

TRABAJOS ORIGINALES

Caracterización de la ovoposición del caracol *Pomacea flagellata* (Say, 1827) bajo condiciones experimentales

Characterization of oviposition snail *Pomacea flagellata* (Say, 1827) under experimental conditions

Alberto de Jesús-Navarrete ^{1*} y Bartola Gil Tun ²

¹ Departamento de Sistemática y Ecología Acuática, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. Av. Centenario Km 5.5 Chetumal, Quintana Roo, México.

² Licenciatura en Biología, Instituto Tecnológico de Chetumal, Av. Insurgentes esquina Andrés Quintana Roo, Chetumal, México.

* Autor para correspondencia

Email Alberto de Jesús-Navarrete: anavarre@ecosur.mx

ORCID Alberto de Jesús-Navarrete: <http://orcid.org/0000-0002-6581-3761>

Email Bartola Gil Tun: gaby-gil18@hotmail.com

Resumen

Pomacea flagellata es un caracol conspicuo de zonas tropicales y subtropicales de América, que se ha consumido desde tiempos prehispánicos y actualmente es considerado sobreexplotado. Se realizó un experimento de cultivo de cuatro meses para determinar: la selección del sustrato por la hembra, el tamaño de las huevas, el nivel del agua elegido para colocar la masa de huevos, el número de crías, y el tiempo de eclosión. Se utilizaron tres tinas de plástico que se llenaron con 100 L de agua, por duplicado y se colocaron tres sustratos: raíces de mangle, carrizo y tubo de PVC. Se registraron 57 huevas, 26 de ellas eclosionaron produciendo 5037 crías. Hubo más huevas en la "pared" de las tinas, donde se registraron 35 huevas, en raíces de mangle (18), en PVC 3 y en carrizo una hueva. Hubo diferencias significativas en la selección del sustrato, mientras que no se observaron diferencias significativas entre el número de huevas y las proporciones de sexos. La longitud promedio de la masa fue 32.99 ± 10.92 , el ancho 16.44 ± 5.1 y grosor 8.08 ± 3.87 mm. La altura promedio de la puesta fue 15.66 ± 3.42 cm, con un tiempo medio de eclosión, de 13.30 ± 2.6 días, obteniéndose entre 94 a 301 crías por desove. Los caracoles utilizaron preferentemente las paredes de las tinas y es difícil determinar si no seleccionan sustrato para la puesta. El nivel del agua empleado es óptimo y permite que los organismos puedan colocar las masas de huevo, la producción de crías es adecuada y suficiente para iniciar programas de cultivo de producción de carne o de repoblación del medio natural.

Palabras clave: caracol manzana; chivita; agua dulce; acuicultura; moluscos; reproducción.

Abstract

Pomacea flagellata is a conspicuous snail in tropical and subtropical areas of America; it has been consumed since pre-Hispanic times and now is considered overexploited. A four months cultivation experiment was realized to determine the substrate selection by females, size of clutches, water level for placing egg masses, number of offspring, and hatching time. We used three duplicate plastic vats that were filled with 100 L water, and three substrates were set inside: mangrove roots, reed and PVC pipes. A total of 57 eggs masses were recorder, 26 of them produced 5037 offspring. More eggs masses were set in the wall of vats (35), mangrove roots (18) PVC pipe 3 and reed only one. There were significant differences in the selection of the substrate, but not between the number of eggs masses and sex proportion. Average length of egg masses was 32.99 ± 10.92 , width was 16.44 ± 5.1 and thickness 8.08 ± 3.87 mm. Average heights of the egg masses was 15.66 ± 3.42 cm, while hatching time was 13.30 ± 2.6 days, yielding between 94 to 301 offspring per spawning. Snails preferably used walls of vats and it is difficult to determine if they did not select a substrate. Water level in the vats was optimal and allowed to organisms place egg masses, offspring production is adequate and enough to start culturing programs to meat production, or to re stocking of natural environment.

