figura 6. Sistema de cultivo aleatorio de la inclusión de carbonato de calcio en el agua. _____ ¡Error! Marcador no definido.

Figura 7. Esquema de la terminología y mediciones en la concha del tegogolo, Vázquez Silva (2008). _____ ¡Error! Marcador no definido.

Figura 8. Preparación de solución en el laboratorio, realizando el método experimental de EDTA. _____ ¡Error! Marcador no definido.

Figura 9. Determinación de dureza del agua y la absorción de calcio por el método EDTA. _____ ¡Error! Marcador no definido.

Figura 10. Procedimiento de medición biométrica en los *P. catemacensis*. _____ ¡Error! Marcador no definido.

Figura 11. Muestras de la carne del *P. catemacensis*, preparación para los análisis bromatológicos. _____ ¡Error! Marcador no definido.

Figura 12. Determinación de fibra cruda del tegogolo.¡Error! Marcador no definido.

Índice Gráficos

Grafica 1. Valores de longitud total registradas de la incorporación de carbonato en el alimento ¡Error! Marcador no definido.

Grafica 2. Valores de los pesos promedios de la suplementación de carbonato de calcio en el alimento. ¡Error! Marcador no definido.

Grafica 3. Longitud total promedio de los tegogolos con la incorporación de calcio en el agua..... ¡Error! Marcador no definido.

Grafica 4. Valores de los pesos promedio de la segunda evaluación. ¡Error! Marcador no definido.

Grafica 5. Porcentaje total de absorción del carbonato de calcio disuelto en el agua..... ¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

El estudio demostró que la suplementación de carbonato de calcio influye de forma significativa en el desarrollo del caracol tegogolo (*Pomacea catemacensis*) en cautiverio. La adición del mineral en el alimento, especialmente al 30 %, produjo los mejores resultados de crecimiento y calcificación, alcanzando un peso promedio de ± 49.8 g, un grosor de concha de 1.52 mm y un peso de concha de 5.55 g, con una supervivencia del 95 %. En contraste, el calcio disuelto en el agua mostró un efecto positivo pero menor, siendo la concentración de 230 mg/L la más efectiva, con un máximo de 3.96 g de peso, aunque con conchas más delgadas (0.72 mm) y supervivencia del 85 %. Los análisis bromatológicos confirmaron una mejor calidad nutricional en los organismos alimentados con dietas suplementadas con calcio, destacando valores de 47 % de proteína cruda y 18.2 % de grasa en el tratamiento del 30 %. En conjunto, los resultados indican que la suplementación alimentaria con carbonato de calcio es la estrategia más eficiente para mejorar el crecimiento y la calcificación de *P. catemacensis*, ofreciendo una alternativa sólida para fortalecer su cultivo y contribuir a la conservación de esta especie endémica.

SUMMARY

- The study demonstrated that calcium carbonate supplementation significantly influences the development of the tegogolo snail (*Pomacea catemacensis*) in captivity. Adding the mineral to the feed, especially at a 30% concentration, produced the best growth and calcification results, reaching an average weight of ± 49.8 g, a shell thickness of 1.52 mm, and a shell weight of 5.55 g, with a 95% survival rate. In contrast, calcium dissolved in the water showed a positive but less pronounced effect, with a concentration of 230 mg/L being the most effective, resulting in a maximum weight of 3.96 g, although with thinner shells (0.72 mm) and an 85% survival rate. Nutritional analyses confirmed improved nutritional quality in the organisms fed diets supplemented with calcium, notably showing values of 47% crude protein and 18.2% fat in the 30% treatment. Taken together, the results indicate that dietary supplementation with calcium carbonate is the most efficient strategy to improve the growth and calcification of *P. catemacensis*, offering a solid alternative to strengthen its cultivation and contribute to the conservation of this endemic species.

INTRODUCCIÓN

La importancia de los moluscos reside en los diferentes usos que el hombre les ha dado a través de la historia, donde los caracoles representan uno de los recursos

alimentarios vigentes en nuestros días (Naranjo, 2003). Los caracoles en general, son organismos sedentarios y de lento movimiento, por lo cual son depredados con gran facilidad, esto ha ocasionado que algunas especies se encuentren amenazadas debido a la intensa explotación a la que han sido sometidas. En México, los moluscos dulceacuícolas, marinos y salobres constituyen parte de la dieta de las comunidades costeras con ingresos económicos, tal es el caso del caracol de agua Pomacea catemacensis que había en el Lago de Catemaco, Veracruz (Baqueiro, 1984).

En México, el uso y aprovechamiento de los caracoles dulceacuícolas del género Pomacea como alimento se centra en el tegogolo (Pomacea catemacensis) y en el tote (Pomacea flagellata), organismos nativos cuya tradición de consumo de la población, en los sitios donde abundan (CONANP, 2004; CDI, 2004). Por otra parte, la contaminación y desecación de los cuerpos de agua, así como la modificación y destrucción de su hábitat ha disminuido la abundancia de este recurso significativamente.

El tegogolo, ocupa el cuarto lugar de importancia en la producción pesquera en el Lago de Catemaco Veracruz, el cual, presenta una producción pesquera importante para la región, y como es de esperarse cuenta con especies endémicas con potencial para el desarrollo de la acuacultura, es un cuerpo de agua del que se extraen diferentes recursos pesqueros que a su vez son aprovechados por los pobladores locales (Loran et al., 2013), siendo un punto referente de la gastronomía en la región de Los Tuxtlas, Ver., sin embargo, no existen estudios sobre el tamaño de sus poblaciones. En la última década la producción ha disminuido un poco más del 60%, debido a la pesca excesiva (Capitán, et al., 2010). Por otra parte, la contaminación y desecación los cuerpos de agua, así como la modificación y destrucción de su hábitat ha disminuido la abundancia de este recurso significativo. Para que este potencial se traduzca en producciones tangibles y constantes de carne de caracol, deben establecerse modelos de cultivo que se adapten a las necesidades culturales, económicas y productiva locales (Capitán, et al., 2010).

La extracción del tegogolo es una de las principales fuentes de ingresos en el municipio de Catemaco, el precio del kilogramo de pulpa fluctúa de \$180.00 a \$270.00 dependiendo de la temporada del año, rebasando algunos casos los \$400 (Castillo et al., 2020). La SINAPESCA ha reportado que en el 2017 se capturaron solo 48.5 ton, teniendo un punto más bajo en 2012, donde únicamente se reportan 39.7 ton. Una alternativa en estrategia de producción es el diseño de sistemas productivos en donde el manejo sea en cautiverio, lo cuál sería una opción adecuada para satisfacer la demanda actual de esta especie. Con base a estos datos se deben considerar los diseños de producción a partir del manejo en condiciones controladas del caracol tegogolo como estrategia para equilibrar las poblaciones del hábitat natural. Son pocas las técnicas para lograr la domesticación

de *Pomacea patula catemacensis* mediante el diseño de sistemas de producción, impidiendo la constante baja densidad poblacional y el peligro de extinción (Capitán, et al., 2010).

Vázquez, (2008) menciona que, el Lago de Catemaco presentan problemas de azolvamiento y contaminación, por lo cual el caracol busca métodos para contribuir a los desarrollos acuícolas que promuevan su crecimiento manejo sobre la supervivencia y composición química del caracol en cuestión en caso de incubados en el laboratorio.

Por otra parte, la contaminación de los cuerpo de agua, así como la modificación y destrucción de su hábitat ha disminuido la abundancia de este recurso significativo, sus grandes ventajas adaptativas, así como desoves múltiples en condiciones de laboratorio, un desarrollo y un corto periodo de incubación, así como rápido crecimiento y capacidad para soportar un amplio rango de condiciones ambientales, Carreón et al., (2004) hacen de esta especie un candidato ideal para explotarlo racionalmente a través de la acuicultura. Por lo que, se hace indispensable conocer sus requerimientos alimenticios en proteínas, lípidos y minerales, como el carbonato de calcio, el cual es esencial para la formación de su concha, por lo que se justifica el presente estudio, en el que se evaluó el efecto en el crecimiento y supervivencia de la especie sometidos a diferentes dosis de carbonato de calcio, incorporadas en el agua y en la dieta.

1 ANTECEDENTES

Los caracoles del género *Pomacea* (Banarescu, 1990), son moluscos de agua dulce comunes en zonas tropicales de América, los cuales presentan varias características que los hacen candidatos para ser cultivados: son herbívoros, por lo tanto, son eficientes convertidores de energía, se reproducen todo el año y bajo condiciones controladas de cultivo es posible evitar enfermedades o parásitos que pueden ser transmitidos a partir de organismos silvestres (Asiain y Olgìn, 1995). Burky, (1974), señala que la característica más importante de estos caracoles es su rápido crecimiento, que pueden obtener en la naturaleza de hasta 145 mm, lo que significa mayor cantidad de músculo, en comparación con otras especies de caracoles más pequeños. Su naturaleza anfibia le permite tolerar agua con bajo oxígeno y soportar el hacinamiento, lo cual indica su potencial de cultivo.

La mayoría de los caracoles del género *Pomacea* son macrófagos, aunque también existen zoófagos y macrofitófagos, estos hábitos no son mutuamente excluyentes. El hábito micrófago incluye herbívora rúdular sobre macrófitas, alimento depositado y alimento superficial de las rocas y otras superficies. Algunos caracoles consumen insectos, crustáceos y pequeños peces, siendo uno de los hábitos zoófagos más conocidos la depredación de los huevos de otros caracoles. Al parecer los caracoles

de las especies *Pomacea canaliculata* no tienen preferencia por alguno alimento respecto a su talla (Estebenet, 1995).

Pomacea urceits es una especie nativa de Sudamérica la cual es capturada para consumo humano los que ha propiciado el establecimiento de un mercado local bien establecido en Trinidad. Sobre esta especie se han realizado estudios sobre diferentes aspectos biológicos dirigidos a evaluar su potencial como especie de cultivo (Aguilera, 1996). Sin embargo, los resultados en laboratorio, los concernientes a la velocidad de crecimiento registrada de 17 mm/mes se consideran bajos, y fueron atribuidos a una dieta inadecuada, que consistió de restos de vegetales de consumo humano, así como a un inadecuado sistema de cultivo y una producción de crías durante todo el año ha frenado el avance en el cultivo de esta especie (Lum y Kenny, 1989). De aquí que sea definitiva la selección de un régimen alimenticio adecuado y un sistema de cultivo bien diseñado y funcional, para obtener mejores resultados (Aguilera-Gonzles, 1996).

Los estudios para cultivar caracoles del género *Pomacea* en México se iniciaron con los trabajos de Sautto y Parra en Yucatán a principios de los 80`s, Ontiveros (1989), seguidos por lo efectuados por Valdés y Aguilera (1986), quienes destacan la velocidad de crecimiento, el potencial reproductivo y la capacidad de adaptación a diferentes alimentos como características importantes para el cultivo. Posteriormente se han llevado a cabo una serie de estudios, realizados principalmente en Veracruz, con la finalidad de fomentar el cultivo de estos organismos, sin embargo, estos han carecido de una continuidad y los antecedentes sobre su biología y cultivo que presenta son aún escasos, limitando el avance de su cultivo (Aguilera, 1996).

Fellerhoff (2002), estudio el crecimiento y la alimentación del caracol *Pomacea lineata*, determinó la preferencia alimenticia de esta especie por medio de isótopos estables como el carbono y nitrógeno, para dicha determinación las dietas experimentales consistieron en diferentes tipos de vegetales, ente ellos el lirio acuático *Eichhornia crassipes*, *Pontederia lanceolata*, *Paspalum repens*, *Nymphaea amazonum*, *Cabomba furcata*, *Diodia Kuntzei* y *Caperonia castaneifolia*. Los resultados indicaron que los caracoles tienden a preferir ciertos recursos alimenticios, como es el caso del lirio acuático debido a que al inicio del experimento su longitud inicial fue de 0.09 cm y la final de 1.8 cm, a los 49 días del estudio.

Mendoza et al. (2002), realizo un estudio con diferentes dietas artificiales en el cultivo de “caracol manzano” de la especie *Pomacea bridgesii*. Utilizaron cinco diferentes dietas con proporciones de proteína animal y vegetal variables 100/75, 75/25, 50/50, 25/75 y 0/100 correspondientemente, encontrando que las dietas formuladas con una sola fuente de proteína, no proporcionaron un mayor crecimiento en los caracoles, en comparación con las que estuvieron balanceadas con ambos tipos de proteínas. Las dietas que funcionaron mejor en cuanto al

incremento de la concha, tasa de crecimiento y tasa de eficiencia proteica, fueron aquellas en las que la proporción de proteína animal fue mayor o igual a la de proteína vegetal, en una 75/25, en este caso

la tasa de crecimiento específico fue de 6 y la tasa de eficiencia proteica de más de 4%, por otro lado, la supervivencia de los caracoles en los cinco tratamientos fue del 100% (Vázquez, 2008).

El caracol *Pomacea catemacensis* fue estudiado por Ruiz et al. (2002), quienes evaluaron la fertilidad y el incremento de la talla de los organismos alimentando con la cianobacteria *Calothrix* sp. estos autores, compararon el crecimiento de la dieta de cianobacteria y la dietas de “pellets” para carpa. El experimento se llevó a cabo en dos tanques con recirculación en un periodo de 181 días. En el primer tanque la fertilidad fue mayor en un 67.7% con la dieta de “pellets”. Sin embargo, en el segundo tanque, se produjo la mayor cantidad de masas de huevecillos con 117 puestas procedentes de los organismos alimentados con la cianobacteria.

Existe una investigación sobre la biología reproductiva *Pomacea catemacensis* en condiciones de laboratorio semejantes a las del medio natural el cual fue realizado por Carreón (1998); los factores que se controlaron fueron el pH, temperatura y concentración de oxígeno. Se registraron cuatro etapas del desarrollo del aparato reproductor en ambos sexos del caracol: etapas de inmadurez con una talla de 1 a 9 mm, maduración temprana de 18 a 20 mm, maduración tardía 27 a 32 mm y madurez sexual total de 34 a 38 mm, asumiendo que el grado de madurez depende más de la talla que de la edad.

Los caracoles de la familia Ampullariidae suelen alimentarse principalmente de vegetales, aunque también pueden ser carroñeros (Ruiz-Ramírez et al. 2007). Para su producción controlada, se ha reportado el uso de alimentos comerciales para tilapia (Castillo-Capitán et al. 2020) y aves ponedoras (González et al. 2008), y otras de elaboración experimental (Torres-Ariño et al. 2023). Sin embargo, no existe –hasta ahora una dieta formulada específicamente para cumplir con el requerimiento nutricional en el cultivo de este grupo de moluscos.

En condiciones de cautiverio estos caracoles han sido alimentados con diversos vegetales y plantas silvestres. Mostrando aceptación por estos en condiciones de laboratorio. Algunos de estos alimentos son la lechuga (Albrecht et al., 1996), yuca (Bombero-Tuburan et al., 1995) y la col (Estoy et al., 2002); así como las macrófitas: *Utricularia* sp. y *Eleocharis* sp. (Sharfstein y Steinman, 2001) y otras especies de plantas acuáticas como: *Zannichellia palustris*, *Myriophyllum elatinoides*, *Chara contraria*, *Potamogeton striatus*, *Rorippa nasturtium aquaticum*, *Elodea canadensis* (Estebenet, 1995), *Ipomoea aquatica* (Asiain y Olguín, 1995), *Salvinia cucullata*, (Carlsson et al., 2004), *Pontederia lanceolata*, *Eichhornia crassipes* (Lach et al.,

2001 *Paspalum repens*, *Vochysia divergens*, *Cassia* sp. y *Salvinia auriculata* (Fellerhoff, 2002).

