

RASGOS DE VIDA DE *Pomacea maculata* (GASTEROPODA, AMPULLARIIDAE, PERRY 1810) EN AMBIENTE CONTROLADO

Fernando ALCÁNTARA¹, Christian MANCHINARI², Paul FRANCO², Jesús NÚÑEZ³

- 1 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Programa de Investigación para el Uso del Agua y sus Recursos. Avenida Abelardo Quiñones. Km 2.5. Iquitos. Perú. E-mail: fernando.albo.01@gmail.com
- 2 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Biología. Plaza Serafín Filomeno s/n. Iquitos. Perú
- 3 Institut de Recherche pour le Développement. IRD. Francia. Laboratorio LMI-EDIA

RESUMEN

Se estudiaron los rasgos de vida de 95 caracoles *Pomacea maculata* en edad reproductiva, provenientes de dos lotes adquiridos en el mercado de Belén en Iquitos, Perú. Utilizamos *Dieffenbachia sp.* como alimento, en una oferta diaria *ad libitum*, y cambiando el agua de los ambientes de cría una vez por semana. La longitud base-ápice de la población fue de $7,7 \pm 1,15$ cm, que corresponde a un peso de $124 \pm 45,16$ g, con un peso mínimo de 44 g y un máximo de 278 g. En ochenta días de cría *P. maculata* alcanzó $130 \pm 43,88$ g, con un peso máximo de 306 g. La relación de la longitud base-ápice con el peso, responde a la ecuación $y = 46,517x - 239,45$ ($R^2 = 0,9505$) y la relación de la longitud del peristoma con el peso es descrita por la ecuación $y' = 47,438x' - 154,71$ ($R^2 = 0,6671$). El factor de condición de la población presentó un valor medio de $2,52 \pm 0,28$ con un mínimo de 1,70 y un máximo de 3,54. La tasa de consumo fue de 0,5212 g/caracol/día y la tasa de conversión alimenticia aparente fue de 3,15. En el período de cría, observamos 51 desoves de diversos colores, 82,4% de color marrón, 7,8% de color verde, 5,9 de color naranja y 3,9 de color rojo. Los desoves de color rojo alcanzaron un peso de $46,38 \pm 17,37$ g, seguidos por los de color marrón con $31,32 \pm 17,83$ g; los de color verde con $28,54 \pm 3,51$ g y los de color naranja con $21,66 \pm 6,88$ g, sin diferencia estadística significativa entre los colores ($p > 0,05$). La cría de *P. maculata* en agua verde con dominancia de *Chlorella* y *Scenedesmus*, en adición a *Dieffenbachia sp.*, permitió un elevado crecimiento y sobrevivencia. Los tratamientos en agua blanca y agua verde con renovación cada diez días, tuvieron valores de crecimiento y supervivencia significativamente menores ($p < 0,05$), lo que indica el efecto complementario del plancton, el detritus derivado del mismo y la *Dieffenbachia sp.*, en la cría controlada de *P. maculata*.

PALABRAS CLAVE: Churo *Pomacea maculata*, patiquina *Dieffenbachia sp.*, alimentación, desove, factor de condición.