Keywords: apple snail; aquaculture; fresh water; reproduction; mollusk.

Citación:

de Jesús-Navarrete A. y B. Gil Tun. 2016. Caracterización de la ovoposición del caracol *Pomacea flagellata* (Say, 1827) bajo condiciones experimentales. Revista peruana de biología 23(2): 287 - 292 (Diciembre 2016). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v23i3.12863>

Presentado: 16/06/2016

Aceptado: 20/12/2016

Publicado online: 20/12/2016

Información sobre los autores:

AJN: realizó el diseño del experimento, la construcción del experimento, trabajo de laboratorio, revisó la estadística y escribió el manuscrito. BGT: participó en la elaboración del experimento, realizó trabajo de laboratorio, mantenimiento y elaboro el análisis estadístico.

Los autores no incurren en conflictos de intereses.

Fuentes de financiamiento:

El presente trabajo se realizó gracias al financiamiento Fundación Produce Quintana Roo y el Colegio de la Frontera Sur.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

El caracol *Pomacea flagellata* (Say, 1827) (Prosobranchia, Ampullariidae) localmente conocido como “chivita”, es un macro gasterópodo que se distribuye en los sistemas acuáticos epicontinentales desde Tamaulipas en el norte de México hasta Colombia (Naranjo-García & García-Cubas 1985). En la península de Yucatán, este molusco se consume desde tiempos pre-hispánicos (Emery 2007), y en las últimas dos décadas se ha sobre explotado, lo que ha llevado a una disminución drástica de sus poblaciones naturales particularmente en la laguna de Bacalar, de dónde provenía la mayor producción (de Jesús-Navarrete et al. 2013).

La acuicultura de este molusco se ha propuesto como una alternativa para repoblar los sistemas acuáticos, así como para producir carne que abastezca a las necesidades locales (de Jesús-Navarrete et al. 2013). Sin embargo, la información sobre el cultivo de esta especie es limitado en la región (Brito Manzano et al. 2007, Iriarte & Mendoza 2007, de Jesús-Carrillo 2014), aunque existen varias investigaciones sobre el cultivo de otras especies como: *Pomacea patula catemaciensis* (Baker, 1922) (Ruiz Ramirez et al. 2005), *P. paludosa* (Say, 1829) (Garr et al. 2011, Posch et al., 2012), *P. bridgesii* (Reeve, 1856) (Coehlo et al. 2012), *P. urceus* (Muller, 1774) (Ramnarine et al. 2003, 2004) y *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1828) (Seuffert & Martin 2013) en diferentes países del Caribe y Sudamérica.

Uno de los aspectos importantes en los sistemas de cultivo, es el manejo de los reproductores y crías. Cuando no se controla el sistema, las hembras colocan las masas de huevo sobre los estanques y las crías caen directamente al agua, mezclándose con los reproductores lo que puede afectar el manejo de los organismos (García-Ulloa et al. 2008, Coehlo et al. 2012). Además, es necesario generar nueva información sobre el cultivo de la especie como: la fecundidad, crecimiento y comportamiento de la puesta de las hembras (Amador del Angel et al. 2006, de Jesús-Carrillo 2014), que proporcionen metodologías apropiadas para el cultivo (de Jesús-Navarrete et al. 2015).

Esta es la primera vez que se estudia la preferencia de sustrato para la ovoposición de las huevas, y la proporción de sexos en el cultivo de *Pomacea flagellata* en condiciones experimentales. Los

objetivos de la investigación fueron: 1) determinar la variación en el tamaño de la masa de huevos en cada sustrato 2) contar el número de crías de cada masa de huevo, y 3) determinar el tiempo de eclosión.