Es posible sustituir alimentos a base de harina de pescado con alimentos alternativos como el uso de una cianobacteria para la alimentación de caracoles manzano (Torres et al., 2023), con cultivos de caracol manzano *Pomacea bridgessi* mantenido por 70

días y alimentado con dieta a base de 50 % harina de *S. subsalsa* y 50% harina de pescado ($24, 26 \pm 0.31\%$ de proteína) y otra dieta con harina de pescado ($24.1 \pm 0.47\%$ proteína), encontraron que no hay diferencias significativas en su crecimiento somático en talla y biomasa, como tampoco en su tasa específica y absoluta de crecimiento, teniendo un Factor de Conversión Alimentaria (FCA) de 1,33 con harina de pescado y 1,5 con *S. subsalsa*, con lo que se determinó que se puede sustituir hasta un 50% la fuentes de proteína animal, por la de *S. subsalsa* (Torres et al., 2023).

Los sistemas de producción de tegogolo se recomiendan como una alternativa sustentable para esta especie, en un cultivo en cautiverio se reprodujeron 40 parejas y se obtuvo una supervivencia de 27.3 y 29%, la escala de producción puede ser adaptada a las capacidades económicas del productor y lugar seleccionado (Castillo et al., 2020). Factores como la calidad del agua, la disponibilidad de alimentos, la presencia de depredadores y el equilibrio mineral en el hábitat de los caracoles pueden desempeñar un papel crucial en la descalcificación del organismo. Además, la acidificación del agua debido a la contaminación y otros factores ambientales puede agravar el problema. La descalcificación en caracoles de agua dulce se refiere a la reducción de la cantidad de calcio en su sistema biológico, lo que puede afectar su capacidad para formar conchas y esqueletos, así como influir en su metabolismo y desarrollo general. El carbonato de calcio que forma la concha contiene capas de calcita y aragonita. El color de la concha es el resultado de la presencia de pigmentos en el periostracto o en las capas calcáreas (Needma, 1978). Esa concha es formada por el más externo de los pliegues situadas en el borde del manto. La concha está formada por volutas tubulares, contenedora de la masa visceral del organismo. La parte externa de la concha es llamada periostraco, formada por una sustancia cornea llamada conquiolina, el resto de la concha es de origen calcáreo y se denomina ostraco (Needma, 1978).

El calcio es esencial para la formación y mantenimiento de la concha en los caracoles, y su deficiencia puede llevar a conchas delgadas, frágiles o deformadas, lo que los hace más susceptibles a lesiones y enfermedades. Investigaciones previas han demostrado que la descalcificación en caracoles de agua dulce puede tener implicaciones negativas en su reproducción, supervivencia y resistencia a enfermedades, lo que afecta directamente su producción en la acuicultura (Benavides, J. R., 2017). Es importante señalar, que no existen reportes

bibliográficos que señalen los requerimientos específicos de carbonato de calcio para la especie se ha observado es que alimentos con bajos niveles de este mineral pueden afectar una adecuada calcificación de las conchas de los organismos. Por lo tanto, comprender los mecanismos detrás de la descalcificación y encontrar soluciones efectivas para contrarrestar este problema se ha convertido en un foco importante de la investigación en la producción de esta especie, lo que el objetivo del presente estudio. Sin embargo, se encontraron estudios recientes de los pomaceas flagellata en la Universidad del Salvador donde mencionan diferentes porciones de hidróxido de calcio (Benavides, J. R., 2017).

También algunos estudios mencionan detalladamente resultados de los nutrientes requeridos y la calcificación de los Pomaceas mediante análisis proximales como lo son la proteína cruda usando el método de Micro-Kjeldhal (Kirk 2002), mientras que los lípidos son extraídos con éter en un sistema Soxtec (Bligh y Dyer, 1959). La fibra cruda se determina mediante el método de ácido sulfúrico- fenol propuestos por Myklestad y Haug (1972), Y por último la determinación de la humedad y cenizas de las dietas se obtiene por diferencias de peso, usando horno a 100 °C y una mufla para su incineración, respectivamente (AOAC, 1999; Torres-Ariño et al. 2023).

Los análisis del estudio de bromatológicos de la harina de carne de caracol revelaron una alta calidad y valores importantes de proteína bruta, energía bruta y calcio que fortalecerían los procesos metabólicos para la producción de nuevos tejidos, alta actividad y calcificación ósea, el cual la coloca como una de las fuentes nutricionales apropiadas para la dieta de animales (Hermes R. P., et al, 2009).

La carne de caracol ha sido ampliamente estudiada como una alternativa de proteína para el consumo humano. Sin embargo, son pocos los estudios que la utilizan para el consumo de peces debido a las grandes cantidades requeridas y a los altos costos de producción (Hermes R. P., et al, 2009).

2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La demanda alimentaria en México es cada día mayor, y en algunos casos son insuficientes los recursos para satisfacerla, por lo que, en la actualidad se buscan alternativas para cubrir esta problemática, y los productos acuáticos se perfilan como uno de las principales soluciones, una de las especies potenciales son los caracoles del género Pomacea.

En este sentido el caracol tegogolo (*Pomacea catemacensis*), especie endémica del Lago de Catemaco, es un referente de la gastronomía en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, sin embargo, los registros de pesca muestran una disminución en la última década de su pesquería de al menos del 70% (Linton Izquierdo, 2019) a causa de la sobrepesca, contaminación y disminución de hábitat.

En virtud de la importancia de esta especie, se justifican plenamente los esfuerzos realizados para lograr su conservación como recurso, y su producción controlada

mediante técnicas de acuicultura. Sin embargo, estas iniciativas se ven limitadas en su alcance debido a la carencia de información biológica básica y de tipo ecológico sobre esta especie. Se ha visto que en cautiverio el caracol no crece de la misma manera que en su hábitat natural expresándose principalmente en el desarrollo adecuado de su concha.

Por lo que para poder desarrollar esta biotecnología es necesario evaluar las condiciones de cultivo, enfocándose primordialmente en sus porcentajes de adición de minerales para fortalecimiento de su concha.

3 JUSTIFICACIÓN

Debido a la drástica reducción de la población del caracol tegogolo (especie), se requiere buscar alternativas para su conservación, y el desarrollo de cultivos acuícolas a mayor escala lo cual sería una opción adecuada para satisfacer la demanda actual de esta especie.

En función de lo anterior, en este estudio se determinará el crecimiento y la supervivencia de los caracoles tegogolos exponiéndolos a diferentes concentraciones de carbonato de calcio disuelto en agua y suministrado en el alimento, en condiciones de laboratorio, durante el proyecto se evaluará el crecimiento y supervivencia de juveniles de caracol tegogolo, constatando la asimilación de este mineral en la concha generada por los organismos y con ello poder aportar a la problemática de la producción en cautiverio de esta importante especie.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de diferentes dosis de carbonato de calcio en el crecimiento y supervivencia y asimilación de la concha del caracol tegogolo (*Pomacea catemacensis*), suministrado en la dieta y disuelto en el agua.

4.2 Objetivos Particulares

- Registrar el crecimiento de juveniles de caracol tegogolo en diferentes concentraciones de carbonato de calcio en la dieta.
- Registrar el crecimiento de juveniles de caracol tegogolo en diferentes concentraciones de carbonato de calcio disuelto en el agua.
- Evaluar el desarrollo de la concha y su grosor con respecto al suministro de carbonato de calcio.

- Determinar la composición proximal de los organismos bajo diferentes suministros de carbonato de calcio, en el alimento y disuelto en el agua.
- Determinar la supervivencia de los organismos en diferentes concentraciones de carbonato de calcio en el alimento y disuelto en el agua.

5 HIPÓTESIS

Ya que el carbonato de calcio es un mineral esencial para los caracoles Pomáceos, y se requiere en dosis altas, se espera que, a concentraciones mayores de este mineral suministrado en la dieta, promueva mejores resultados en el crecimiento y supervivencia de los juveniles de tegogolo, que el suministrado en el agua. En cuanto a los valores en la composición proximal se espera una mayor calidad en la carne del caracol y alta calidad nutricional en los Pomaceas.

6 MARCO DE REFERENCIA

6.1 Generalidades y Biología de la especie

La clase Gastrópoda incluye a los moluscos que presentan concha calcárea cerrada apicalmente y enrollada, presentan una cabeza distintiva, la boca es más o menos termina y casi todos poseen un par de tentáculos en su base, presentan un pie que permite el movimiento, un aparato rádular y glándulas digestivas muy desarrolladas. (Perera y Walls, 1996).

Registros han mencionado que la taxonomía ha sido muy confusa por los que solo se han reconocido entre 75 y 150 especies variables (Perera y Walls, 1996). El género pomáceo se distingue por ser una especie con conchas globosas y delgadas donde la apertura es amplia y oval. El sifón es largo y muy extensible, por lo cual los caracoles presentan hábitos anfibios.

La especie Pomacea descrita por Reeve en 1856, presenta una concha delgada, translúcida cuya coloración varía de amarillento a verde olivo o café oscuro con dientes groseros. Se observan de 25 a 40 bandas espirales de color café oscuro con diferentes grosores. En cuanto el margen es de color blanquecinos o naranja. El opérculo es corneo, delgado y piriforme de color café oscuro, más pequeño que la apertura opercular. El externo es cóncavo enromado y marcado con líneas de crecimiento externas al número submarginal, la supervise interna presenta estriaciones subespirales finas y radiales. La rádula presenta un diente central puntiagudo y angular: las cúspides laterales son más largas que en *P. flagellata* y presentan forma espatulada (Baker, 1922).

Los caracoles manzana o pomáceos, son un grupo de moluscos acuáticos que pertenecen a la familia Ampullariidae, la cavidad del manto de los organismos se divide en un pulmón en el lado izquierdo y en el derecho presentan una branquia unipectinada (Barnes, 1977), son clasificados como anfibios, con un pie móvil muy carnoso, un caparazón de forma de manzana y abertura ovalada amplia. Presentas 3 estructuras anatómicas básicas, la concha, con funciones de estructura y protección, el opérculo presente en la parte final del pie, que impide su acceso al interior de la concha, una vez que todo el organismo se ha retraído en su interior, y la masa visceral que comprende el complejo cabeza-pie, y es donde se encuentran los órganos y tejidos del caracol (Vázquez et al., 2011).

Habitán en aguas fangosas y poco profundas de los lago y ríos, formando parte importante de la cadena trófica, debido a sus preferencias herbívoras, son controladores de malezas, también suelen ser depredados por lagunas especies de peces y aves (Vázquez et al., 2011). El suelo es blando y está cubierto por diverso material de detritos, fragmentos de conchas y travertino en piezas pequeñas y grandes. La mayoría de las especies, también las más abundantes, que viven en este tipo de ambiente, poseen conchas grandes y gruesas. El agua puede ser cristalina, aunque algunas de las especies soportan aguas de desecho (Hershler 1984).

Los principales depredadores de estos caracoles son los gavilanes caracolas (*Rostrhamus sociabilis*) y el hombre. Las puertas son depredadas principalmente por insectos como las hormigas y arañas. (Vázquez-Silva, 2008).

6.2 Taxonomía



FIGURA 1. CARACOL TEGOGOLO (*P. CATEMACENSIS*). FUENTE: V. SILVA, (2004).

Los moluscos dulceacuícolas y terrestres difieren en los grupos taxonómicos presentes en cada ambiente p. catemacensis se encuentra dentro del Phylum Mollusca, grupo que se caracteriza por presentar el cuerpo completamente blando y no segmentado, la masa víscera está envuelta por un manto que segrega la concha. (Burch y Cruz-Reyes, 1987).

Phylum	Mollusca (Cuvier, 1797)
Clase	Gastropoda (Cuvier, 1979)
Subclase	Prosobranchia (Edwards, 1848)
Orden	Mesogastropoda (Thiele, 1940)
Superfamilia	Cyclophoracea (Thiele, 1940)
Familia	Ampullariidae (Duiling, 1925)
Género	Pomacea (Perry, 1810)
Especie	<i>Pomacea catemacensis</i> (Reeve, 1856)

TABLA 1. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE. FUENTE: BASADO EN DATOS DE MOLLUSCA BASE (2025).

6.3 Reproducción del organismo

Es una especie dioica, que no presenta un aparente dimorfismo sexual, su fertilización es interna y su desarrollo es ovíparo (Carreón-Pallau et al., 2003). Se sabe que la cópula entre los organismos de este género puede durar de 2 a 3 horas, y que las hembras de este género pueden almacenar el esperma del macho hasta por 140 días, a pesar de ello, normalmente presentan actividad sexual durante casi todos los meses del año, en los cuales la copula normalmente se presenta durante la noche (Castillo et al., 2020). Las hembras ponen montones de huevos sobre la vegetación emergentes a varios centímetros de la superficie del agua también sobre troncos ramas gruesas sobre las rocas (Rangel, 1988).

Para determinar el sexo de estos moluscos es buscar el complejo peneal del macho sobre la superior de la altura, arriba y a la derecha de la cabeza. En la cópula el macho se coloca sobre la hembra a la cual se adhiere por medio del pie, enseguida exterioriza el pene por la abertura superior de la concha penetrando en el orificio genital de la hembra localizado en la misma posición, iniciando de esta manera la cópula. Este proceso dura unos cuantos minutos hasta tres horas, al terminar de la copula el macho retrae el pene de la concha de la hebra y se precipita al fondo (Rangel, 1988).

Uno de sus comportamientos peculiares de esta especie las hembras depositan sus huevecillos fuera del agua, colocando sus desoves sobre superficies duras como troncos, ramas, rocas y frecuentemente sobre tallos y hojas de lirio acuático, los adhiere por medio del pie que le sirve como órgano de fijación. Los huevecillos son

aglutinados por un líquido viscoso, acumulándose hasta que se forma un conglomerado; la hembra se desplaza lentamente hacia abajo dándole la forma ovalada características, aunque también se pueden presentar diversas formas y tamaños, dependiendo de la edad de la hembra y del lugar donde ovoposite. (Range- Ruiz et al., 2003)

6.4 Distribución geográfica



FIGURA 2. LAGO DE CATEMACO. FUENTE: GOOGLE FOTOS.

El Lago de Catemaco se encuentra en la lista de los lagos más grandes e México, con una cuenca hidrológica propia de 72.54 kilómetros cuadrados (Pérez y Torres 1992). Este tipo de alimento es difícil de almacenar, presenta calidad nutricional variables y en ciertas épocas no está disponible. Por lo tanto, el desarrollo de una dieta práctica es deseable para el cultivo intensivo del caracol manzano.

El lago presenta problemas semejantes a todos los del país, como lo es la contaminación por falta de control en el uso de detergente, fertilizantes y plaguicidas en el área de influencias al lago, la tal de los bosques y la consecuente pérdida del suelo, que modifica el régimen de aporte de agua y acelera el azolvamiento (Torres-Orozco, 1996). Los Pomáceos se encuentran en zonas tropicales y subtropicales húmedas del sureste de México, América Central, América del Sur e Islas del Caribe (Naranjo-García y García Cubas, 1985), habitando en ríos, lagos, canales, pantanos y humedales, preferentemente en sitios de vegetación abundantemente en sitios de vegetación abundante (Rangel-Ruiz, 1988).