LIFE HISTORY TRAITS OF *Pomacea maculata* (GASTEROPODA, AMPULLARIIDAE) IN CONTROLLED ENVIRONMENT

ABSTRACT

We studied the life history traits of 95 *Pomacea maculata* snails of reproductive age, which were obtained from two batches from the Belen market in Iquitos, Peru. *Dieffenbachia sp.* was used as food once a day *ad libitum*, and the water of the breeding environment was changed once a week. The base-to-apex length of the population was 7.7 ± 1.15 cm which corresponds to a weight of 124 ± 45.16 g, with a minimum weight of 44 g and a maximum weight of 278 g. In eighty breeding days *P. maculata* reached 130 ± 43.88 g with a maximum weight of 306 g. The ratio of the base-to-apex length with the weight corresponds to the equation $y = 46.517x - 239.45$ ($R^2 = 0.9505$) and the ratio of peristomal length to weight is described by the equation $y' = 47.438x' - 154.71$ ($R^2 = 0.6671$). The condition factor from the population had an average value of 2.52 ± 0.28 with a minimum of 1.70 and a maximum of 3.54. The consumption rate was 0.5212 g / snail / day and the apparent feed conversion ratio was 3.15. During breeding period, we observed 51 spawning of diverse colors, like brown (82.4%), green (7.8%), orange (5.9%), and red (3.9%). Red spawning reached a weight of 46.38 ± 17.37 g, followed by brown with 31.32 ± 17.83 g, green with 28.54 ± 3.51 g, and orange with 21.66 ± 6.88 g, without statistically significant difference among colours ($p > 0.05$). The breeding of *P. maculata* in green water, with dominant *Chlorella* and *Scenedesmus*, in addition to *Dieffenbachia sp.*, allowed high growth and survival. The treatments with white and green water with renewal each ten days, show significantly low growth and survival ($p < 0.05$) indicating the complementary effect of plankton with the detritus derived from that and *Dieffenbachia sp.*

KEYWORDS: Churo *Pomacea maculata*, patiquina *Dieffenbachia sp.*, feeding, spawning, condition factor.

INTRODUCCIÓN

El churo *Pomacea maculata* es un caracol gasterópodo de amplia distribución en la Amazonía (Pain, 1960, en Alcántara, 1996) que se alimenta de diversos tipos de hierbas disponibles en la planicie de inundación, incluyendo detritus y perifiton (Cobos, 1998), siendo éstas también ofrecidas en ambientes controlados con diversos fines (Rojas & Mori, 1976; Mayta, 1978).

Esta especie ha sido criada en ambientes controlados para estudiar su estrategia reproductiva (Villacorta, 1976; Mayta, 1978; Alcántara et al., 1996), su régimen alimenticio, aceptación de insumos diversos en ambiente controlado (Rojas & Mori, 1976; Villacorta, 1976; García, 1997) y para determinar sus posibilidades de producción utilizando residuos como cáscara de yuca, plátano y frutos como guayaba *Psidium guajaba* (Padilla & Alcántara, 2002). Si bien, los insumos utilizados generalmente en la alimentación de *P. maculata* son diversos, es poco conocido el efecto en su crecimiento, sobrevivencia y reproducción en ambiente controlado.

En este artículo se reportan los resultados de la cría de adultos y de las fases iniciales de *Pomacea maculata* alimentados con hojas de patiquina *Dieffenbachia* sp. y con oferta de agua verde y *Dieffenbachia* sp., en ambiente controlado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cría de los adultos

En diciembre del año 2011, se adquirieron en el mercado de Belén (Iquitos, Perú), dos lotes de 95 caracoles acuáticos de la especie *Pomacea maculata*, cada uno, en edad reproductiva. Los caracoles fueron criados en el Centro de Investigaciones Fernando Adán Alcántara Bocanegra (CIFAAB), del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, utilizando cajas de madera de 0,80 x 0,80 x 0,60 m revestidas de plástico, con una lámina de agua de 20 cm, en lotes de diez unidades cada uno, por un período de 80 días. Como alimento fueron ofrecidas hojas de patiquina *Dieffenbachia* sp., en una oferta diaria ad libitum, retirando los restos antes de cada oferta. El agua de los ambientes de cría fue renovada una vez por semana, antes de la oferta de comida.

Al inicio y al final del período de cría se registró la longitud base ápice o altura de la concha, la longitud del peristoma y el peso individual en ambos lotes, con fines de determinación del crecimiento y del factor de condición, de acuerdo a Vazzoler (1982). Asimismo, se registraron el consumo de

alimento, la ocurrencia de desoves y la sobrevivencia, así como las variables ambientales pH y temperatura del agua. Con los datos de consumo del alimento fue determinada la tasa de conversión alimenticia aparente.

Características de los desoves

Durante el período de cría se observó la ocurrencia de 51 desoves (28 % del total de adultos), cuyos productos fueron colectados al 100 % al día siguiente, cuando presentaban su cubierta endurecida, utilizando un cuchillo pequeño para ejercer presión desde el borde y lograr su desprendimiento de los lugares de desove. Luego de la colecta fueron registrados el color, la longitud, el ancho, el espesor y el peso de cada desove, estimando el número de huevos en base al registro del peso de una muestra de 30 huevos.