Materiales y métodos

Un experimento de cultivo de cuatro meses de duración (julio-octubre de 2015) se desarrolló en el laboratorio de cultivo de moluscos en el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Unidad Chetumal. El área de cultivo fue de 60 m² y estuvo cubierta con lámina de zinc por lo que recibió la influencia de las variables ambientales: temperatura ambiente, iluminación de acuerdo al ciclo diurno y efecto de vientos (Fig. 1). La temperatura media en el área de cultivo fue de 29.0 ± 3 °C. Para el experimento, se utilizaron individuos adultos previamente criados en el laboratorio (de Jesús-Carrillo 2014). Para el cultivo se utilizaron 6 tinas con una altura de 42 cm y con una capacidad de 210 L. Debido al comportamiento de la especie en la puesta de masas de huevos, las tinas se llenaron solo con 100 L de agua corriente (20 cm de altura), previamente aireada para eliminar el cloro.

Se determinó el sexo de los caracoles (Benavides-Linares et al. 2012), y tanto las hembras como los machos se pusieron en cuarentena por un mes, antes de introducirlos a las tinas. La siembra se realizó con 20 individuos en cada tina, el tamaño de los adultos seleccionados varió de 29 a 39 mm de longitud de concha, con las siguientes proporciones (1A) 1:1 (10 hembras y 10 machos), (1B) 0.33:1 (5 hembras y 15 machos) y (1C) 3:1 (15 hembras y 5 machos), se contó con una repetición por tina (2A), (2B) y (2C).

Los sustratos seleccionados fueron: raíces de mangle (*Rhizophora mangle*), tallos de carrizo (*Arundo donax*) y tubos de PVC (Fig.2). Los dos primeros son abundantes en la laguna de Bacalar, el ambiente natural de la chivita. Cuando una masa de huevo fue puesta en la pared de la tina, se registró como “pared”. Los sustratos se montaron en una base colocada en el centro de las tinas, cada uno tuvo una separación de 17 cm entre ellos, y una altura de 42 cm y los sustratos se distribuyeron de manera aleatoria en las bases (Fig.2). Los residuos de alimento y del metabolismo de los caracoles, se eliminaron por sifoneo cada dos días, restableciendo el volumen en cada tina. Los organis-



Figura 1. Área de cultivo de los caracoles *Pomacea flagellata*, para estudio de la preferencia de sustrato para la ovoposición de las huevas.

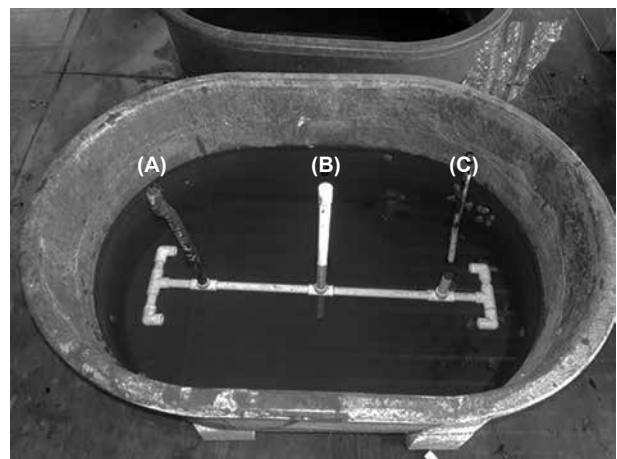


Figura 2. Base con los sustratos para la puesta de masas de huevo A) Mangle (*Rhizophora mangle*) B) Tubo de PVC y C) Carrizo (*Arundo donax*).

mos fueron alimentados por las mañanas, con un 15% de la biomasa de los caracoles, empleando alimento balanceado de tilapia una vez al día.

La cuantificación de los desoves se llevó a cabo todas las mañanas durante los cuatro meses que duró el experimento. Cada hueva puesta en los sustratos se marcó con una clave que indicaba: número de hueva, tipo de sustrato, fecha, tina donde se encontró, y la altura sobre el nivel del agua. Se determinó el ancho, largo y espesor de la hueva. Las huevas puestas en cada sustrato se pasaron a tinas vacías, donde se esperó la eclosión y se contaron las crías. El sustrato retirado se sustituyó por uno nuevo con las mismas características. Cuando una hueva era puesta en la pared de la tina, se esperó un día para retirarla cuidadosamente y colocarla sobre una malla metálica para su eclosión en una tina. El tiempo de incubación se contó a partir del día de la puesta hasta la eclosión de los huevecillos.