En México se ha registrados solamente dos especies: *Pomacea flagellata* con una distribución desde el norte de Veracruz siguiendo la vertiente del golfo de México hasta la península de Yucatán. La otra especie: *Pomacea catemacensis* restringe

su distribución al Lago de Catemaco Veracruz. (Naranjo- García y García- cubas, 1986)

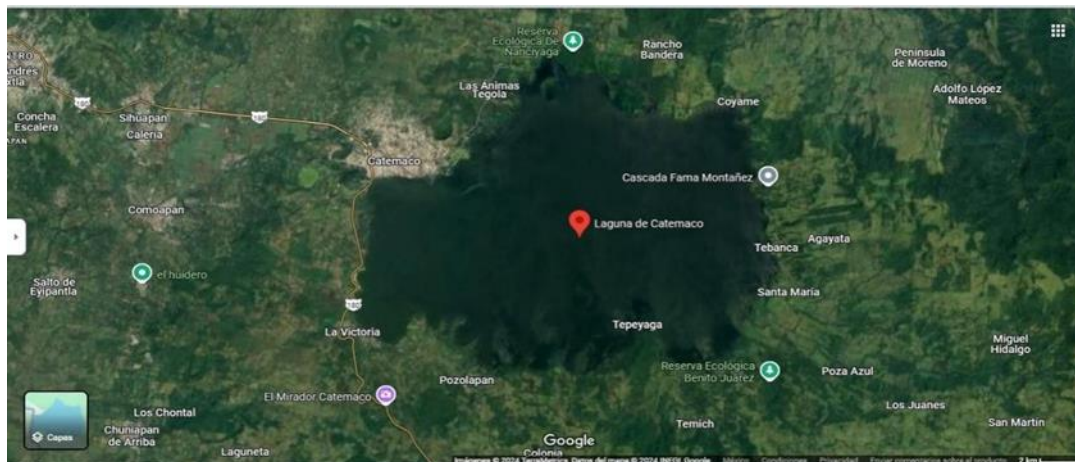


FIGURA 3. MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO.

6.5 Alimentación

En la naturaleza el caracol manzana se alimenta preferentemente de vegetación macrofítica (Estebenet, 1995), mientras que en condiciones controladas de cultivo ha sido alimentado tradicionalmente de materia vegetal. (Estebenet y Cazzaniga, 1992).

El caracol tegogolo presenta una rádula con la cual puede raspar o separar trozos de alimento los cuales son succionados de inmediato gracias a su estructura bucal, independientemente de la constitución del alimento, lo cual es facilitados por el reblandecimiento de los pellets al estar en el agua. Por otra parte, en el caso de existir partículas finas de alimento, el caracol manzana tiene la capacidad de crear una corriente ciliar en la superficie del agua y aglutinar las partículas suspendidas mediante un mucus, para posteriormente ingerirlas. Al mismo tiempo, la estructura del esófago le permite ingerir grandes cantidades de alimento en corto periodos, funcionando a manera de buche, lo que facilita la ingestión de los pellets antes de que existan grandes pérdidas por lixiviación (Mendoza et al., 2002). En condiciones de cautiverio han sido alimentados con diversos vegetales y plantas silvestres, mostrando aceptación por estos en condiciones de laboratorio. Aunque el Pomacea se considera un organismo herbívoro generalizado, también ha aceptado dietas artificiales con fuentes de proteínas de origen animal tal es el caso del alimento para ranas y peces (Góngora et al., 2005) y específicamente para trucha (Carreón et al., 2003) y carpa.

Vázquez Silva G., (2008) su artículo menciona 4 dietas: bagre, camarón, tilapia y trucha, siniestradas en los pomáceos, sin embargo, a dieta de bagre y camaronina

destacando en sus estudios dando como resultado una mejor conservación, crecimiento y sobrevivencia.

El artículo de Iriarte-Rodríguez (2006), menciona un modelo de cultivo para el caracol tote con tres sistemas de alimentación de bajo costo: A) alimento para tilapia, B) alimento para pollo y C) hojas de chaya (*Cnidoscolus chayamansa*), realizando el análisis de su crecimiento en tiempo y el análisis costo-beneficio del cultivo, con el fin de promover un model de producción de caracol adaptado a diferentes condiciones sociales y económicas de las regiones tropicales de América. Sin embargo, los organismos alcanzaron una talla comercial con el alimento de tilapia de (40mm) en 12 semanas, seguido por el tratamiento de alimento para pollo con 13 semanas y por último el tratamiento con hoja de chaya con 18 semanas (Iriarte-Rodríguez, 2006),

6.6 Condiciones de laboratorio

Sus grandes ventajas adaptativas como son: los altos porcentajes de eclosión (83% en condiciones de laboratorio y 90% en el medio natural), desoves múltiples cada 30 días en condiciones naturales y de laboratorio, un desarrollo directo y un corto periodo de incubación, así como rápido crecimiento y capacidad para soportar un amplio rango de condiciones ambientales (Burky, 1974; Asiaín y Olguín, 1995; Granados, 1996; Carreón et al., 2004), hacen de esta especie un candidato ideal para explotarlo racionalmente a través de la acuicultura. Para que este potencial se traduzca en producción tangibles y constantes de carne de caracol, deben establecerse modelos de cultivo que se adapten a las necesidades culturales, económicas y productivas locales.

Es importante mencionar que los resultados de cultivo pueden ser mejorados mediante el ajuste de algunos factores como la densidad del cultivo, la disminución de la tasa de alimentación y la utilización de los alimentos suministrados en dietas mixtas para optimicen el rendimiento del cultivo semi-intensivo.

Los principales elementos para la localización apropiada de los cultivos en estanques son: la fuente de agua considerando la cantidad y calidad del agua como factores limitantes para el éxito del cultivo, esto implica el disponer de fuentes de aguas cercanas, superficiales o profundas, de las que previamente se deberán conocer las características fisicoquímicas, origen y disponibilidad (Castillo et al., 2020).

De los alimentos que se encuentran en el mercado para la acuicultura se han empleado dietas formuladas para carpa y rana, se han pretendido realizar estudios para identificar los alimentos formulados que requieren los caracoles para favorecer el crecimiento y composición química del organismo, promoviendo así su aprovechamiento sostenido y su conservación. (Vázquez Silva et al., 2008). Es importante resaltar que los resultados del cultivo pueden ser mejorados mediante el ajuste de algunos factores como la densidad de cultivo, la disminución de la tasa de

alimentación y la utilización de los alimentos suministrados en dietas mixtas para optimicen el rendimiento de los cultivos 6 semi- intensivos.

6.7 Potencial nutricional y cultural

El tegogolo es valorado no solo por su contenido proteico y bajo en grasas, sino también por su riqueza en minerales. Además, su consumo forma parte de la identidad culinaria de las comunidades ribereñas de Veracruz. Estudios han resaltado su potencial como fuente alimentaria sostenible y su aceptación en preparaciones como ceviche y escabeche.

Perfil de aminoácidos

La harina de carne de caracol del género Pomacea ha mostrado un perfil rico en aminoácidos esenciales, destacando:

- Arginina: 40.03%
- Treonina: 13.01%
- Histidina: 12.90%
- Leucina: 9.78%
- Lisina: 7.50%

***FUENTE: ANÁLISIS COMPARATIVO DE AMINOÁCIDOS EN HARINA DE CARNE DE CARACOL DE AGUA POMACEA SPP. (FAO, 2008).**

También resaltando la importancia de los ácido grasos insaturados son esenciales de importancia nutricional, se podría decir que, en el futuro, el uso de precursores de ácidos grasos en la formación de lípidos insaturados de estos organismos es enriquecedores para el crecimiento adecuado en condiciones de laboratorio. (Santis, et al., 2009).

Perfil de Ácidos grasos en la carne del caracol Pomacea spp.

- Oleato (Monoinsaturado): 5.820 %
- Linoleato (Poliinsaturado): 13.823 %
- Linolenato (Poliinsaturado): 8.999 %

Fuente: (FAO, 2008).

7 MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Lugar donde se desarrolló el proyecto

El estudio se realizó en Boca del Rio, Veracruz en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Boca del Rio en el área de Acuacultura, localizada junto a la carretera Veracruz- Córdoba km. 12 (Figura 4). El instituto colinda al norte con el rio

Jamapa el cual desemboca en el Golfo de México, cuenta con una superficie aproximada de 7 hectáreas.

Los ensayos se realizaron en el edificio Q (área de experimentos de acuacultura) el laboratorio se encuentra al noreste de las instalaciones del Instituto



FIGURA 4. MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO. FUENTE: GOOGLE MAPS, (2024).

7.2 Ensayo de suplementación de carbonato de calcio en la dieta

En condiciones de cautiverio se implementó un diseño experimental completamente al azar con 3 tratamientos, con 3 repeticiones de cada uno, para evaluar los efectos de la inclusión del 15% y 30% de carbonato de calcio en la dieta. Las unidades experimentales consistieron en peceras de 60 L. de capacidad, en cada una, se colocaron 15 juveniles de caracol tegogolo con ± 10.4072 mm de talla y ± 0.24406 g. de peso inicial. Se realizaron recambios de agua cada tercer día y biometrías quincenales, registrando peso con una balanza de pesado rápido (Balanza de precisión portátil “VELAB” SERIE PB. Modelo VE-5000) y longitud total con un vernier digital (Digital Caliper). Los organismos se alimentaron dos veces diarias a las 9 y 14 horas, al 10% de su peso corporal.

Se probaron dos concentraciones diferentes de carbonato de calcio (15 y 30%) adicionado y mezclado al alimento, y el tratamiento control que consistió en el alimento sin la adición del carbonato de calcio.

Fórmula General para el cálculo para 1 Kg. De alimento:

Cantidad de Sustancia= $(100/\text{Porcentaje}) \times \text{Cantidad Total}$

Para el 15% de carbonato de calcio en 1 kg de alimento:

Cantidad de Carbonato de Calcio = $(15/100) \times 1 \text{ kg}$ Cantidad de Carbonato de Calcio = 0.15 kg = 150 g.

Para el 30% de carbonato de calcio en 1 kg de alimento:

Cantidad de Carbonato de Calcio = $(30/1000) \times 1 \text{ kg}$

Cantidad de Carbonato de Calcio = 0.30 kg = 300 gramos

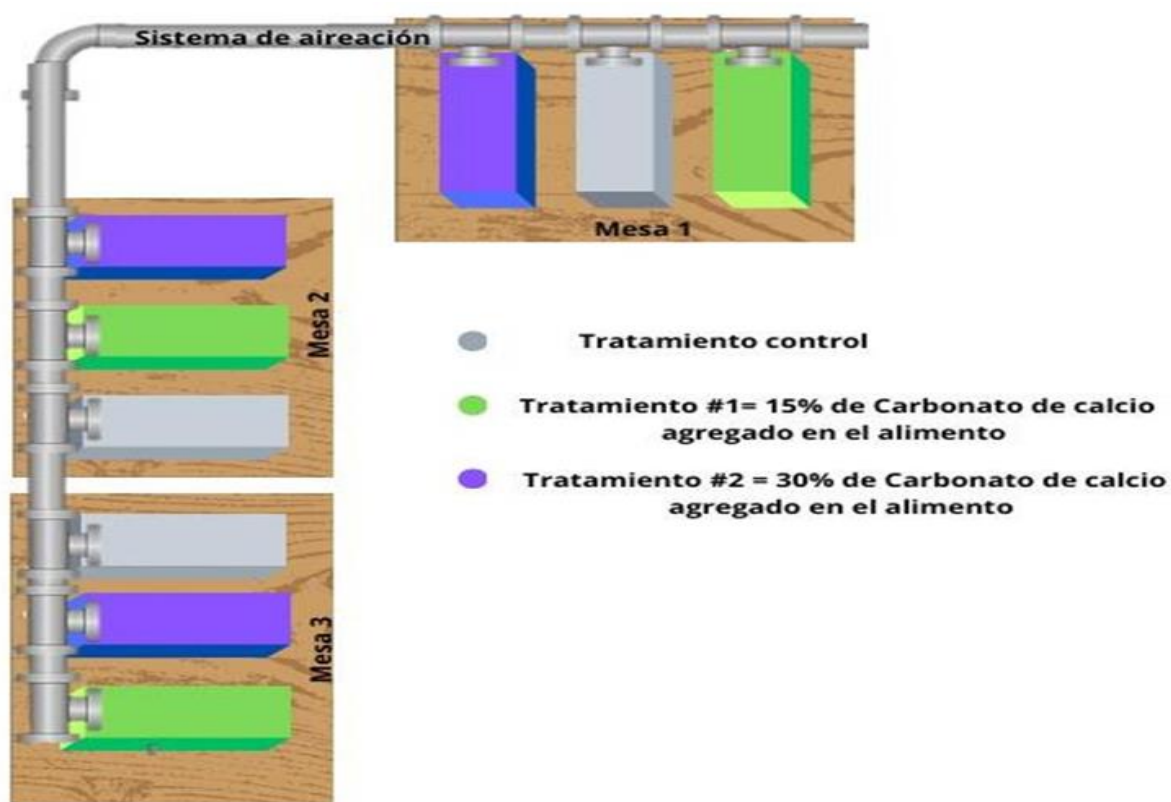


FIGURA 5. SISTEMA DE CULTIVO DE LA INCLUSIÓN DE CARBONATO DE CALCIO EN EL ALIMENTO.

7.3 Ensayo de incorporación del carbonato de calcio en el agua

Se tomaron 135 ejemplares de *P. catemacensis* $\pm 11.4072 \text{ mm}$ de talla y $\pm 0.34506 \text{ g}$. de peso inicial, los cuales se distribuyeron aleatoriamente en 9 peceras, después se agruparon en 3 diferentes tratamientos, manejados por porcentajes de carbonato de calcio disuelto en el agua (dureza), los tratamientos. Se colocaron en peceras de cristal de 60 litros, con un sistema de aireación, y se realizaron chequeos de condiciones de dureza y recambios cada siete días. Los tratamientos fueron los siguientes.

Tratamiento control = Agua semi blanda con una dureza $\pm 168 \text{ mg/L}$ de carbonato de calcio.

Tratamiento 1 = Aguas duras con una concentración de carbonato de calcio de $\pm 200 \text{ mg/L}$.

Tratamiento 2 = Aguas duras con una concentración de carbonato de calcio de ± 230 mg/L.

Se alimentaron dos veces diarias a las 9 y 14 horas, con el 10% del peso corporal de los organismos.

Cada quince días se realizó un recambio del 100% de agua anteriormente declorada, y adicionada con carbonato de calcio según correspondiera a su concentración. La distribución de los tratamientos en los acuarios fue de forma aleatoria.

Cada 15 días se tomaron medidas de los cambios de dureza en cada tratamiento con el método de Dureza Total en agua con EDTA por volumetría, con el propósito de recopilar los resultados de la asimilación de los caracoles con distintas cantidades carbonato de calcio en el agua.

7.4 Evaluación de crecimiento y supervivencia

En ambos ensayos se realizaron biometrías cada 15 días, registrando la longitud total o altura de la concha y ancho y grosor de la concha (20 organismos por replica), tal como se muestra en la figura 6, así mismo, se registró el peso de los organismos en gramos con una balanza electrónica. La supervivencia de los caracoles se registró como el porcentaje de organismos vivos al final de los experimentos.