Los desoves fueron sometidos a incubación, bajo techo, en ambientes artificiales compuestos por un tamiz de alambre galvanizado colocado sobre bandejas con agua, manteniendo los huevos sobre el nivel del agua para que, al llegar la eclosión, las crías cayeran directamente a las bandejas con agua.

Cría de fases iniciales

Se criaron nidadas de *Pomacea maculata*, procedentes de un mismo desove, en número de 30 por unidad experimental, por 45 días, en un experimento con un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, con el objetivo de determinar el crecimiento y la sobrevivencia. Los tratamientos fueron tal como se indica a continuación:

T1: agua clara (renovación del 100 % cada 10 días) + *Dieffenbachia* sp.

T2: agua verde (renovación del 50 % cada día) + *Dieffenbachia* sp.

T3: agua verde (renovación de 50 % cada tres días) + *Dieffenbachia* sp.

T4: agua verde (renovación de 100 % cada 10 días) + *Dieffenbachia* sp.

Fueron utilizadas como unidades experimentales bandejas de plástico de 40 cm de diámetro, con una lámina de agua de 15 cm. *Dieffenbachia* sp. fue recolectada en los humedales del CIFAAB y fue suministrada en una oferta diaria ad libitum. El agua verde con plancton *Chlorella* y *Scenedesmus*, procedió de las artesas de producción de alimento vivo operadas en el CIFAAB del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

Los muestreos de crecimiento y sobrevivencia fueron realizados cada 10 días y consistieron en el registro de la longitud base ápice y longitud del peristoma. En cada ocasión se determinó el peso de 30 individuos de cada unidad experimental en una sola operación.

Durante el período de cría de los pequeños caracoles se registraron el pH y la temperatura del agua con una frecuencia diaria. El nitrógeno amoniacal y el nitrito se registraron cada 10 días. El pH fue registrado con el medidor de pH Hanna, modelo 502, la temperatura fue registrada en grados Celsius haciendo uso del termómetro de máxima y mínima Fisher y el nitrógeno amoniacal así como los niveles de nitritos fueron registrados en mg/L, con un kit AQ-2 de la empresa LaMotte.

Los datos fueron procesados en hojas de cálculo Excel y analizados en el Programa PASW Statistics 18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los adultos

Pomacea maculata (Gasteropoda, Ampullariidae) es un molusco de origen amazónico que tiene una forma globosa (Figura 1). Vive en las zonas inundables de los sistemas del Marañón y Ucayali, en donde se alimenta de perifiton, detritus y hierbas diversas (Cobos, 1998).



Figura 1. Ejemplares adultos de Churo *Pomacea maculata* mantenidos en ambiente controlado.

La longitud base-ápice de la población adquirida fue de $7,7 \pm 1,15$ cm que, corresponde a un peso de $124 \pm 45,16$ g, con un peso mínimo de 44 g y un máximo de 278 g (Tabla 1). La relación entre la longitud base-ápice y el peso es descrita por la ecuación $y = 46,517x - 239,45$ ($R^2 = 0,9505$) y la relación entre la longitud del peristoma y el peso es descrita por la ecuación $y' = 47,438x' - 154,71$ ($R^2 = 0,6671$) Figuras 2 y 3.

Youens & Burks (2007) utilizaron diferentes métodos de medida en varios estudios con caracoles, analizando la altura de la concha, el ancho del opérculo y el peso, recomendando el uso del ancho del opérculo para predecir el peso y para la distinción de los sexos en *P. insularum*. En nuestro trabajo hemos utilizado la longitud base-ápice o altura de la concha y la longitud del peristoma, observando alto nivel de correlación ($R^2 = 0.9505$) entre la longitud base ápice o altura de la concha y el peso, por lo que sugerimos el uso de esta medida con fines de estimación del peso de *P. maculata*.

El análisis del factor de condición de la población adquirida en el mercado indica que el crecimiento de *P. maculata* es de tipo alométrico (Tablas 1 y 2). Según Vazzoler (1982), el factor de condición (K) es expresado por la relación: $K = Wt/Lt^3$, donde Wt es el peso total (g) y Lt es la longitud total del pez (cm). Como se aprecia en la definición que antecede, este factor ha sido establecido y es aplicado frecuentemente en peces (Vazzoler, 1982; Alcántara et al., 2009). En nuestro caso hemos utilizado el análisis del factor de condición en *P. maculata* comprobando su validez y su posible aplicación en el conocimiento del estado fisiológico de la especie.