Para determinar si existían diferencias significativas entre la abundancia de huevas, la proporción de sexos y los tipos de sustratos, se utilizó un análisis de varianza de dos vías, previa comprobación de los supuestos del ANOVA. Se empleó un intervalo de confianza del 95% y los análisis se corrieron utilizando el paquete estadístico R (R Core Team 2016).

Resultados

Durante los cuatro meses que duró el experimento se registraron 57 huevas en las 6 tinas, de las cuales eclosionaron 26, y que produjeron 5037 individuos. Se observó que muchas de las huevas fueron colocadas en la pared de las tinas, por lo que se decidió contar por separado esas huevas, además de los otros sustratos seleccionados. Con esta consideración se registraron 35 huevas puestas en "pared", 18 en madera, tres huevas puestas en PVC y en carrizo solo 1 hueva (Tabla 1). Existieron diferencias significativas en la selección del sustrato ($p > 0.05$) pero no entre las proporciones de sexos en las tinas (Tabla 2).

Durante el periodo de trabajo, se obtuvieron 17 huevas en Julio, 11 en agosto, 12 en septiembre y 17 en octubre.

Los caracoles pusieron las masas de huevos a diferentes distancias sobre el nivel del agua, con una altura promedio de 15.66 cm, y una variación entre 9.5 a 21.0 cm. Las masas de huevos tuvieron una longitud promedio de 32.99 mm, con un mínimo de 15.51 mm y un máximo de 53.24 mm, el ancho medio fue de 16.44 (5.44 mm a 28.57 mm) y un grosor de 8.08 mm (1.01 mm a 15.01 mm) (Tabla 3).

El tiempo de eclosión, es decir el desarrollo de los embriones, ocurrió entre los 8 a 20 días con una media de 13 días, obteniéndose entre 94 a 301 crías por desove, dependiendo del tamaño de la hueva.

Discusión

Uno de los principales problemas en el cultivo de las especies es el manejo de la reproducción, ya que si no se tienen los cuidados necesarios, las crías se mezclan con los adultos y eso genera diferencias en crecimiento y aprovechamiento del alimento (García-Ulloa et al. 2008). En nuestro caso, hubo un mayor porcentaje de huevas que se colocaron en la "pared" de la tina, que sobre el resto de los sustratos, y esto puede deberse al comportamiento de los caracoles al colocar las masas de huevo fuera del agua, este mismo patrón de comportamiento fue observado por de Santos Soto, (1999) en *Pomacea patula*, en Colima, quien concluyó que no es necesario colocar sustratos en los estanques para los cultivos, ya que se pueden utilizar las paredes de las tinas para las puestas, señalando que están disponibles con mayor facilidad que los sustratos. Sin embargo, esto implica un mayor cuidado de la eclosión para evitar que las crías caigan al agua y se mezclen con los reproductores. En nuestro caso, sugerimos que cuando las masas ovígeras se coloquen en las paredes de las tinas, se espere un día para retirarlas con mucho cuidado para evitar

Tabla 1. Número de huevas en cada sustrato según la proporción de machos y hembras. Las proporciones fueron: (1A) 1:1 (10 hembras y 10 machos), (1B) 0.33:1 (5 hembras y 15 machos) y (1C) 3:1 (15 hembras y 5 machos), se contó con una repetición por tina (2A), (2B) y (2C).