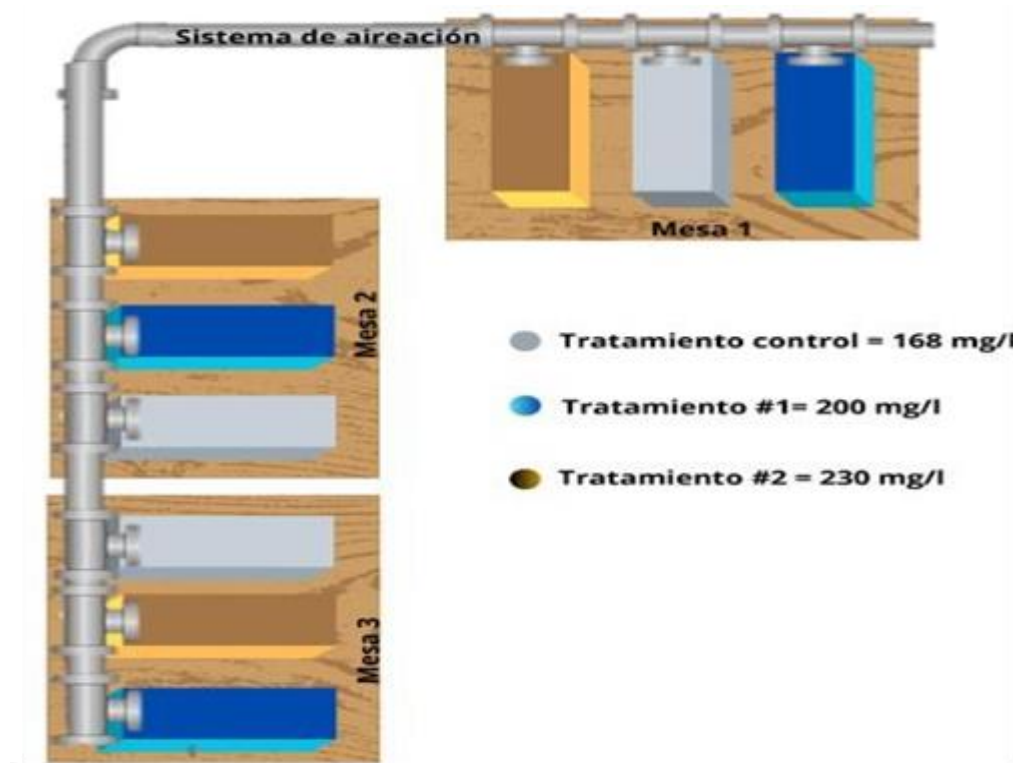


FIGURA 6. SISTEMA DE CULTIVO ALEATORIO DE LA INCLUSIÓN DE CARBONATO DE CALCIO EN EL AGUA.

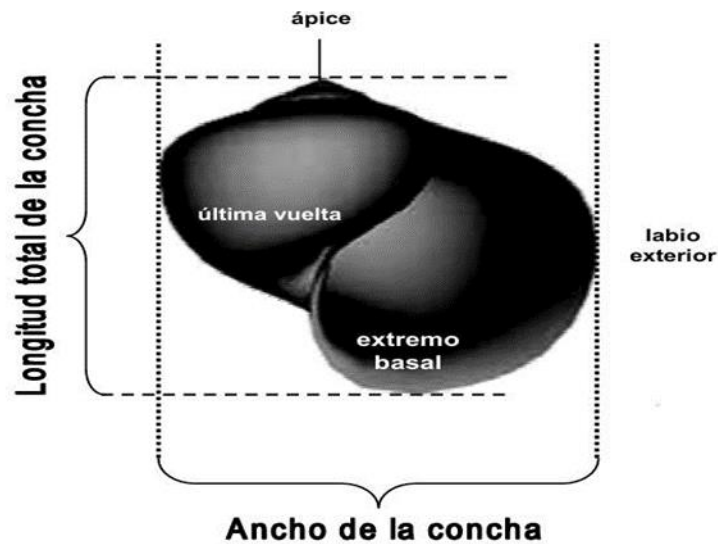


FIGURA 7. ESQUEMA DE LA TERMINOLOGÍA Y MEDICIONES EN LA CONCHA DEL TEGOGOLO, VÁZQUEZ SILVA (2008).

Para llevar a cabo el análisis biométrico de los tegogolos, se utilizarán mediciones morfométricas de la concha, siguiendo criterios estandarizados que permiten la comparación entre individuos y poblaciones. Las mediciones se realizarán con ayuda de un **vernier digital o calibrador de precisión** (con una exactitud mínima de 0.01 mm), y se llevarán a cabo bajo condiciones controladas para evitar errores de paralaje o manipulación.

Las medidas que se tomarán son las siguientes:

Longitud total de la concha (LTC)

Corresponde a la distancia máxima entre el **ápice** (punto más alto o inicial de la espiral de la concha) y el extremo basal de la última vuelta, que es la parte más distal del organismo. Esta medida refleja el tamaño longitudinal total del tegogolo y es un parámetro clave para estimar su desarrollo y edad relativa. Figura 7

Ancho de la concha (AC)

Es la distancia máxima horizontal entre los puntos más externos de la última vuelta de la concha, medido de lado a lado, pasando por el **labio exterior**. Esta medida permite estimar el volumen relativo y el grado de desarrollo lateral del organismo. Figura 7

7.5 Reproducción del caracol tegogolo en condiciones de laboratorio.

En registros de laboratorio, se distinguieron en 4 estadios en el desarrollo de las gónadas en machos y hembras de la especie *Pomacea catemacensis*. El desarrollo de las gónadas está en relación con la talla, pero no con la edad. La inmadurez

correspondió a la talla de 1 a 9 mm, la maduración temprana a la de 18 a 20 mm (alcanzada a los tres meses), la maduración tardía a la de 27 a 32 mm y la madurez sexual total a los 6 meses a la talla de 34 mm en la hembra y 38 mm en el macho (Carreón 1998). En cautiverio, se ha logrado la reproducción de *P. catemacensis*, entre enero y mayo, con el máximo en abril. El periodo de incubación fue de 15 días, a una temperatura promedio de 24.7°C (Martínez y Farías 1989).

7.6 Temperatura

La temperatura ambiental también influye sobre la población de moluscos; si la temperatura se eleva, la densidad de moluscos disminuye; lo mismo pasa dentro del agua a temperaturas mayores a 25°C. Además, la densidad de moluscos aumenta, después de los 30 cm, conforme aumenta la profundidad del cuerpo de agua. La densidad de moluscos también depende del tipo de vegetación dominante en el cuerpo de agua se elevaba cuando las ciperáceas dominaban gramíneas, ciperáceas o algas macroscópicas (Negrete, 1998).

7.7 Dureza del agua

El impacto del azolvamiento y la contaminación en el Lago de Catemaco aunado a la sobreexplotación pesquera del caracol han propiciado el descenso de las poblaciones de tegogolo (Carreón, 1998; Cuevas, 2004). Otro factor encontrado recientemente que se suma a dicha problemática es el manejo inadecuado del nivel del agua en el lago por otra parte de la Hidroeléctrica de Chilapan de la Comisión Federal de Electricidad, según quejas de los pescadores de tegogolo (Carreón, 1998; Cuevas, 2004). Un estudio realizado por Smith et al. (2016) investigó los efectos de la calidad del agua en la descalcificación de caracoles de agua dulce. Este estudio destacó la importancia de mantener un equilibrio adecuado de minerales y pH en el agua para prevenir la descalcificación en los caracoles. La investigación señaló que los niveles bajos de calcio y la presencia de ciertos contaminantes en el agua pueden aumentar significativamente el riesgo de descalcificación en estos organismos (Smith et al., 2016).

La deficiencia de calcio puede tener impactos significativos en la capacidad de los caracoles para absorber el calcio del agua circundante. La disminución de la disponibilidad de calcio puede llevar a una disminución en la tasa de absorción de calcio por parte de los caracoles, lo que resulta en una calcificación deficiente y la formación de conchas débiles o dañadas (López et al., 2018). Las especies de Pomacea, habitan en zonas cálidas con una temperatura óptima de 22 a 25 grados centígrados, un pH entre 6 y 9, el nivel de oxígeno disuelto de 1 a 4 ppm, la cantidad

de carbonato de calcio disuelto en el agua, debe estar entre 80 a 100 mg/lit para una buena formación de la concha (Rojas 1988). La alcalinidad (total de bases tratables) como fuente de carbonatos provee la propiedad del agua de neutralizar ácidos. Sin embargo, en el cultivo de moluscos, el nivel de alcalinidad puede afectar directamente el desarrollo individual de los organismos debido a los altos requerimientos de sales cálcicas empleadas en la formación de la concha. En estudios similares con caracol de agua dulce, sugerencias han sido hechas en relación a niveles de alcalinidad necesarios para soportar un óptimo cultivo de los caracoles no obstante no existe nada conclusiva al respecto (Rojas 1988).

8.1 Método de análisis de Dureza

Se realizó el muestreo de dureza cada 15 días con un análisis químico volumétrico en todas las réplicas, que se utiliza para determinar la dureza del agua que evaluar el contenido de calcio y magnesio, al añadir EDTA como agente titulante, los iones de calcio y magnesio se neutralizan, se produce un viraje del indicador los que significa que la complexometría ha llegado al punto final (Contreras, F., (1984).

8.2 Procedimiento

1. Monte la bureta y cárguela con la disolución de EDTA 0.01 M preparada previamente. Enrase la bureta abriendo la llave, asegurándose que en la punta inferior no quedan burbujas de aire.
2. Mida 100 ml de la muestra de agua en una probeta y páselos a un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
3. Añada unas gotas de rojo de metilo. La muestra tomará un color amarillo. A continuación, acidifique la disolución con unas gotas de ácido clorhídrico 1 M. La disolución tomará color rojo.
4. Adicione 2 ml de tampón y 4 gotas del indicador negro de eriocromo. Titule la muestra con el EDTA 0.01 M hasta el viraje de rojo vino a azul oscuro.

Formula:

Dureza total= mg/l de Carbono

F= ml gastados de EDTA x 20.2 carbonato de Calcio

8.3 Análisis bromatológicos

8.4 Determinación de humedad

Se determinó la cantidad de humedad en los organismos empleando el método de secado en estufa, en el cual el agua se elimina por calor. Se mezcla la muestra para homogenizarla y guárdela en un frasco perfectamente limpio y seco, que tenga un cierre hermético, hasta tener como resultado las muestras hechas cenizas.

8.5 Determinación de Fibra Cruda

Método:

Se pesaron 2 g. de muestra libre de grasa, se le agregó 200 ml. de H_2SO_4 (1.25%) en un vaso Berzelius de 600 ml. Se calentó durante 30 minutos en el equipo de fibra cruda. Al terminar el calentamiento (digestión) se le añadió 200 ml. De hidróxido de sodio (3.52%) y se volvió a calentar el mismo tiempo, se filtró sobre una tela de algodón o papel filtro, se lavó con agua caliente, y posteriormente con el ácido clorhídrico 0.1 N para eliminar cualquier sustancia que precipite con el álcali; se lavó por último con agua para eliminar el ácido, luego con alcohol etílico y después con éter; se pasó cuantitativamente el residuo a un crisol (a peso constante.), posteriormente se secó a 110°C hasta por una hora. Se enfrió y peso. Se calcinó, se enfrió y pesó. La pérdida de masa es la fibra cruda (Jacobs, MB., 1951).

8.6 Determinación de proteína total y soluble

Método:

- 1) Se pesaron 1 g. de muestra y se colocarán en el matraz de Kjeldahl.
- 2) Se agregaron 5 g. de CuSO_4 y 10 g. de K_2SO_4 más 20 ml. de H_2SO_4 concentrado.
- 3) Se colocaron en el digestor y se calentaron hasta que el color de la solución fue verde claro y transparente (fin de la digestión) se dejó enfriar.
- 4) Se agregó lentamente 500 ml. de agua destilada y unas granallas de zinc; y se colocó el matraz en el destilador, y se añade 75 ml. de NaOH al 40%, taparemos inmediatamente y procederemos a recibir el destilado.
- 5) Para recibir el destilado se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 500 ml., 75 ml. de HCL 0.1 N y 3 gotas de indicador rojo de metilo. La destilación termina cuando se hayan recibido 150 ml.
- 6) Se tituló el destilado con NaOH 0.1 N.

8.7 Determinación de Grasa (Extracto Etéreo)

Método de Soxhlet

Se pesaron de 3 a 4 g. de muestra seca y se pesaron cuantitativamente a un cartucho para extracción, que tenga una cama de algodón o lana de vidrio, se taparon con la misma fibra y se colocó en el extractor del aparato cuyo matraz se puso previamente a peso constante, se añadió suficiente disolvente anhidro (éter etílico o de petróleo, sobre la muestra hasta que haga un sifón 2 veces, se calentó el matraz hasta que la extracción se completó en aproximadamente 3 hrs. Después de este tiempo se retirará de la fuente de calor se sacó el cartucho. Se saca al aire y se guarda para la determinación de fibra cruda. El matraz se volvió a calentar con el fin de recuperar el disolvente, evitando que haga sifón. Eliminando el disolvente, se seca a 80 – 90 °C, por una hora, se enfría, y se pesa para determinar por diferencia de pesos la grasa presente (Pearson, D. 1976).

8.8 Análisis estadísticos de datos

De cada experimento se verifico la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Chakvarti et al. 1967) y la homocedasticidad con la prueba de Levene (Hotelling, 1988). Los datos de peso húmedo y longitud total de los organismos se analizaron con ANOVA de una vía, con los diferentes niveles de inclusión de carbonato de calcio como factores, y para detectar las diferencias entre los tratamientos, se utilizó la prueba a posteriori de Tukey. Las diferencias se consideraron significativas a $P < 0.05$, en todas las pruebas, se utilizó el programa Statistica.

9.0 RESULTADOS

En la gráfica 1 se presenta la longitud total en milímetros de los caracoles tegogolos en función de diferentes niveles de incorporación de calcio en su dieta durante el experimento. Se evaluaron tres tratamientos: Tratamiento Control (sin calcio agregado), Tratamiento con 15% de calcio y Tratamiento con 30% de calcio, a lo largo de 3 meses

Los resultados muestran una tendencia positiva entre la cantidad de calcio en el alimento y el crecimiento en talla de los caracoles. El tratamiento Control presentó el crecimiento más bajo durante todo el experimento, iniciando con una talla cercana a los 11 mm y alcanzando aproximadamente 22 mm al final del cultivo. En contraste, el Tratamiento con 15% de calcio mostró un aumento progresivo y significativo en la talla, desde alrededor de 20 mm hasta alcanzar un promedio cercano a los 45 mm. Por su parte, el Tratamiento con 30% de calcio evidenció el mayor crecimiento,

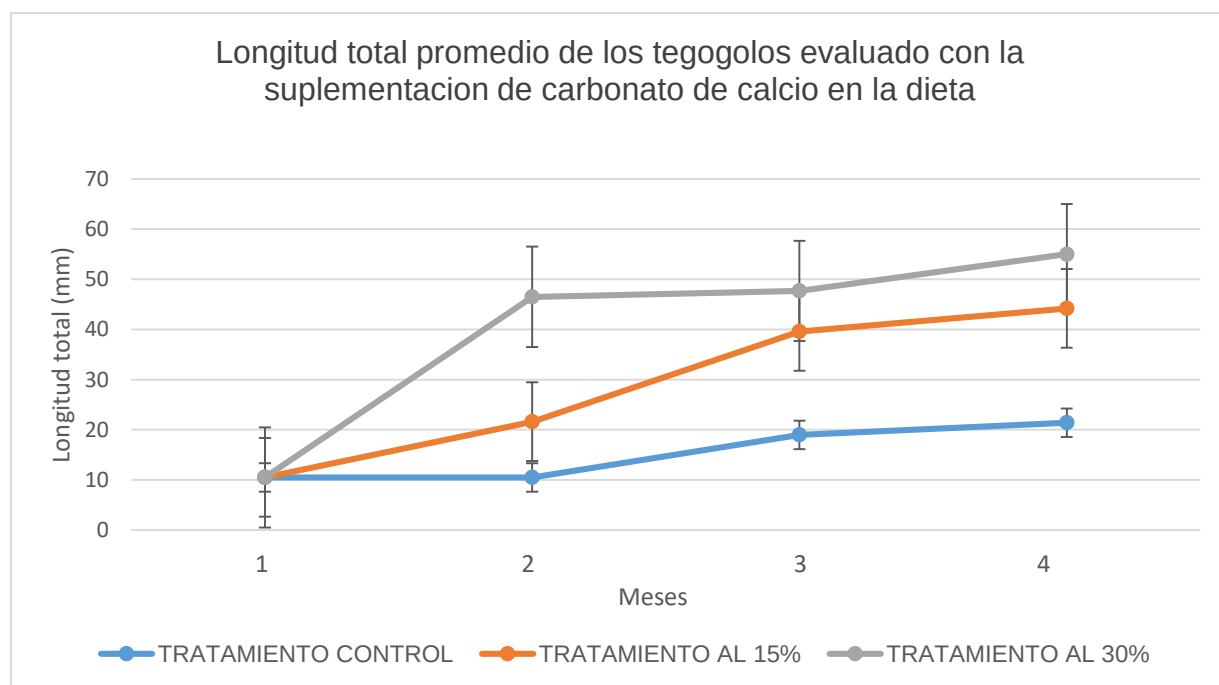
con una talla inicial superior (aproximadamente 30 mm) y una longitud final cercana a los 50 mm.