Durante el periodo de cría fueron notables las variaciones del peso promedio y del factor de condición de la especie al estado adulto observando que K puede variar de 1,59 a 4,06 (Tabla 2). Las variaciones anotadas se deben tanto al crecimiento como a la ocurrencia de los desoves. Considerando que la población analizada está compuesta por individuos adultos en estado de maduración sexual y desove, concluimos que *P. maculata* tiene un crecimiento de tipo alométrico, tal como fue reportado por Estebenet et al. (2006) para *P. canaliculata*. El valor del factor de condición constituye una alternativa que puede contribuir en la determinación del estado fisiológico de la especie, en particular, de los individuos en vías de desove y desovantes ya que, el evento del desove significa una pérdida de peso que puede llegar al 10 % del peso total (Tabla 3).

P. maculata, alimentado con patiquina *Dieffenbachia* sp., alcanzó en promedio $130 \pm 43,8$ g

en ochenta días, con un peso máximo de 306 g (Tabla 2), confirmando que el alimento ofrecido fue eficaz para la alimentación, sobrevivencia y reproducción de la especie y su aceptación de hierbas diversas como insumos alimenticios (Mayta, 1976; Rojas & Mori, 1976; Cobos, 1998).

La evaluación del crecimiento y del consumo de *Dieffenbachia* sp. por la especie en consideración, permitió establecer el incremento de biomasa y la tasa de conversión alimenticia aparente de *P. maculata* en 3,15, con una tasa de consumo diario por caracol de 0,5212 g. Tabla 3. Al respecto, Wong *et al.* (2010) indicaron que la tasa de alimentación varió de 1,1 a 22 % de la masa corporal.

Padilla & Alcántara (2002) utilizaron *Dieffenbachia* sp. como alimento en la cría de este caracol en comunidades indígenas, logrando buenos niveles de crecimiento. En la cría de adultos de *P. maculata*, utilizando *Dieffenbachia* sp. como alimento, al término de 80 días los caracoles presentaron una ganancia de peso importante, con alta incidencia de desoves equivalente al 30 % del lote total, con una sobrevivencia de 98 % de los adultos. Baker *et al.* (2010), reportaron diversas tasas de consumo para la especie *Pomacea insularum*, alimentada con diferentes plantas acuáticas, con altos niveles de *Limnobium spongia* (0,744 g/día) y *Chara* sp., (0,478 g/día), bajos de *Eichornia crassipes* (0,053 g/día) y no detectables para *Pistia stratiotes*. Igualmente, Rojas & Mori (1976), Mayta (1978), Villacorta (1976) criaron caracoles acuáticos ofreciendo como alimento diversos insumos vegetales. Si bien se conoce los resultados de cría de los adultos, aún existe poco conocimiento sobre la alimentación, sobrevivencia y crecimiento de esta especie durante todo el proceso de cría.

López *et al.* (2006), reportaron un contenido de proteína de 7,6 % en *Dieffenbachia oerstedii* y de 9,5 % en *D. aurentiaka*, con niveles de 3,39 % de calcio y de 0,58 % de magnesio, lo que confirma que la patiquina constituye un buen alimento para *P. maculata* en edad reproductiva y en condiciones de cría en ambiente controlado.

Dieffenbachia sp. (Aracea) es una especie relativamente abundante en la Amazonía peruana, crece naturalmente en los humedales de las tierras no inundables y puede ser colectada fácilmente para ser utilizada como alimento de estos caracoles en condiciones de cría. Sin embargo, se debe tener

cuidado con los niveles de oferta, ya que durante el período experimental se observó que cuando las hojas permanecen en el agua por un período mayor de dos días, tienden a descomponerse, dando lugar a la formación de un mucilago verdoso que elimina el interés alimenticio de los caracoles.