Tinas	Sustratos				Total
	Madera	PVC	Pared	Carrizo	
1A	1	1	10	0	12
1B	5	1	5	0	11
1C	4	0	4	0	8
2A	4	0	7	1	12
2B	3	0	6	0	9
2C	1	1	3	0	5
Total	18	3	35	1	57

Tabla 2. Resultados del ANOVA de dos vías, para el número de huevas, proporción de sexos y tipo de sustrato del caracol chivita, *P. flagellata* ** $P < 0.05$ indica diferencias significativas.

	Grados Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	P (>F)
Proporción de sexos (PS)	2	7.75	3.875	2.513	0.1225
Substrato	3	124.458	41.486	26.909	1.299e-05 **
PS: Substrato	6	20.917	3.486	2.261	0.1079
Residuales	12	18.5	1.542		

Tabla 3. Características de los desoves de *Pomacea flagellata* en cultivo experimental.

Huevo N°	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Grosor (mm)	Distancia sobre nivel del Agua (cm)	Tiempo de Eclosión (Días)	N° de (Crías)
1	17.69	13.12	1.54	13.6	10	110
2	17.43	13.34	4.32	20	10	120
3	34.17	12.26	5.67	12	11	234
4	18.77	14.1	5.66	19.6	14	205
5	15.51	10.32	3.42	11.02	13	118
6	23.01	5.44	1.01	17	13	254
7	28.38	10.26	7.66	16	16	204
8	20.31	14.02	4.08	18	11	128
9	44.39	16.97	5.55	11.6	10	232
10	37.88	17.42	7.32	21	8	198
11	27.25	9.59	2.47	10.3	11	220
12	37.46	19.37	11.63	11.04	17	219
13	37.36	28.57	13.48	16	16	236
14	32.02	16.74	11.5	9.5	15	178
15	36.33	14.44	12.12	19	15	158
16	32.9	18.37	9.86	15.06	20	269
17	50.44	17.39	9.84	18	13	301
18	31.48	16.9	7.67	11	13	170
19	28.92	21.56	12.43	18.5	14	136
20	53.24	14.64	9.6	19	13	187
21	39.9	17.93	7.33	14.05	13	112
22	36	26	15.01	16	13	291
23	31	24	11.05	18	13	221
24	25	15	9.11	17	15	94
25	48	22	13.05	19	16	232
26	52.94	17.6	7.85	16	15	210
Media.	32.99	16.43	8.08	15.66	13.38	193.73
Mediana	32.46	16.82	7.76	16	13	204.5
EE	2.14	1.017	0.74		0.51	11.35
Min.	15.51	5.44	1.01	9.5	8	94
Máx.	53.24	28.57	15.01	21	20	301

que se dañen y se pierdan organismos. En el medio natural observamos que hay una mayor puesta de masas de huevo en estructuras fijas como muelles, rompeolas, y luego, en raíces de mangle y rocas, y una menor preferencia en los carrizos que emergen de la laguna, aunque si hemos visto puestas de masas de huevo en ellos (Oliva-Rivera et al. 2016).

Se ha señalado que *P. flagellata* presenta mayor actividad reproductiva en los meses cálidos (Rangel-Ruiz 1988) y esto en el ambiente natural ocurre de agosto a octubre (de Jesús-Navarrete et al. 2013; Oliva-Rivera et al. 2016). Esto se ve reflejado en nuestro experimento, que aunque no abarcó todo el año, si corresponde con los meses más cálidos, lo que favorece la reproducción de *P. flagellata*. Resultados similares fueron encontrados por Meyer-Willerer y Santos-Soto (2006) para *P. patula catemacencis* en Colima. No obstante, nuestros resultados difieren de lo reportado por Lobo Vargas (1986) quien no tuvo presencia de huevos en septiembre y octubre en Costa Rica.