Las barras de error reflejan la variabilidad en los datos; se observó una mayor dispersión en el tratamiento con 15% de calcio durante la fase intermedia del cultivo, lo que podría estar relacionado con diferencias individuales en la asimilación del calcio o factores ambientales.

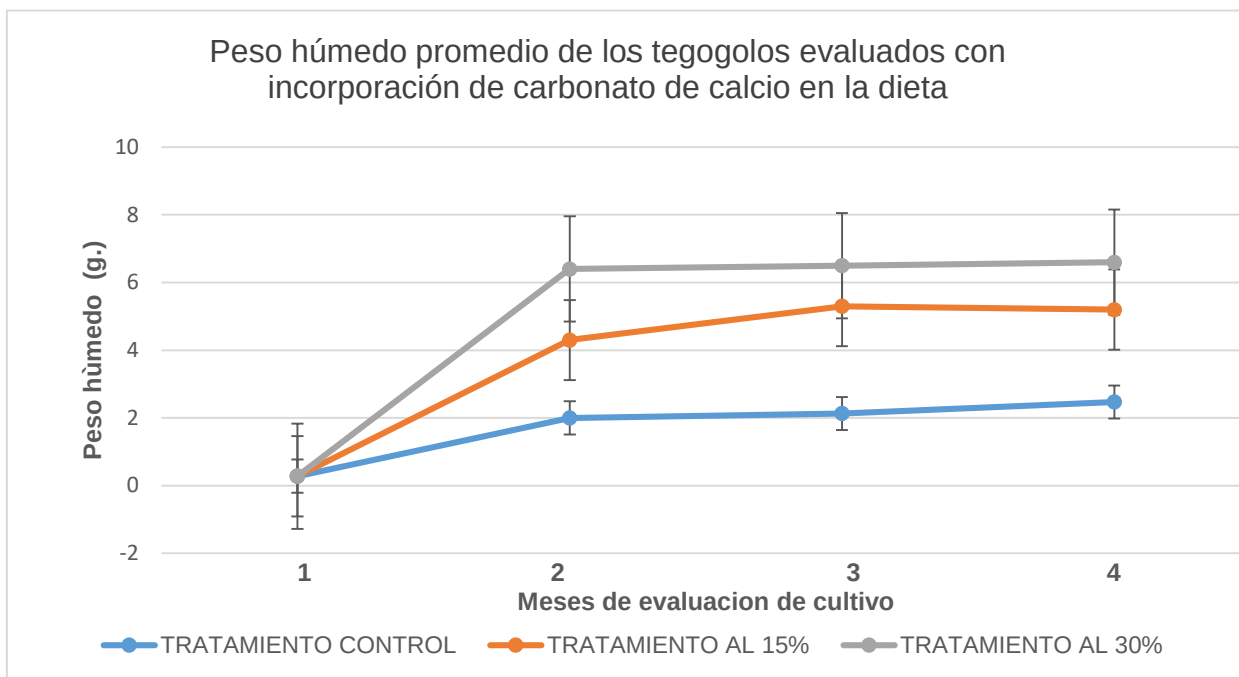
OJO (Figs. 1 y 2), los valores finales de las barras de desviación se sobrelapan al finalizar el estudio (los de calcio 15 y 30), es necesario ser explícito con respecto a estas diferencias entre tratamientos, fueron significativas según los análisis de varianza??

En términos generales, estos resultados indican que la suplementación de calcio en el alimento tiene un efecto positivo y proporcional en el crecimiento del tegogolo, lo que sugiere que el calcio cumple un rol fundamental en su desarrollo, probablemente asociado a la formación del caparazón y otros procesos fisiológicos relacionados con el metabolismo del molusco.

Grafica



GRAFICA 1. VALORES DE LONGITUD TOTAL REGISTRADAS DE LA INCORPORACIÓN DE CARBONATO EN EL ALIMENTO.



GRAFICA 2. VALORES DE LOS PESOS PROMEDIOS DE LA SUPLEMENTACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO EN EL ALIMENTO.

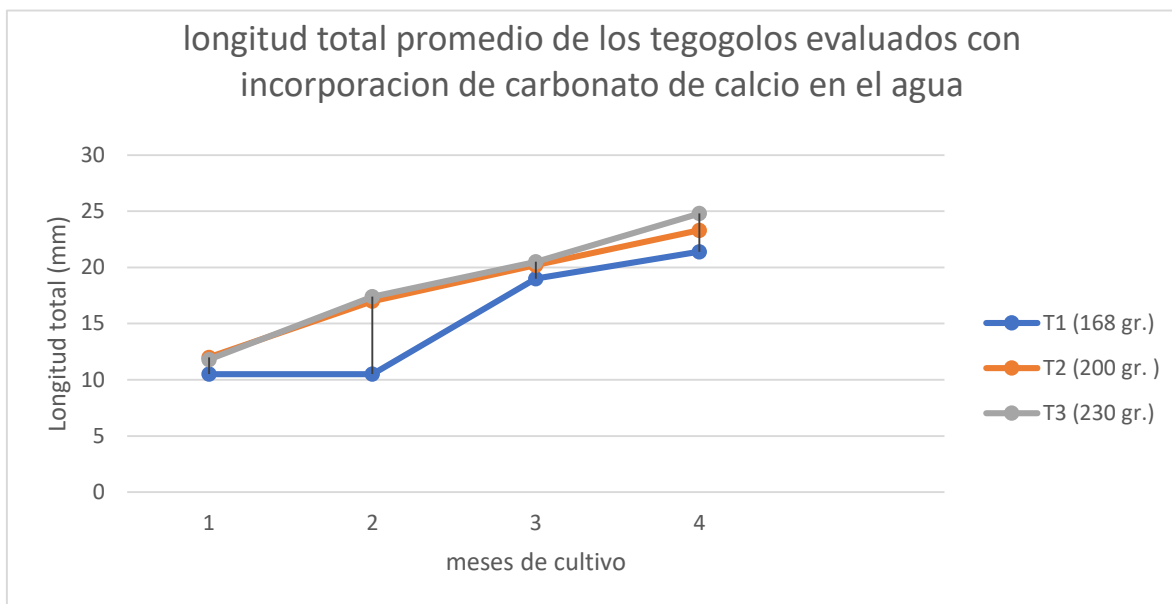
En la gráfica 2 se muestra el peso húmedo total promedio (g) de los caracoles Tegogolo a lo largo de los meses de evaluación de cultivo, en tres tratamientos: control (sin calcio agregado), con 15 % de calcio agregado y con 30 % de calcio agregado.

En la gráfica 2 se muestra el peso húmedo total promedio (g) de los caracoles Tegogolo a lo largo de los meses de evaluación de cultivo, en tres tratamientos: control (sin calcio agregado), con 15 % de calcio agregado y con 30 % de calcio agregado.

- Tratamiento al 30 % (línea gris): presentó el mayor peso promedio en todas las evaluaciones, comenzando en aproximadamente 5,5 g, alcanzando su pico alrededor de 6,5 g y mostrando un leve descenso al final del experimento, pero aún por encima de los otros tratamientos.

Además, se observan barras de error que representan la desviación estándar, mostrando menor dispersión de los datos en los tratamientos con calcio agregado, en comparación con el grupo control. Estos resultados sugieren que la incorporación de calcio en el alimento tiene un efecto positivo en el crecimiento (peso húmedo total) de Tegogolo, siendo el tratamiento con 30% de CaCO_3 el que promueve el mayor desarrollo. Sin embargo, la tendencia descendiente en la última

medición podría indicar un punto de saturación o una limitación fisiológica en el aprovechamiento del calcio.

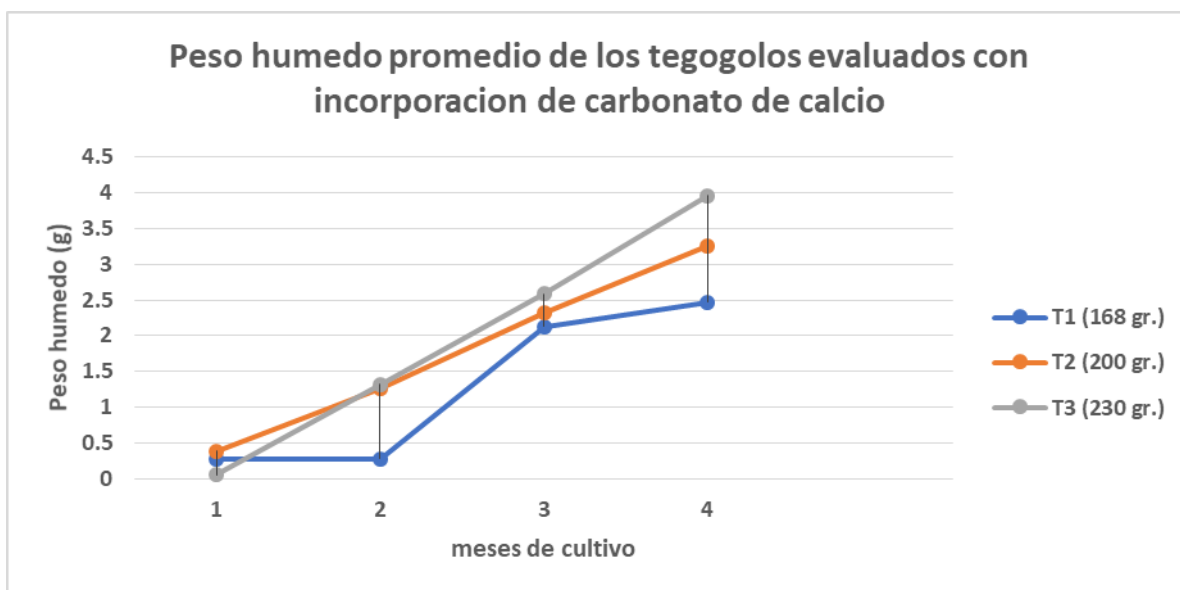


GRAFICA 3. LONGITUD TOTAL PROMEDIO DE LOS TEGOGOLOS CON LA INCORPORACIÓN DE CALCIO EN EL AGUA.

La Grafica 3 muestra la longitud total promedio (mm) de los caracoles Tegogolo durante el periodo de evaluación, en tres tratamientos: control (sin adición de carbonato de calcio), T1 (200 mg/L de carbonato de calcio disuelto) y T2 (230 mg/L de carbonato de calcio disuelto). El Tratamiento control presentó los valores más bajos en comparación con los tratamientos con calcio. Tratamiento con 200 mg/L en la última medición se observa una ligera disminución en la longitud promedio, lo que podría indicar un posible estancamiento del crecimiento. Mientras tanto el tratamiento con 230 mg/L se observa que la mayor concentración de calcio favoreció el crecimiento en talla de manera más pronunciada.

Las barras de error muestran que la variabilidad fue moderada en todos los tratamientos, siendo ligeramente mayor en las últimas mediciones, posiblemente debido a diferencias individuales en la respuesta al tratamiento.

El tratamiento de 230 mg/L presentó los mayores valores de longitud promedio en todo el experimento, iniciando alrededor de 12 mm, alcanzando aproximadamente 25 mm en el penúltimo muestreo y llegando hasta cerca de 28 mm en el tulimo. Esto sugiere que la mayor concentración de calcio favoreció el crecimiento en talla de manera pronunciada.



GRAFICA 4. VALORES DE LOS PESOS PROMEDIO DE LA SEGUNDA EVALUACIÓN.

En la gráfica 4 se muestra el peso húmedo total promedio (g) de los caracoles Tegogolo a lo largo de los meses de cultivo, bajo tres condiciones experimentales: control (sin adición de calcio), T1 (200 mg/L de carbonato de calcio disuelto) y T2 (230 mg/L de carbonato de calcio disuelto).

Tratamiento control presentó un incremento continuo hasta alcanzar aproximadamente 3,3 g en la última evaluación. Tratamiento 200 mg/L mostró un crecimiento sostenido, llegando a alrededor de 3,9 g al final del experimento. El Tratamiento 230 mg/L, alcanzó un máximo de 4,0 g en la tercera medición y finalizó con un ligero descenso, quedando cerca de 3,6 g, aunque aún por encima del control.

Las barras de error indican la variabilidad de los datos, mostrando que los tratamientos con calcio presentaron menor dispersión que el control, lo que sugiere una respuesta más uniforme de los organismos al suplemento.

Estos resultados evidencian que la incorporación de carbonato de calcio disuelto en el agua favorece el incremento de la biomasa de Tegogolo, siendo más notable en el tratamiento con 230 mg/L, aunque el ligero descenso en la última medición podría indicar un punto de saturación o la necesidad de ajustar la concentración de calcio en fases avanzadas del cultivo.

Dado los valores de los dos ensayos podemos notar que la adición de carbonato de calcio agregado en el alimento tuvo significativas diferencias en el peso promedio de los tegogolos obteniendo un promedio de ± 49.8 g. del tratamiento al 30% siendo mayor que la adición de carbonato de calcio agregado en el agua.

Tasa de supervivencia de los organismos con la suplementación de carbonato de calcio en el alimento (N=15 caracoles (3 réplicas))		
	INICIAL	FINAL
CONTROL	100 %	100 %
T1 (15%)	100 %	85 %
T2 (30%)	100 %	95 %

TABLA 2. SUPERVIVENCIA DE P. CATEMACENSIS CON LA SUPLEMENTACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO EN EL ALIMENTO.

En la tabla 2 se muestra la tasa de supervivencia final donde hubo mayor crecimiento de los organismos, pero mortandad ya que los organismos demandan más espacio, pero el cuerpo de agua donde se encuentran se mantuvo en la misma cantidad. Estos resultados indican que la incorporación de calcio en el alimento no compromete de manera significativa.