Terra & Schäfer (2010), reportaron que las hembras de *Pomacea canaliculata* sufren la decalcificación progresiva a medida que depositan sus huevos y los individuos mueren luego de completar su actividad reproductiva. Por nuestra parte, hemos observado altos niveles de sobrevivencia (98 %) en el período de cría de los adultos, pero los individuos presentaron la erosión progresiva de la concha, debido a que, con frecuencia, se ubican uno sobre otro para raspar su superficie. Este comportamiento podría tener como causas la necesidad de gastar la rádula, la deficiencia de nutrientes como el calcio o la necesidad de ingesta de perifiton. Las lesiones más frecuentes son la erosión del ápice (80,77 %), siguiendo en orden de importancia las ranuras en el caparazón (14,10 %) y los orificios en el caparazón (5,13 %), Figura 1.

Cueto *et al.* (2011), analizaron la composición de la hemolinfa de *Pomacea canaliculata* reportando la presencia de hasta dos dígitos de los cationes sodio, calcio, potasio y magnesio y de los aniones cloruro, bicarbonatos y fosfatos. El cobre total en plasma (componente de la Hemocianina) estuvo presente en concentraciones más altas que el hierro. El amonio fue el principal compuesto de excreción, el ácido úrico estuvo presente en bajas concentraciones y la úrea en niveles limitados. Los aminoácidos en plasma, presentes en niveles de dos dígitos, fueron glutamina, alanina, valina, metionina, treonina y leucina; en niveles de un dígito estuvieron prolina, fenilalanina, isoleucina, serina, glicina y ácido glutámico. No fueron detectados histidina, tirosina, triptofano, lisina y ácido aspártico. Este reporte da una idea de la importancia que puede tener *P. maculata* como fuente de proteína en la alimentación y nutrición humana y justifica, en gran medida, cualquier esfuerzo que se realice en mejorar el conocimiento sobre la especie.

Durante el período de cría de los adultos se observaron variaciones de la temperatura máxima de 25 a 27 °C, mientras que las variaciones de la temperatura mínima fueron de 23 a 25 °C y el pH varió de 5,95 a 6,90, niveles que fueron adecuados para su sobrevivencia y reproducción.

Tabla 1. Análisis de frecuencia de las medidas y del factor de condición de *Pomacea maculata* adulto adquirido en el mercado de Belén. Iquitos.

Variable	Longitud base-ápice (cm)	Longitud del peristoma (cm)	Peso total (g)	K x 10
N válidos	95	95	95	95
Media	7.7	5.95	124	2.52
Desv. típ.	1.15	0.87	45.16	0.28
Rango	6.1	4.7	234	1.7
Mínimo	3.7	3.7	44	1.84
Máximo	9.8	8.4	278	3.54

Tabla 2. Análisis de frecuencia de las medidas y del factor de condición de *Pomacea maculata* adulto a los ochenta días de cría

	Longitud base-ápice (cm)	Longitud del peristoma (cm)	Peso (g)	K
N válidos	93	93	93	93
Media	7.9	5.9	130	2.53
Desv. típ.	2.84	6.68	43.88	.32
Rango	3.50	3.29	246.00	2.47
Mínimo	6.14	4.51	60.00	1.59
Máximo	9.64	7.80	306.00	4.06

Tabla 3. Biomasa inicial y final, desoves, consumo de *Dieffenbachia sp.*, y conversión alimenticia aparente de *Pomacea maculata* en edad reproductiva, en condiciones experimentales

Caso	Biomasa churos		Número desoves	Biomasa desoves (g)	Desoves % Biomasa	Biomasa final + Desoves (g)	Consumo de alimento (g)	TCAA	Tasa consumo/día/caracol
	Inicial (g)	Final (g)							
K	2361.38	2310.19	6	218.54	9.46	2579.92	292.7		
L	2558.23	2264.54	7	189.52	8.37	2747.75	569.61		
M	2425.83	2389.05	3	38.16	1.60	2463.99	545.05		
TOTAL	7345.44	6963.78	16	446.22		7791.66	1407.36	3.15	0.5212