Es conocido que la reproducción de *P. flagellata* en el medio natural ocurre la mayor parte del año (Oliva-Rivera et al. 2016), y que en cautiverio puede presentarse durante todo el año con temperaturas superiores a 29 °C, (de Jesús-Carrillo 2014) sin embargo; no hay experimentos con *P. flagellata*, que manipulen la proporción de sexos y que determinen su efecto en la reproducción (Garr et al. 2008). Los caracoles del género *Pomacea* son dioicos y aparentemente la proporción de sexos en el medio silvestre es 1:1, como se ha observado para *P. flagellata* (de Jesús-Navarrete et al. 2013) y en *P. paludosa*, en Florida (Hanning 1979, Garr et al. 2008). En nuestro experimento, no encontramos diferencias significativas entre la puesta de masas de huevos y la proporción de machos a hembra. En otras especies como *P. canaliculata* se ha demostrado una variación de sexos en el medio natural y que aparentemente las condiciones del desove son determinadas genéticamente (Yusa 2004). Creemos que se requiere mayor investigación sobre el manejo de la proporción por sexos que maximice la producción de crías en el cultivo.

El nivel al que fue colocada la huevo es similar a lo encontrado en otros trabajos, en donde se informó que la ovoposición se realizó durante la noche en las paredes internas de los tanques, a una altura de entre 28 y 68 cm sobre el nivel del agua, (promedio de 54.72 cm) para los alimentados con balanceado de tilapia (Amador-del Ángel et al. 2006). Alcántara Bocanegra et al. (1996) hacen mención que en *P. maculata* los desoves se encontraron a una altura de entre 15 y 25 cm sobre el nivel del agua, y comparado con *P. bridgesii*, la altura de la puesta es menor, con un valor promedio de 6.82 ± 1.16 cm sobre el nivel de agua (Coehlo et al. 2012).

Los tamaños de las huevas encontradas en este trabajo son similares, a los reportados por Amador-del Ángel et al. (2006) quienes encontraron que los desoves presentaron una longitud de 23-45 mm, un ancho de 1-36 mm y un espesor de 11-24 mm, pero menores a los reportadas por Jaime-Vargas (1992) para *P. canaliculata*. En el caso de *P. bridgesii*, Coelho et al (2012) informaron de una longitud de la masa de huevo de 4.53 ± 1.4 mm y un ancho de 1.24 ± 0.2 mm.

El periodo de eclosión de las masas de huevos (8-20 días) y el número de crías es muy similar a lo informado por otros autores, como Lobo Vargas (1986) quien observó que el desarrollo ontogénico fue de 20 a 25 días, pero con un menor número de crías (43 y 194 crías), en tanto que Amador-del Ángel et al. (2006) reportaron un tiempo de eclosión que varió de 12 y 16 días obteniendo entre 77 y 483 crías, estos valores son menores a los encontrados para *P. patula* de 50 a 720 crías (Meyer-Willerer & Santos-Soto 2006) y en *P. canaliculata* de 200 a 600 por huevo (Estebanet & Cazzaniga 1993) y similares a lo reportado por Coehlo et al. (2012) para *P. bridgesii* (19.4 ± 2.0 días) y las diferencias podrían deberse a los cambios estacionales de la temperatura y la duración del día y la noche en los sitios donde se realizaron los experimentos.

De lo anterior se desprende que los caracoles utilizaron preferentemente las paredes de las tinas sobre el resto de los sustratos, es difícil concluir que no existe una selección de los sustratos empleados, ya que las raíces de mangle ocuparon el segundo lugar con 18 huevas. Consideramos que se pueden emplear los sustratos en las tinas de reproducción y cuando la huevo se coloque en la pared, sugerimos esperar un día antes de separar la huevo y colocarla en otras tinas. El nivel del agua empleado es óptimo y permite que los organismos puedan colocar las masas de huevos a suficiente distancia del nivel del agua, lo que propicia una producción adecuada de crías, bastantes para iniciar programas de cultivo de producción de carne o de repoblación del medio natural.