Tasa de supervivencia de los organismos con la incorporación de carbonato de calcio disuelto en el agua		
	INICIAL	FINAL
CONTROL (168 mg/l)	100 %	100 %
T1 (200 mg/l)	100 %	85 %
T2 (230 mg/l)	100 %	85 %

TABLA 3. SUPERVIVENCIA DE P. CATEMACENSIS CON LA INCORPORACIÓN CARBONATO DE CALCIO DISUELTO EN EL AGUA.

En la tabla 3 se muestra la tasa de supervivencia (%) de Tegogolo durante el experimento, bajo tres tratamientos con diferentes concentraciones de carbonato de calcio, alcanzando 85 %, lo que podría sugerir una recuperación o estabilidad en la población en la última etapa.

Estos resultados indican que el control presentó las mejores condiciones para mantener la supervivencia total de los caracoles.

Consumo de calcio en porcentaje			
Semanas	Tratamiento control	T1 (200 mg/l)	T2 (230 mg/l)
1	62.06 %	14.82 %	31.90 %
2	76.29 %	33.66%	31.32 %
3	60.10 %	77.43 %	91.93%
4	74.08 %	40.73 %	49.77%
5	46.42 %	30.97 %	21.96 %
6	29.66 %	27.28 %	29.86 %
7	61.32 %	62.28 %	73.77 %

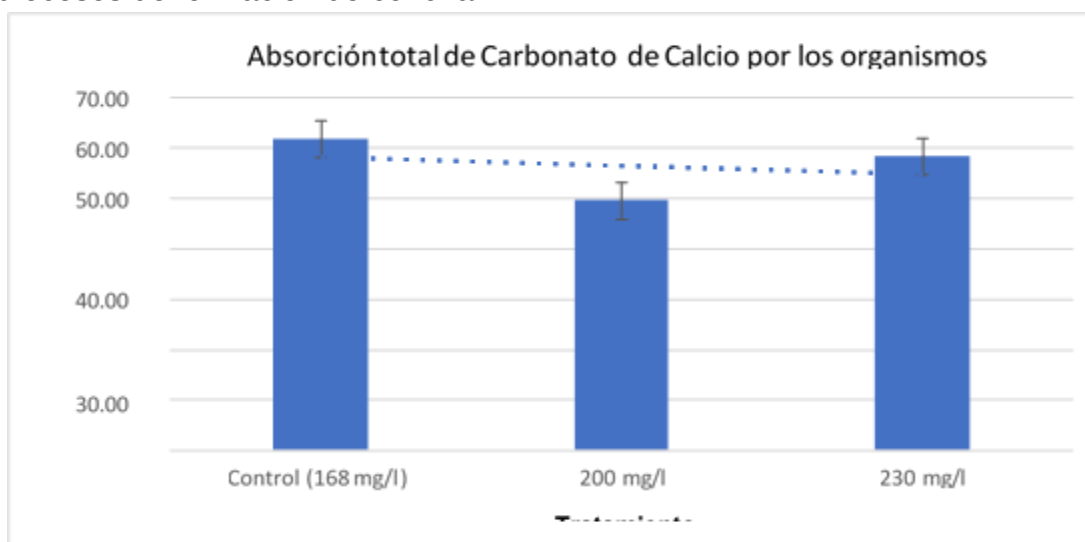
8	85.76 %	73.61 %	86.01 %
9	71.73 %	78.61 %	76.97 %
10	49.93 %	56.38 %	89.48 %

TABLA 4. CONSUMO SEMANAL DE CARBONATO DE CALCIO DISUELTO EN EL AGUA.

La tabla 4 presenta el porcentaje de consumo de calcio a lo largo de diez semanas de cultivo en caracol *Pomacea catemacensis*.

En general, los datos muestran que el consumo de calcio no fue lineal, sino que se comportó de manera cíclica, con picos en semanas específicas. Los tratamientos T2 y T1 evidenciaron un mayor consumo en las semanas 3, 8, 9 y 10, lo que podría asociarse a etapas de mayor demanda fisiológica de calcio para crecimiento y biomineralización. Estos resultados sugieren que el consumo de calcio en Tegogolo está relacionado con el estado fisiológico de los organismos y no únicamente con la concentración de calcio disponible. La mayor ingesta observada en T2 en las semanas 3 y 10 podría indicar que concentraciones más altas de calcio permiten cubrir mejor los requerimientos en fases críticas de crecimiento, favoreciendo una mayor acumulación de biomasa y talla, como se observó en los resultados de peso y longitud.

T2 (230 mg/L): presentó la mayor variación entre semanas, con un consumo inicial moderado (31,90 % en semana 1), alcanzando su valor más alto en la semana 3 (91,93 %) y nuevamente en la semana 10 (89,48 %). Esto sugiere que a concentraciones más altas los organismos muestran un mayor consumo en ciertos momentos críticos del cultivo, posiblemente relacionados con crecimiento acelerado o procesos de formación de concha.



GRAFICA 5. PORCENTAJE TOTAL DE ABSORCIÓN DEL CARBONATO DE CALCIO DISUELTO EN EL AGUA.

La gráfica 5 muestra el porcentaje de adsorción total de carbonato de calcio con el método de titulación con E.D.T.A en los tres tratamientos diferentes aplicados a *P. catemacensis*. El grupo control presentó el mayor porcentaje de absorción de carbonato de calcio, con un valor de 61.74%, ya que estos organismos demandan mayor carbonato de calcio para su crecimiento y calcificación de su concha en el medio en el que se encuentran cuenta con 168 mg/l. Sin embargo, hay menor absorción de los dos tratamientos siguientes, ya que los organismos consumen lo mismo que los del tratamiento control, pero sus cantidades de carbonato de calcio son mayores cantidades que la del control en comparación con los tratamientos experimentales.

	Grosor de concha (mm)	Peso de la concha (g.)
Tratamiento control	1.10	1.32
Tratamiento al 15%	1.70	5.2
Tratamiento al 30%	1.52	5.55
Tratamiento al 200 mg/l	0.70	1.54
Tratamiento al 230 mg/l	0.72	2.02

TABLA 5. VALORES PROMEDIO DE GROSOR Y PESO DE LA CONCHA DE *P. CATEMACENSIS*.

Los resultados obtenidos evidencian que los tratamientos al 15% y 30% promovieron un incremento tanto en el grosor como en el peso de la concha de *P. catemacensis*, en comparación con el grupo control. El mayor grosor se observó en el tratamiento al 15% con un valor de 1.70 mm, mientras que el mayor peso se alcanzó en el tratamiento al 30% con un valor de 5.55 g., lo cual podría indicar un mayor depósito de carbonato de calcio o un efecto positivo en la biomineralización. En contraste, los tratamientos a 200 mg/l y 230 mg/l mostraron valores reducidos de grosor al 0.70 y 0.72 mm, lo que sugiere un posible efecto inhibitorio sobre la formación o endurecimiento de la concha. Estos resultados podrían estar asociados a factores como la disponibilidad de calcio, la toxicidad del tratamiento, o la alteración de procesos fisiológicos relacionados con la calcificación en el caracol tegogolo.

Comparación de los resultados finales obtenidos del peso de la concha por tratamiento.

		Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína cruda (%)	Grasa cruda (%)	Carbohidratos (ELN) (%)
Agregado en el alimento	15%	17 ± 3	10.8 ± 2	46 ± 0.4	17.2 ± 0.4	9.8
	30%	17 ± 0.4	11.5 ± 0.2	47 ± 0.9	18.2 ± 0.8	6.3
Disuelto en agua	168 mg/l	18.00 ± 0.4	10.1 ± 0.4	46 ± 1.5	16.5 ± 1.4	9.4
	200 mg/l	16.08 ± 0.9	10.2 ± 0.8	45 ± 1.8	15.8 ± 0.2	12.9
	230 mg/l.	19.02 ± 1.4	10 ± 0.5	46 ± 1.4	16.3 ± 0.4	11.7

TABLA 6. ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LA SUMINISTRACIÓN DEL CARBONATO DE CALCIO.

La Tabla 6 presenta los resultados del análisis bromatológico realizado en organismos de *P. catemacensis* (caracol tegogolo) tras la exposición a distintas dosis de carbonato de calcio, ya sea agregado al alimento o disuelto en el agua. Se evaluaron cinco parámetros nutricionales: humedad, cenizas, proteína cruda, grasa cruda y carbohidratos (ELN).

El análisis bromatológico mostró diferencias notables entre los métodos de suministro de carbonato de calcio. Los tratamientos aplicados por vía alimentaria, especialmente al 30%, favorecieron un mayor contenido de nutrientes esenciales como proteína y grasa cruda, así como un incremento en el contenido mineral (cenizas), lo cual sugiere una mejor asimilación del calcio y un efecto positivo sobre la condición nutricional general del caracol *Pomacea catemacensis*. Por el contrario, los tratamientos con calcio disuelto en agua evidenciaron un aumento en el contenido de humedad, pero no mostraron mejoras consistentes en los nutrientes analizados, destacando una reducción de proteína y grasa en la concentración más alta (230 mg/l). Estos hallazgos sugieren que la vía de administración del calcio influye de forma significativa en su aprovechamiento por parte del organismo.

9.1 Análisis ANOVA

De acuerdo con el análisis ANOVA de una vía, no se observaron diferencias. Evaluación del efecto de los diferentes niveles de carbonato de calcio (CaCO_3) en la dieta sobre la longitud final media de los caracoles fue realizada mediante un análisis de varianza (ANOVA) de un factor. El objetivo fue determinar si la variación observada entre las medias de los tres grupos experimentales (Control, 15% de CaCO_3 y 30% de CaCO_3) era significativamente mayor que la variación atribuible al azar o al error biológico inherente.

El ANOVA arrojó un estadístico F de 36.49 con 2 y 9 grados de libertad. Este valor indica que la dispersión entre las medias de los tratamientos es aproximadamente

36 veces superior a la dispersión dentro de cada grupo. El valor p resultante fue menor a 0.0001, lo cual es significativamente inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$). En consecuencia, se rechazó la hipótesis nula y se concluyó que la suplementación con CaCO_3 tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la longitud final promedio de los caracoles *Pomacea* sp.

Dado que el ANOVA únicamente determina la existencia de diferencias generales entre los grupos, se aplicó una prueba post hoc de comparaciones múltiples. Se eligió la prueba de Diferencia Honestamente Significativa de Tukey (Tukey HSD), que permite comparar todas las combinaciones posibles de medias mientras controla la tasa de error tipo I.

Los resultados de la prueba de Tukey HSD mostraron que ambos tratamientos suplementados con CaCO_3 (15% y 30%) fueron significativamente superiores al tratamiento Control, con valores p de 0.0006 y < 0.0001 , respectivamente. Esto confirma el efecto positivo del calcio en el crecimiento. Sin embargo, la comparación entre las dos dosis suplementadas (15% vs. 30%) arrojó un valor p de 0.087, mayor que el umbral de $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, la diferencia observada entre estas dos concentraciones no es estadísticamente significativa.

En síntesis, aunque el tratamiento con 30% de CaCO_3 presentó la mayor longitud final promedio, el incremento respecto al tratamiento con 15% no puede atribuirse de manera concluyente al efecto del suplemento, sino a la variabilidad biológica del experimento. Bajo esta perspectiva, la dosis de 15% de CaCO_3 se identifica como la opción óptima para promover el crecimiento de tegogolos en las condiciones evaluadas, considerando tanto la eficiencia biológica como los posibles costos de suplementación.

10 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1 Crecimiento

En otras investigaciones se ha mencionado que la alimentación y nutrición de *P. catemacensis* con el objetivo de buscar nuevas alternativas para la producción de organismos y controlar la extracción del caracol desde su hábitat, Vázquez, (2008) señala que los problemas sustracción de los organismos del lago de Catemaco han afectado a los organismos que habitan en dicho lugar, como el azolvamiento y contaminación por lo que promueve nuevos métodos de desarrollo acuícolas para el crecimiento, manejo y supervivencia en condiciones controladas. El autor menciona en su experimento el suministro alimentos comerciales de los cuales destaca que obtuvo mayor longitud y crecimiento con el alimento de trucha, el cual contiene un 40 % de proteína, alcanzado una talla máxima de 3.2 ± 0.26 cm de longitud y la máxima de 3.0 ± 0.30 cm en el ancho de la concha, mientras que en estos ensayos se manejó alimento comercial de tilapia y la suplementación con

carbonato de calcio por diferentes porcentajes durante un periodo de 3 meses, en el primer ensayo, se obtuvo una talla máxima de 4.98 ± 2.87 cm con carbonato de calcio suministrado al 30%, y en el segundo ensayo tuvo una talla máxima de 2.81 ± 1.18 cm con 230 mg/l de carbonato de calcio disuelto en el agua

En cuanto al crecimiento en peso de *Pomacea catemacensis*, los autores como Asiain y Olguín (1995), sugieren que con una dieta herbívora se puede obtener un peso promedio en *P. patula* de 1.37 ± 0.18 g en un periodo de 133 días, en densidades de 22 organismos/L. Sin embargo, en el presente estudio solo se utilizó un alimento comercial de tilapia que contenía 25% de proteína, a su vez en el primer ensayo se agregó el carbonato de calcio, obteniendo un peso promedio mayor al de los autores 5.5 ± 5.2 g., y el segundo manejó el alimento sin suplementación de carbonato de calcio (solo disuelto en el agua) con un peso promedio de 2.02 ± 1.54 g. La información generada por este autor no coincide con los resultados obtenidos del presente estudio, donde el mejor crecimiento de *P. patula* es mayor con la suplementación de carbonato de calcio en la dieta y en el agua.

En conjunto, los resultados respaldan la hipótesis de que el carbonato de calcio es un factor crítico para optimizar el crecimiento de tegogolo en condiciones de cultivo. Estos datos son relevantes para el diseño de estrategias de alimentación y manejo del agua que busquen maximizar el rendimiento productivo en sistemas de acuicultura.

Estos resultados sugieren que la incorporación de calcio en el alimento tiene un efecto positivo en el crecimiento (peso húmedo total) de Tegogolo, siendo el tratamiento con 30 % de calcio el que promueve el mayor desarrollo. Sin embargo, la tendencia descendente en la última medición podría indicar un punto de saturación o una limitación fisiológica en el aprovechamiento del calcio.

Estos resultados indican que la adición de carbonato de calcio disuelto en el agua tiene un efecto positivo sobre el crecimiento en talla de Tegogolo. La concentración de 230 mg/L (T2) resultó ser la más eficiente para promover un mayor crecimiento, mientras que el control mostró el crecimiento más lento. El descenso en el tratamiento T1 hacia el final podría sugerir una limitación en la disponibilidad de calcio o en la capacidad de los organismos para seguir incorporándolo.

Supervivencia de Tegogolo. Sin embargo, el tratamiento con 15 % de calcio presentó una reducción más marcada en comparación con el de 30 %, sugiriendo que concentraciones intermedias podrían generar un ligero efecto negativo en la supervivencia, mientras que una suplementación mayor mantiene la viabilidad de la población en niveles cercanos al 100 %.

La población. Los tratamientos con calcio disuelto mostraron ligeras variaciones, siendo T1 el que mantuvo una supervivencia relativamente constante, mientras que T2 evidenció un incremento al final, posiblemente debido a la adaptación de los organismos a la mayor concentración de calcio.

Absorción lo cual indica la capacidad basal del organismo para adsorber este compuesto sin manipulación adicional.