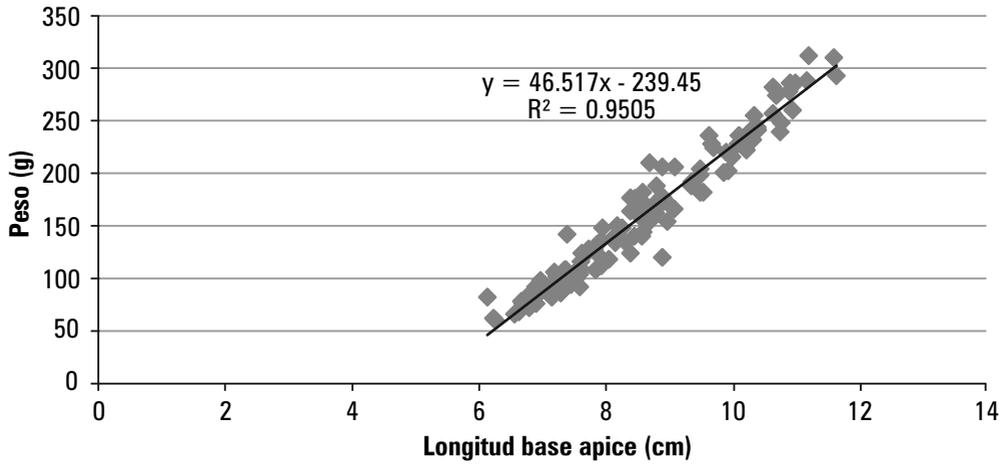


Figura 2. Relación longitud base – ápice – peso de *Pomacea maculata* mantenido en ambiente controlado.

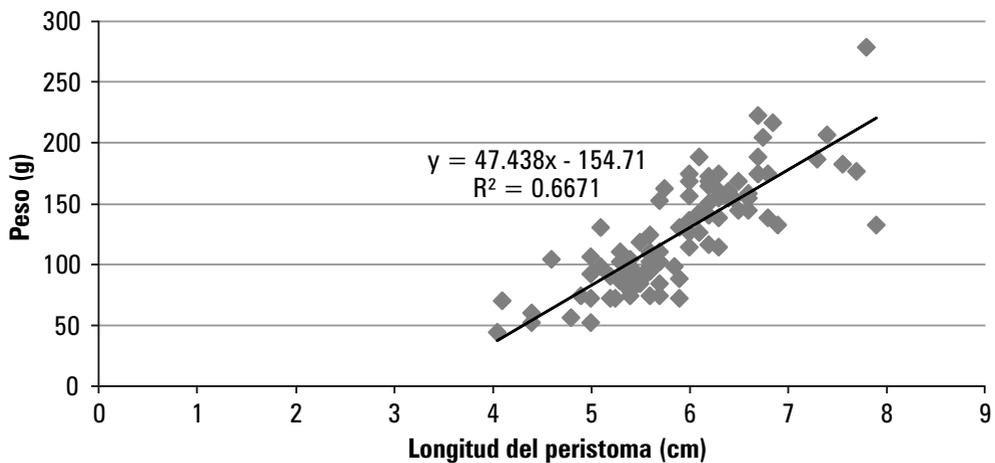


Figura 3. Relación entre la longitud del peristoma y el peso de *Pomacea maculata* mantenidos en ambiente controlado.

Características de los desoves

La forma, longitud, ancho y espesor de los desoves fueron diversos, observándose inclusive, huevos en dos o más estratos, por lo que consideramos que el peso es la medida que mejor los describe (Figura 4).

Los desoves presentaron una longitud de $12,32 \pm 4,73$ cm, con un ancho de $3,41 \pm 0,90$ cm, un espesor de $1,89 \pm 0,80$ cm y un peso de $32,06 \pm 16,22$ g. Los huevos de *P. maculata* presentaron una diversidad de colores, con alta frecuencia del color marrón (82,4 %), verde (7,8 %), naranja (5,9 %) y rojo (3,9 %), factor que podría deberse a factores de índole genética o edad de los progenitores, más que a factores relacionados con la alimentación o la calidad del agua, dadas las condiciones homogéneas de manejo durante el período de cría. Los desoves de color rojo fueron los de mayor peso ($46,38 \pm 17,37$ g), si bien, fueron también los menos frecuentes, seguidos de los de color marrón ($31,32 \pm 17,83$ g), de color verde ($28,54 \pm 3,51$ g) y los de color naranja ($21,66 \pm 6,88$ g), sin diferencia estadística significativa entre ellos ($p > 0,05$).