Agradecimientos

Esta investigación es parte del proyecto: "Paquete Tecnológico para el cultivo del caracol chivita, que fue financiada parcialmente por la Fundación Produce Quintana Roo". Agradecemos a ECOSUR por los aportes económicos complementarios y los apoyos necesarios en el uso de las instalaciones. Los comentarios de, Luis Fernando Carrera-Parra, David González Solís, y dos revisores anónimos mejoraron sustancialmente el manuscrito. Un agradecimiento especial a Eloy Sosa Cordero, Angélica Ramírez González y Giesy Yam, por el análisis estadístico de los datos con R.

Literatura citada

- Alcántara Bocanegra F., N. Nakawama Valverde & E. Zamora Perea. 1996. Características del desove del churro *Pomacea maculata* en ambiente controlado. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 125 p.
- Amador del Ángel L., J. Mugartegui Esquiliano, F. Chin Caña, A. Arcos Pérez, & P. Cabrera Rodríguez. 2006. Características del desove del Caracol de agua dulce *Pomacea flagellata* livenscens en ambiente controlado. Comunicación Científica CIVA (<http://www.civa2006.org>), 916-921.
- Benavides Linares J.R., M.A. Chacón Piche, & N.Y. Portillo Segovia. 2012. Evaluación Bio económica de Alojamientos y Densidades de Siembra para el Cultivo de Caracoles de Agua Dulce (*Pomacea flagellata*). Para optar al título de: Licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Salvador, El Salvador. pag: 11 -12.
- Brito-Manzano N., V. Rivera-López, R. Frago-Pérez, E. de La Cruz Lázaro & M. Estrada Botello. 2007. Efecto de la densidad en la sobrevivencia de juveniles del caracol *Pomacea flagellata* bajo condiciones de laboratorio en Tabasco. Proceedings of Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 59: 313-316, Belice, disponible en http://aquaticcommons.org/13205/1/gcfi_59-42.pdf
- Coelho R.A., G. J. P. Calado, & M.T. Dinis. 2012. Freshwater snail *Pomacea bridgesii* (Gastropoda: Ampullariidae), life history traits and aquaculture potential. AACL Bioflux, 5(3). <http://www.bioflux.com.ro/aac>.
- de Jesús-Carrillo R.M. 2014. Crecimiento y Engorda de la Chivita (*Pomacea flagellata*) utilizando tres tipos de dietas. Tesis de Licenciatura en Biología, Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo. 45 pp.
- de Jesús-Navarrete A., J.J. Oliva-Rivera, de Jesús-Carrillo, R.M., F. Ocaña-Borrego & A. Vargas-Espósitos. 2013. Distribución y Abundancia de la "Chivita" (*Pomacea* sp.) de la laguna de Bacalar: resultados preliminares. Revista Innovación para la vinculación Fomix- Quintana Roo. Año III, No. 5:53-59.
- de Jesús-Navarrete A., R.M. de Jesús- Carrillo & F. Ocaña-Borrego. 2015. Manual básico para la producción en cautiverio de la Chivita *Pomacea flagellata*. ECOSUR, Fundación Quintana Roo Produce AC. Quintana Roo, México. 34 pp.
- Emery K.F. 2007. Aprovechamiento de la fauna en Piedras Negras: Dieta, ritual y artesanía del periodo Clásico Maya. Mayab 19: 51-69.
- Estebanet A.L. & N.J. Cazzaniga. 1993. Egg variability and reproductive strategy of *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). Apex 8:129-138.
- García-Ulloa M., M.C. Gallo-García, H. Rodríguez-Gonzalez & J. Ponce Palafox. 2008. Morphometric Relationship of Weight and Length of Cultured Freshwater Snail, *Pomacea patula* (Baker, 1922), at Three Different Life Stages. Journal of the World Aquaculture Society 39:842-848. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2008.00222.x>
- Garr A., H. Lopez, R. Pierce & M. Davis. 2011. The effect of stocking density and diet on the growth and survival of cultured Florida apple snail *Pomacea paludosa*. Aquaculture 311, 139-145. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.11.017>
- Garr A., H. Lopez & M. Davis. 2008. A manual to culture the Florida Apple snail. Final report prepared to South Florida Water Management District. 14 pp.
- Hanning G.W. 1979. Aspects of reproduction in *Pomacea paludosa* (Mesogastropoda: Piliidae). College of Arts and Science. Florida State University Master Science Thesis. Tallahassee. 138pp.
- Iriarte-Rodríguez F.V. & M. Mendoza-Carranza. 2007. Validación del cultivo semiintensivo de caracol tote (*Pomacea flagellata*) en el trópico húmedo. Revista AquaTIC, 27: 7-12.
- Jaime-Vargas M. 1992. Contribución al fototactismo, velocidad de desplazamiento, marcaje y anillos de crecimiento en opérculo del caracol de agua dulce *Pomacea patula* (tegogolo) en condiciones de cautiverio. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar, Boca del Río. Veracruz. México.
- Lobo Vargas X.M. 1986. Estudio de algunos aspectos de la biología del molusco *Pomacea flagellata* (Say). Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 54 pp.