En el tratamiento de 200 mg/l, la absorción descendió significativamente a 49.53%, sugiriendo una posible inhibición o saturación del mecanismo de absorción ante el aumento de concentración. Sin embargo, al aumentar la concentración a 230 mg/l, se observa una recuperación en la absorción, alcanzando un 58.30%, aunque sin superar al grupo control. Este resultado podría indicar una adaptación parcial o una respuesta fisiológica compensatoria del organismo ante la concentración elevada. Cada barra incluye una línea de error, lo que refleja la variabilidad en los datos obtenidos para cada tratamiento. Además, una línea punteada horizontal representa visualmente el nivel de absorción del grupo control, lo cual facilitara

10.2 Alimentación

Otros autores han discutido acerca de los hábitos alimenticios de varias especies del género *Pomacea* buscando las alternativas de alimentos balanceados tal como lo menciona (Asiain y Olguín, 1995; Estebenet, 1995; Fellerhoff, 2002) con el objetivo de lograr su reproducción en condiciones de laboratorio con resultados óptimos, los ensayos mencionan suministro de diferentes dietas, desde como distintos vegetales y alimentos balanceados para peces (Mendoza et al., 2002; Carreón et al., 2003) entre otros alimentos. Sin embargo, no se han encontrado investigaciones con alimentos especialmente con los requerimientos nutricionales que requieren los *Pomaceas*. Esto indica que, el comportamiento de todo organismo ante el alimento es muy complejo, ya que no solamente se debe de tomar en cuentas los factores alternativos sino también encontrar la presentación adecuada para asimilación del alimento ingerido.

Con respecto al peso obtenido de las conchas de individuos de *P. catemacensis* durante las evaluaciones con los diferentes porcentajes de carbonato de calcio, se registró un valor promedio en el primer diseño experimental con la suplementación con carbonato de calcio al 30% en el alimento con un valor 5.5 g., mientras tanto en el segundo diseño con la agregación de carbonato de calcio al 230 mg/l disuelto del agua llegó a tener un valor promedio de 2.02 g. Por otra parte, Rojas (1996), encontró valores similares en *Pomaceas* con un peso de la concha promedio de 5.21 g. en caracoles silvestres. En comparación con los datos recopilados se

muestran diferencias significativas con los organismos en cautiverio, y se podría deducir que las evaluaciones aportan los requerimientos necesarios para los organismos en sistemas controlados obteniendo una formación más completa para las investigaciones futuras.

10.3 Supervivencia

Para fines de cultivo es importante mencionar la búsqueda de nuevas alternativas en alimento y manejo de la especie para obtener un mayor porcentaje de supervivencia de nuestros organismos que puedan mejorar la calidad y crecimiento de los pomaceas. Sin embargo, algunos de los autores destacaron una alta supervivencia debido al tipo de alimentación suministrado, uno de ellos fue Asiain y Olguín (1995) logrando un 93% de organismos vivos con la dieta *Ipomoea aquatica* (espinaca de agua). Durante los ensayos se logró apreciar que la suministración del carbonato de calcio tanto agregado en el alimento como disuelto en el agua obtuvo un valor entre 100% y 85 % de sobrevivencia, sin embargo, notamos que a mayor porcentaje de carbonato de calcio mayor crecimiento de los organismos, y requieren un espacio mayor. Por el contrario, los organismos se mantuvieron en peceras de 40 L desde su etapa inicial del experimento hasta el final del ensayo.

Como en otras investigaciones tales como Los patrones de biomineralización en *Pomacea* demuestran una correlación directa entre la disponibilidad dietética de carbonato cálcico y la integridad estructural de la concha, con variaciones microestructurales detectables bajo diferentes regímenes alimenticios" (Cipriani & Martínez, 2019). Es interesante notar que los resultados parecen indicar que *P. catemacensis* tiene mecanismos adaptativos para procesar el carbonato de calcio de manera más eficiente cuando es suministrado a través del alimento que cuando está disuelto en el agua. Esto podría reflejar adaptaciones evolutivas relacionadas con su hábitat natural en el Lago de Catemaco, donde probablemente obtienen el calcio principalmente de fuentes alimenticias más que del agua circundante.

10.4 Análisis Bromatológicos

Algunos autores como Vázquez Silva, (2008), obtuvo un contenido de grasas desde el 7 hasta el 38.5% en los caracoles con una alimentación herbívora en individuos silvestres. En cuanto a los resultados obtenidos de los ensayos obtuvimos menores cantidades de grasas que van desde 0.68 hasta 2.36 % debido a que no hubo un enfoque detallado en una alimentación balanceada con más nutrientes adecuados para su crecimiento.

11 CONCLUSIÓN

- La suplementación del alimento con 30 % de carbonato de calcio generó los mejores resultados en peso promedio, grosor y peso de la concha, superando al tratamiento con 15 % y al control.
- La supervivencia alcanzó hasta 95 % en el tratamiento con 30 % de calcio, frente a 85 % en el de 15 %, evidenciando que la disponibilidad del mineral en la dieta fortalece la concha y reduce la mortalidad.
- El suministro de calcio en el alimento parece ser más biodisponible para *Pomacea catemacensis* que el calcio disuelto en el agua
- El carbonato de calcio en la dieta se confirma como una estrategia viable para mejorar los parámetros productivos (crecimiento calcáreo, calidad del agua, crecimiento, menor demanda de mortandad) en cultivos de caracol tegogolo en cautiverio.
- Método de suplementación en el agua
- : Los organismos expuestos a 230 mg/L de carbonato de calcio disuelto en el agua lograron los mayores valores de talla (2.81 cm) y peso (3.96 g en la cuarta biometría) en comparación con los otros tratamientos.
- La tasa de supervivencia fue más variable (80-85 % en promedio), asociada por la demanda de espacio y oxigenación; esto sugiere que la suplementación en agua requiere un control más estricto de parámetros ambientales.
- La tasa de supervivencia fue más variable (80-85 % en promedio), asociada por la demanda de espacio y oxigenación; esto sugiere que la suplementación en agua requiere un control más estricto de parámetros ambientales.
- A pesar del incremento en la dureza del agua, los resultados no superaron a los obtenidos con la suplementación alimenticia, lo que indica menor eficiencia en la absorción del mineral vía agua.
- La calidad y dureza del agua son determinantes para la calcificación y supervivencia, pero no reemplazan la suplementación dietética como fuente principal de calcio.

12 RECOMENDACIONES

El buscar alternativas para un crecimiento eficaz de los caracoles tegogolos ha sido de suma importancia, ya que su sobre explotación y factores ambientales han afectado severamente a su hábitat es por eso que una de las estrategias es buscar alternativas de producciones acuícolas que controlen la disminución de las poblaciones de caracoles buscar el mejor control más eficaz de la temperatura y un mejor control del ambiente también mejorar la calidad de agua

Con la finalidad de que se tenga un menor índice de mortalidad en cultivos, buscando nuevas dietas y suministración de carbonato de calcio. Y mejorar la calidad de agua.

13 DEFINICIONES

Análisis proximal: El análisis proximal comprende la determinación de los porcentajes de humedad, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos solubles y proteína en los alimentos. Al realizar el análisis químico de matrices alimentarias, la toma y tratamiento de la muestra y el método analítico seleccionado debe ser los apropiados.

Azolvamiento: Acción y efecto de azolvar.

Biológico: Perteneciente o relativo a la biología.

Biometría: Estudio mensurativo o estadístico de los fenómenos o procesos biológicos.

Cadena trófica: El concepto de cadena trófica se emplea para nombrar a la interrelación que establecen los seres vivos que se alimentan unos de otros en un cierto orden. La idea de cadena alude a que un organismo se come a otro y, a su vez, es comido por un tercero.

Carbonato de calcio: El carbonato de calcio es un compuesto químico formado por carbono oxígeno y calcio. Se encuentra naturalmente en las rocas, formando un mineral llamado calcita o aragonito.

Cianobacterias: Microorganismo procarionte, provisto de clorofila y otros pigmentos que le proporcionan un color verde azulado, capaz de realizar la fotosíntesis.

Ciperáceas: Del grupo de las angiospermas monocotiledóneas, herbácea, anual perenne, con rizoma corto, dividido en fibras, o rastrero, tallo por lo común trianguloso y sin nudos, hojas envainadoras, a veces sin limbo, flores en espigas solitarias o aglomeradas en cabezuelas, cariopsides por frutos, y semillas con albumen amiláceo o carnososo.

Contaminación: Acción y efecto de contaminar.

Copula: Atadura, ligamiento.

Cultivar: Criar y explotar seres vivos con fines industriales, económicos o científicos.

Desarrollo: Significa crecimiento, aumento, reforzamiento, progreso, desenvolvimiento o evolución de algo.

Desecación: Acción de desecar o quitar el agua a un cuerpo de agua y que en el ordenamiento jurídico aparece referido a las alagunas o zanjas húmedas por motivos justificados.

Dioica: Dicho de una planta: que tiene las flores de cada sexo en pie separado.

Ecosistemas: comunidad de los seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente.

Fertilización: Preparación de la tierra añadiendo as sustancias apropiadas para que sea más fértil.

Gramíneas: Dicho de una planta: Del grupo de las angiospermas monocotiledóneas, con tallo cilíndrico, comúnmente hueco, interrumpido de trecho en trecho por nudos llenos, hojas alternas que nacen de estos nudos y abrazan el tallo, flores muy sencillas, dispuestas en espigas o en panojas, grano seco cubierto por las escamas de la flor.

Hidroeléctrica: Perteneciente o relativo a la hidroelectricidad.

Incubar: Dicho de un ave u otro animal ovíparo: Calentar los huevos, generalmente con su cuerpo, para que nazcan las crías.

Isótopo: Se conoce como isótopo a las variedades de átomos que tienen el mismo número atómico y que, por lo tanto, constituyen el mismo elemento, aunque tengan un diferente número de masa.

Macrofitófagos: Que se alimenta de materia vegetales.

Macrófitos: Son plantas acuáticas visibles a simple vista, entre las que se encuentran plantas vasculares cormofito), briofitos, macroalgas algas caráceas y de otros grupos y cianobacterias.

Maleza: Espesura que forma la multitud de arbustos, como zarzales, jarales, etc.

Molusco: Invertebrados de cuerpo blando y presentes en agua salada, agua dulce y hábitats terrestres. Algunos ejemplos de moluscos son caracoles, calamares, pulpos y sepias.

Oxígeno: Elemento químico gaseoso, de numero atómico 8, incoloro inodoro, insípido y muy reactivo, presente en todos los seres vivos, esencial para la respiración y para los procesos de combustión.

PH: índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. Entre 0 y 7 la disolución es acida, y de 7 a 14, básica.

Proteínas: Son macromoléculas formadas por unidad estructurales llamadas aminoácidos. Siempre contienen en su estructura carbono, oxígeno, nitrógeno, hidrogeno y muchas veces también azufre.

Supervivencia: acción y efecto de sobrevivir.

Temperatura: Magnitud física que expresa el grado de frio o calor de los cuerpos o del ambiente, y cuya unidad en el sistema internacional es el kelvin.

Zoófago: Que se alimenta de materias animales.

14 Anexo 1 Análisis estadístico

ANOVA: Single Factor								
DESCRIPTION								
					Alpha	0,05		
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
TRATAMIENT	4	5,1483	1,287075	1,37986356	4,13959067	0,4106724	0,35806948	2,21608052
TRATAMIENT	4	18,8	4,7	0,42	1,26	0,4106724	3,77099448	5,62900552
TRATAMIENT	4	24,45	6,1125	0,22395833	0,671875	0,4106724	5,18349448	7,04150552
ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	49,237253	2	24,6186265	36,4932704	4,8112E-05	0,89022588	3,02048301	0,85539824
Within Groups	6,07146567	9	0,6746073					
Total	55,3087186	11	5,02806533					

TABLA 7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS INFERENCIAL ANOVA, DE LA PRIMERA EVALUACIÓN.

TUKEY HSD/KRAMER			alpha	0,05					
group	mean	n	ss	df	q-crit				
TRATAMIENT	1,287075	4	4,13959067						
TRATAMIENT	4,7	4	1,26						
TRATAMIENT	6,1125	4	0,671875						
		12	6,07146567	9	3,948				
Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
TRATAMIEN TO control	TRATAMIEN TO 15%	3,412925	0,4106724	8,31057787	1,79159035	5,03425965	0,00061747	1,62133465	4,15528894
TRATAMIEN TO control	TRATAMIEN TO 30%	4,825425	0,4106724	11,750059	3,20409035	6,44675965	4,3477E-05	1,62133465	5,87502952
TRATAMIEN TO 15%	TRATAMIEN TO 30%	1,4125	0,4106724	3,43948116	-0,20883465	3,03383465	0,08742951	1,62133465	1,71974058

TABLA 8. VALORES DEL MÉTODO TUKEY DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LA PRIMERA EVALUACIÓN.

TUKEY HSD/KRAMER		alpha		0,05					
group	mean	n	ss	df	q-crit				
TRATAMIENT	1,67766	5	7,19072351						
TRATAMIENT	2,21464	5	7,87471349						
TRATAMIENT	2,30524	5	10,4784056						
		15	25,5438426	12	3,773				
Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
TRATAMIENT TO 1	TRATAMIENT TO 2	0,53698	0,65248043	0,82298254	-1,92482866	2,99878866	0,83217237	2,46180866	0,36804898
TRATAMIENT TO 1	TRATAMIENT TO 3	0,62758	0,65248043	0,96183728	-1,83422866	3,08938866	0,77919882	2,46180866	0,43014671
TRATAMIENT TO 2	TRATAMIENT TO 3	0,0906	0,65248043	0,13885474	-2,37120866	2,55240866	0,99470158	2,46180866	0,06209773

TABLA 9. VALORES DE TUKEY DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LA SEGUNDA EVALUACIÓN.

Ensayo de incorporación de carbonato de calcio disuelto en agua
ANOVA de una vía longitud total de los caracoles: Single Factor

DESCRIPTION					Alpha	0,05			
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
TRATAMIENTO 1	5	8,3883	1,67766	1,79768088	7,19072351	0,65248043	0,25602727	3,09929273	
TRATAMIENTO 2	5	11,0732	2,21464	1,96867837	7,87471349	0,65248043	0,79300727	3,63627273	
TRATAMIENTO 3	5	11,5262	2,30524	2,61960139	10,4784056	0,65248043	0,88360727	3,72687273	

ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	1,15068756	2	0,57534378	0,27028531	0,76768612	0,04310574	0,23250175	0,10778197
Within Groups	25,5438426	12	2,12865355					
Total	26,6945301	14	1,90675215					

TABLA 10. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS INFERENCIAL ANOVA, SEGUNDA EVALUACIÓN

15 ANEXO FOTOGRÁFICO



FIGURA 8. PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN EN EL LABORATORIO, REALIZANDO EL MÉTODO EXPERIMENTAL DE EDTA.



FIGURA 9. DETERMINACIÓN DE DUREZA DEL AGUA Y LA ABSORCIÓN DE CALCIO POR EL MÉTODO EDTA.



FIGURA 10. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN BIOMÉTRICA EN LOS *P. CATEMACENSIS*.



FIGURA 11. MUESTRAS DE LA CARNE DEL *P. CATEMACENSIS*, PREPARACIÓN PARA LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS.



FIGURA 12. DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA DEL TEGOGOLO.



FIGURA 13. PROCESO DE PESAJE DE MATERIALES PARA LAS EVALUACIONES.



FIGURA 14. PROCESO DEL SECADO DE LAS CAPSULAS DE PORCELANAS Y CARNE DEL CARACOL.