Figura 4. Desove de churo *Pomacea maculata* en ambiente artificial.

En relación a los desoves, diferentes autores reportaron que durante la estación de reproducción, después de la cópula, las hembras depositan racimos de huevos rosados a rojizos y calcáreos, sobre el nivel del agua, en las partes emergentes de plantas, rocas y otros elementos (Hylton Scott, 1957, en Catalán *et al.*, 2002; Alcántara *et al.*, 1996; Kyle *et al.*, 2011), lo que concuerda con nuestras observaciones. La estrategia de reproducción de *P. maculata* de depositar sus huevos fuera del agua, expuestos a períodos de humedad variables, probablemente, tiene implicancias en los niveles de eclosión y de sobrevivencia, tal como ya lo analizó Bernatis (2008) en *P. canaliculata*, indicando niveles de tolerancia a la desecación de siete semanas para la eclosión; en todo caso, es necesario investigar la duración del período de incubación y la tasa de eclosión y sobrevivencia de las crías en diferentes condiciones de humedad de los desoves.

El peso medio de un huevo fue de 0,051 g ($N = 11$), dato que sirvió para estimar el número de huevos por desove en 757 ± 240 , con un mínimo de 380 y un máximo de 1.085. Alcántara *et al.* (1996), indicaron que el número de huevos de *P. maculata* variaba de 800 a 1.200, valores que difieren de nuestros resultados y que aparentemente se debe al método de estimación utilizado. El número estimado de huevos en *P. maculata* difiere de la estimación efectuada en *P. canaliculata*, de la que se reportó variaciones de 1.316 a 10.869 huevos por hembra (media de 4,506), distribuidos en 8 a 57 masas (Martin & Estebenet, 2002, no publicado, en Estebenet & Martin, 2002), lo que podría deberse a aspectos de índole específica. Durante el período de cría de *P. maculata* fue observada la ocurrencia de dos desoves de tres hembras, evidencia que indica que la especie tiene un potencial reproductivo aún poco conocido y que a la vez, representa una ventaja para la cría con fines de producción de carne.

Los desoves ocurrieron en el período comprendido entre diciembre de 2011 y marzo de 2012, coincidiendo con la intensificación del período de lluvias, observando variaciones de la temperatura del agua de los ambientes de cría de 24 a 30 °C, mientras que la temperatura del ambiente varió entre un mínimo de 20 °C y un máximo de 37.0 °C.

Meyer-Willerer & Santos-Soto (2006), trabajando con la especie *Pomacea patula* en diferentes condiciones de iluminación y temperatura a través del año, reportaron altos niveles de correlación entre la longitud y el peso de las hembras con el número de huevos en cada desove. Igualmente, reportaron un mayor crecimiento en la cría de estos caracoles acuáticos en niveles de

temperatura de 26 a 32 °C y menor crecimiento entre 22 y 26 °C. Al respecto, Albrecht *et al.*, 1999, (en Estebenet & Martin, 2002) indicaron que la temperatura, y no el fotoperiodo, puede ser el factor crítico y determinante de las actividades de cópula y desove en *P. canaliculata* en las regiones templadas y la intensidad reproductiva está relacionada directamente con el incremento de la temperatura con relación a los niveles de invierno; pero Estebenet & Martin, (2002) indican que la temperatura adecuada para la reproducción es desconocida. Aun son desconocidos los niveles adecuados de temperatura para la cópula y desove de *P. maculata*, sin embargo, la ocurrencia de los desoves durante la madrugada y las primeras horas de la mañana, cuando se registra los niveles de temperatura más bajos en la Amazonía peruana, indica la posibilidad de que la especie requiere de esos niveles para el desove. Sin embargo, se nota una aparente correlación positiva entre la precipitación y la frecuencia de desoves, por lo que consideramos que podría existir una concomitancia entre la disminución de la temperatura y el incremento de la precipitación como aspectos favorables para la especie, que deja de desovar con la disminución de la precipitación y el incremento de la temperatura.