- Meyer-Willerer A.O. & A. Santos Soto. 2006. Temperature and light intensity affecting egg production and growth performance of the apple snail *Pomacea patula* (Baker 1922). *AIA [Avances en Investigación Agropecuaria]* 10, 41-58.
- Naranjo-García E. & A. García-Cubas. 1986. Algunas consideraciones sobre el género *Pomacea* (Gastropoda: Pilidae) en México y Centroamérica. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 56 (1985), Serie Zoología: 603-606.
- Oliva-Rivera, J.J., F.A. Ocaña, A. de Jesús-Navarrete, R.M. de Jesús-Carrillo & A. A. Vargas-Espósitos. 2016. Aspectos reproductivos de *Pomacea flagellata* (Mollusca: Ampullariidae) en la laguna de Bacalar, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical* 64 (4): 1643-1650. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v64i4.22871>
- Posch H., A.L. Garr, R. Pierce & M. Davis. 2012. The effect of stocking density on the reproductive output of hatchery reared Florida apple snails *Pomacea paludosa*. *Aquaculture*, 360-361, 37-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.07.007>
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rangel-Ruiz L.J. 1988. Estudio morfológico de *Pomacea flagellata* Say, 1827 (Gastropoda: Ampullariidae) y algunas consideraciones sobre su taxonomía y distribución geográfica en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 56(1985). Serie Zoología: 21-34.
- Ramnarine I.W. 2004. Quantitative Protein Requirements of the Edible Snail *Pomacea Urceus* (Muller). *Journal of the World Aquaculture Society* 35 (2): 253-56. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2004.tb01082.x>.
- Ramnarine I.W. 2003. Induction of spawning and artificial incubation of eggs in the edible snail *Pomacea urceus* (Muller). *Aquaculture*, 215: 163-166. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00364-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00364-2)
- Santos Soto A. 1999. Efectos de la temperatura y la intensidad luminosa sobre la producción intensiva de crías de caracol, tegogolo *Pomacea patula* (Baker, 1972). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. Colima. 74 p.
- Ruiz-Ramírez R., F. Espinosa Chávez & F. Martínez-Jeronimo. 2005. Growth and reproduction of *Pomacea patula catemaciensis* Baker, 1922 (Gastropoda. Ampullariidae) when fed *Calotrix* sp. (Cyanobacteria). *Journal of the World Aquaculture Society* 36:87-95. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2005.tb00134.x>
- Seuffert M.E. & P.R. Martín. 2013. Juvenile growth and survival of the apple snail *Pomacea canaliculata* (Caenogastropoda: Ampullariidae) reared at different constant temperatures. *SpringerPlus* 2 (1): 312. <http://dx.doi.org/10.1186/2193-1801-2-312>.
- Yusa Y. 2004. Brood sex ratio in the Apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) is determined genetically not by environmental factors. *Journal of Molluscan Studies*, 70, 268-275. <http://dx.doi.org/10.1093/mollus/70.3.269>