16 BIBLIOGRAFÍA

Aguilera G. C. J. (1996). Determinación del perfil de proteasas y de los requerimientos proteicos del caracol manzano (*Pomacea* sp.) como base para el desarrollo de una dieta artificial para su cultivo comercial. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias biológicas, Tesis de Maestrías, 1-101 p. <http://eprints.uanl.mx/7623/1/1020115490.PDF>

Albrecht, E. A., Carreño, N. B. y Castro Vázquez, A. (1996). Un estudio cuantitativo de la copula y el desove en el caracol manzana sudamericano. *Veliger*, 39(2), 142-147. <https://www.researchgate.net>

Asían y Olguin (1995) Evaluación de espinacas de agua (*Ipomoea* acuáticos) como alimento para el caracol manzana (*Pomacea patula*), *World Aquaculture* 95, Libro de resúmenes, p. 51-52.

AOAC. (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, 1999). Alimentos para animales. En: Cuniff P (Ed.). Métodos oficiales de Análisis de la AOAC internacional. Gaithersburg, Maryland, EE.UU., págs. 1-43.

Baker, H. B. (1922). Los Moluscos recolectados por la Universidad en Michigan, Expedición Walker en el Sur de Veracruz, México. I. Artículos ocasionales del Museo de Zoología. p. 106, 17-61.

Banarescu, P. (1990). Zoogeografía de agua dulce, vol. 1. Distribución general y dispersión de animales de agua dulce. Editorial Aula – Verlag GmbH Wiesbaden, Bucarest- Rumania. Páginas. 1-511.

Baqueiro, C. E. (1984). Programa Nacional de almeja y caracol. Primera reunión Malacología y Conquiliología, La Paz Baja California. Área interdisciplinaria de Ciencias del mar. Universidad de Baja California sur. p.9.7

Barnes, R. D. (1977). Zoología de los Invertebrados. Nueva Editorial Interamericana, México, D. F. 826 pp.

Benavides, J. R., Chacón, M. A., Portillo, N. Y., Iraheta, C. R., & Sosa, R. R. (2017). Evaluación bio-económica de alojamientos y densidades de siembra para el cultivo de caracoles comestibles de agua dulce (*Pomacea flagellata* Say, 1827). *Revista Minerva*, 29-39. Bligh EG, Dyer WI (1959). Un método rápido de extracción y purificación total de lípidos. *Revista canadiense de*

Bioquímica y fisiología 37:911-917

Bombeo Tuburan, I., Fukumoto, S., y Rodríguez, E. M. (1995). Uso del caracol manzana dorado, yuca y maíz como alimento para el camarón tigre, (*Penaeus monodon*), en estanques. *Acuicultura*, 131 (1-2), 91-100.

Burch, B. J. y Cruz Reyes, A. (1987). Clave genética para la identificación de gasterópodos de agua dulce. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México. 46 p.

Burky, A. J. (1974). Crecimiento y producción de biomasa de un caracol anfibio. (*Pomacea urceus*) (Müller) De la sabana de venezolana. *Procedimiento de la Sociedad de Malacologia de Londres*. 41:127-143.

Capitán, G. C., Silvestre, M. G. V., De los Santos Castillo, J. E., y Vel., L. H. (2020). Cultivo de *Pomacea patula catemacensis* como estrategia de producción piscícola para los productores acuícolas de Catemaco, Veracruz. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 8(2), 43-51.

Carlsson, N. O. L., Kestrup, A. M., Martensson, M., y Nystrom, P. (2004) Efectos letales y no letales de multiples depredadores autóctonos sobre el invasor caracol manzano dorado (*Pomacea canaliculata*). *Biologia de agua dulce*, 49(10), 1269-1279. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2004.01269>

Carreón Palau, L. (1998). Desarrollo del aparato reproductor del caracol tegogolo (*Pomacea patula catemacensis*) (Barker, 1992) (Mesogastropoda: Ampullariidae). Tesis de licenciatura, Escuela nacional de Ciencias Biologicas, IPN. p. 63.

Carreon P. L., G. E., Espinosa, C. F y Martinez, J. F. (2003). Desarrollo morfológico e histológico del Sistema reproductor de *Pomacea patula catemacensis* (Barker 1922) Mollusca,

Caenogastropoda: Ampullariidae): *Revista Chilena de Historia Natural* 16(49:665-680).

Carreon Palau Aura, E. Uria G., F. Espinosa Ch., F. Martinez J. (2004). Desarrollo morfológico e histológico del Sistema reproductor de *Pomacea patula catemacensis* (Barker 1922 (Mollusca, Ceanogastropoda: Ampullariidae). *Sociendad de Biologia de Chile*, Santiago de Chile. 23 pp.

Castillo Capital, et al., (2020). Cultivo de *Pomacea patula catemacensis* como estrategia de producción piscícola para los productores acuícolas de Catemaco, Veracruz. *Facultad de Ingeniería en sistemas de Producción Agropecuaria Universidad Veracruzana, Campus Acayucan*. (pp.43).

Castillo C. G., Velázquez S. M. G., Santos C. J. E. y Hernández V. L. (2020). Cultivo de *Pomacea patula catemacensis* como estrategia de producción piscícola para los productores acuícolas de Catemaco Veracruz. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*. 8(2), 43-51. DOI: <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v8i2.178>.

CDI (Comisión para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas), (2004). Chontales de Tabasco.

¿Chontales de Tabasco-Yokotán o Yokotan
<http://www.cdi.gob.mx/index.php?idsección=279> Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2005. Contreras, F. (1984). Manual de técnicas hidrobiológicas. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

CONANP, (2004). Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera de las Tuxtlas (borrador) SEMARNAT, México. 248 p.

Cuevas, M. A. (2004). Identificación de bacterias en muestras de moluscos y peces, en febrero (2002), del Lago de Catemaco, Veracruz. Informe de Servicio de Social. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. 87 p.

Estebenet A. L. y Cazzaniga N. J. (1992). Crecimiento y demografía de *Pomacea canaliculata* (Gastrópoda: Ampullariidae) en condiciones de laboratorio *Revista malacológica*, 25:1- 12.

Estebenet A. L (1995). Alimentación y Nutrición en *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Veliger*, 38 (4), 277-238.

Estoy Jr. GF, Yusa, Y., Wada, T., Sakurai, H. y Tsuchida, K. (2002). Tamaño y edad en la primera copula y desove del caracol manzana, *Pomacea canaliculata* (Gastrópoda: Ampullariidae). *Entomología y Zoología Aplicadas*, 37 (1), 199-205.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 2008.

Fellerhoff C. (2002). Alimentación y crecimiento del caracol manzana *Pomacea lineata* en el humedal del Pantanal, Brasil: Un enfoque de Isótopos estables, *Taylor Francis* (38): 4, 227-243.

Góngora, A., Rodríguez, G., Domínguez, A., Muñoz, N. y García Ulloa, M. (2005). Cultivo del caracol manzana *Pomacea bridgessi* (Reeve, 1856), En Guasave, Sinaloa. Congreso de Malacología.

Hershler, R, (1984). Los caracoles Hidrobiidos (Gastrópoda: Rissoacea) de la cuenca de Cuatros Ciénegas; relaciones sistemáticas y ecología de una fauna única. Revista de la Academia de Ciencias de Arizona, Nevada 19:61-76.

Hermes R. P., et al (2009). Harina de carne de caracol (Pomacea spp.) como complemento nutricional en alevinos de tilapia roja (Oreochromis spp.). Revista Política del Politécnico Colombiano, Grupo de Investigación Acuícola.

Iriarte R. F. V. (2006). Validación del cultivo semi-intensivo de caracol "Tote" (Pomacea flagellata), el trópico húmedo. El colegio de la Frontera Sur. Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. p.6.

Iriarte Rodríguez F. V., y Mendoza- Carranza, M. (2016). Validación del cultivo semi-intensivo de caracol Tote (Pomacea flagellata), en el trópico húmedo. Revista Aqua TIC, (27).

Jacobs, MB (1951). El análisis químico de los alimentos y productos alimenticios. ROBERTE KRIEGER PUBLISHING CO. INC. THIRD EDITION 1973.

Kirk R.S. (2002). Composición y análisis de alimentos. 5ta edn. Pearson Compañía editorial S. A de C.V., México.

Linton Izquierdo, C (2019). Evaluación de diferentes sustratos físicos para aumentar la superficie del caracol Pomacea patula catemacensis durante su engorda. Master Thesis, Instituto Tecnológico de Boca del Rio, Veracruz.

Loran Núñez R.M., Valdez – Guzmán, A. J., Martínez-Insunza, F. R., Gaspar – Dillanes, M. T. (2013). Pesqueras Continentales de México. Instituto Nacional de Pesca. 93-118.

Lum Kong, A., y Kenny, J. S. (1989). La biología reproductiva del caracol ampullarido

Pomacea ruceus (Müller). Revista de Estudios de moluscos, 55 (1), 53-65.

Martínez G. T. y J. A. Farias. (1989). Contribución a la ecología y cultivo del caracol de agua dulce Pomacea patula (Mesogastropoda: Ampullariidae). (Sic) X Congreso Nacional de Zoología. México, D. F. 25-28 octubre. Resumen No. 1.

Mendoza, R., C. et al., (2002). Elaboración de dietas artificiales para el cultivo del caracol manzana (*Pomacea bridgessi*). Grupo Ecofisiología, Facultad de Ciencias Biológica, Universidad Autónoma de Nuevo León Apartado Postal F-96, Cd. Universidad, San Nicolas de los Garza, N. L., C.P. 66450 México.

Myklestad S., Haug A. (1972). Producción de carbohidratos por la diatomea marina *Chaetoceros affinis* var. *voluntad* (gran) Hustedt. I. Efecto de la concentración de nutrientes en el medio de cultivo. *Revista de biología marina experimental y Ecología* 9:125-136.

Naranjo, Garcia, E., y García Cubas, A. (1985). Algunas consideraciones sobre el género

Pomacea (Gastrópoda: Pilidae) en México y Centro América. 56: 603-606.

Naranjo García, E y García Cubas, A. (1986). Algunas consideraciones sobre el género *Pomacea* (Gastrópoda: Pilidae) en México y Centroamérica. *Anales del Instituto de Biología, UNAM*, 56 (1985). Ser. Zool. (2): y 03-605.

Naranjo García, E. (2003). Moluscos continentales de México: dulceacuícolas. *Revista de Biología Tropical*, 51 (3), 495-505.

Negrete Yankelevich, S. (1998). Contribuciones a la biología y ecología del caracol anfibio (*Pomacea flagellata*) Say de la Reserva Ecológica El Edén. Tesis Licenciatura, Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM. 94 p.

Ontiveros López, G. (1989). Producción semi-intensivo de crías de *Pomacea* sp. (caracol dulceacuícola) en estanque de concreto, como apoyo a los programas de recuperación de los sistemas palustres del municipio de Veracruz. Tesis inédita, Instituto Tecnológico del Mar, Boca del Rio, Ver. Pp. 1-59.

Pearson, D. (1976). El análisis químico de los alimentos. 17 TH. ED. ED.. CHURCHIL LIVINGSTONE

Perera, G. Walls, J. G. (1996) Caracoles manzana en el acuario. T. F. H. Publicaciones EE.UU. 121 p.

Rangel Ruiz, L. J. (1988). Estudios morfológicos de *Pomacea flagellata* Say, 1827 (Gastrópoda: Ampullariidae) y algunas consideraciones sobre su taxonomía y distribución geográfica en México. *Anales del Instituto Biología, U.N.A.M.* Ser. Zool. 58 (1): 21-34.

Ruiz, R.R. (2002). Crecimiento y reproducción de *Pomacea patula catemacensis* Barker, 1922 (Gastrópoda: Ampullariidae) alimentada con *Calothrix* sp. (Cianobacteria). Tesis de Maestría Escuela nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. 105 pp.

Ruiz Ramírez, R., Espinosa Chávez, F., y Martínez Jerónimo, F. (2007). Crecimiento y reproducción de *Pomacea patula catemacensis* Barker, 1922 (Gastrópoda: Ampullariidae) cuando se alimento con *Calothrix* sp. (Cianobacterias). Revista de la Sociedad Mundial Acuicultura, 36 (1), 87-95.

Sharfstein, B. y Steinman, A. D. (2001). Crecimiento y supervivencia del caracol manzana de Florida (*Pomacea paludosa*) alimentado con tres conjuntos de macrófitos naturales. Revista de la Sociedad Bentología Norteamericana. 20 (1), 84-95.

Santis, H. R. P., Chacón, L. A., & Osorio, C. A. F. (2009). Harina de carne de caracol (*Pomacea* spp) como complemento nutricional en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis* Spp). Revista Politécnica, 5(9), 41-47.

Torres A., A, Vivalvo- Potranca L. G, Serrano- Guzmán S.J. (2023). Evaluación de la sustitución de harina de pescado por la de *Espirulina* subsalsa Oersted ex Gomont 1982, en el crecimiento del caracol manzana *Pomacea bridgesii* (Reeve, 1856) en un sistema de recirculación y bajo condiciones de laboratorio. Aqua Technica. 5(1):29-52.

Torres Orozco, R y Pérez- Rojas 1996. El Lago de Catemaco. En de la Lanza y García (Eds.), Lagos y Presas de México. Centro de Ecología y Desarrollo. México, D.F. pp.155-175.

Torres Orozco, R.E. y Pérez-Rojas, A. 2002. EL Lago de Catemaco. En de la Lanza y García Calderón J.L. (Eds.). Lagos y Presas de México. AGT editor, México. Pp. 213-252.

Torres-Ariño A., Vivaldo-Patracá L.G., Serrano-Guzmán S.J. (2023). Evaluación de la sustitución de harina de pescado por la de *Spirulina* subsalsa Oersted ex Gomont 1892, en el crecimiento del caracol manzana *Pomacea bridgesii* (Reeve, 1856) en un sistema de recirculación y bajo condiciones de laboratorio. AquaTechnica 5(1):29–52. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7823443>.

Valdez A. y C.J. Aguilera 1986, Cultivo del Caracol Manzano (*Pomacea paludosa*), Resúmenes del 3er Congreso Nacional de Malacología y Conquiliología, Sco. Mexicana de Malacología. pp.27.

Valentín Maldonado, N. (1996). Fauna Malacológica Continental procedente de las excavaciones de Santa Marta. Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Biólogo, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.

Vázquez Silva. Crecimiento en cautiverios del molusco *Pomacea patula catemacensis* (Barker, 1922), (Gastrópoda: Ampullariidae), utilizando cuatro dietas artificiales (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco).

Vázquez Silva. (2008). Crecimiento en cautiverio del molusco *Pomacea patula catemacensis* (Barker, 1992) (Gastrópoda: Ampullariidae) utilizando cuatro dietas artificiales. División de Ciencias Biológicas y de la Salud Maestría en Ciencias Agropecuarias. México, D.F.

Vázquez S. G. (2008). Crecimiento en cautiverio del molusco *Pomacea patula catemacensis* (Barker, 1992), (Gastrópoda: Ampullariidae), utilizando cuatro dietas artificiales. Universidad Autónoma metropolitana Unidad Xochimilco. pp. 1-71.

Vázquez Silva, (2011). Los caracoles del género *Pomacea* (Perry, 1810) y su importancia ecológica y socioeconómica. Laboratorio de Alimento Vivo. UAM-X. Depto. El Hombre y su Ambiente. Laboratorio de Ensayos Metabólicos. Depto. De Producción Agrícola y Animal. UAM.