McDonough *et al.* (2009), reportaron alta preferencia de *Pomacea insularum* por el sustrato para el desove, en particular, de *Colocasia esculenta* y que esta preferencia persiste a través de las estaciones y de los años. Igualmente, Kyle *et al.* (2011), reportaron preferencia de *P. insularum* por la *Colocasia esculenta* para el desove. En nuestro trabajo hemos observado que *P. maculata* desovó sin dificultad sobre la superficie de plástico que utilizamos para forrar internamente las cajas de madera utilizadas como unidades de cría, lo cual evidencia signos de plasticidad de la especie como una ventaja adicional en la eventualidad de su cría.

Durante la incubación, los huevos, blandos y blanquecinos al momento del desove, van endureciendo progresivamente su cubierta calcárea, adquiriendo diferentes colores en el término de las 24 horas siguientes al desove y, a medida que pasan los días, van perdiendo el color. Cerca ya a la eclosión, se tornan blanquecinos y su cubierta se vuelve frágil, facilitando la salida de las crías.

El período de incubación tuvo una duración de 18 ± 4 días con un mínimo de 11 y un máximo de 27. Alcántara *et al.* (1996), reportaron que el período de incubación de esta especie dura de 12 a 16 días con una media de 14 días, diferencia que, entendemos, se debe a las diferentes condiciones ambientales observadas durante la incubación. Durante el período experimental fueron observadas variaciones

de la temperatura ambiental entre un mínimo de 20 °C y un máximo de 37 °C.

Cría de las fases iniciales

Los mejores resultados de crecimiento de las crías de *Pomacea maculata*, durante la fase experimental, fueron observados en los tratamientos con agua verde y patiquina, tanto en la renovación del 50 % del agua cada día, como en la renovación del 50 % cada tres días (T2 y T3 > T1 y T4), lo que indica que el plancton y el detritus derivado del agua verde y la *Dieffenbachia* sp., tuvieron un efecto complementario en la alimentación de *P. maculata*. Comparando los tratamientos dos y tres, en los que se utilizó agua verde con renovación del 50 % cada día y cada tres días, no se observa diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$), lo que significa que la especie encontró condiciones similares de alimentación en las dos estrategias de cría. Sin embargo, en el tratamiento con una renovación del agua verde cada diez días y oferta de *Dieffenbachia* sp., se obtuvo un crecimiento similar al tratamiento en agua clara y oferta de *Dieffenbachia* sp., indicando que la renovación del agua verde cada diez días no tiene efecto significativo en el crecimiento de *P. maculata* ($p > 0,05$), aparentemente, por su escaso aporte de perifiton para la alimentación de *P. maculata* (Tabla 4).

Los resultados obtenidos en este experimento concuerdan con lo reportado por Burks *et al.* (2011), que indican que la mayoría de caracoles acuáticos obtienen su energía de raer perifiton, y con el reporte de Cobos (1998), que indica que *P. maculata* en el medio natural se alimenta de perifiton, detritus y hierbas diversas.

Igualmente, en el experimento de cría de las fases iniciales de *P. maculata*, en los tratamientos con agua verde con dominancia de *Chlorella* y *Scenedesmus*, en adición a *Dieffenbachia* sp., se obtuvo una mejor sobrevivencia que en los tratamientos con agua clara y agua verde con renovación cada diez días (T2, T3 y T4 > T1), estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) (Figura 5). En los tratamientos dos y tres con oferta de agua verde con 50 % de recambio cada día y con el mismo nivel de recambio cada tres días, en adición a la *Dieffenbachia* sp., fueron observados niveles de sobrevivencia de 86 %, mientras que en el agua clara fue observado un nivel de sobrevivencia de 32 %. En el tratamiento cuatro con oferta de agua verde cada diez días, se observó un porcentaje de sobrevivencia del 66%.

Tabla 4. Análisis de varianza del peso final de *Pomacea maculata* criado en agua clara, agua verde y oferta de *Dieffenbachia* sp.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM
Tratamientos	3	73.505	24.502
Error	8	4.174	0.522
	---	---	---
F =	46.9556	---	---
(p) =	0.0001	---	---
Media (Columna 1) =	1.32	---	---
Media (Columna 2) =	6.6333	---	---
Media (Columna 3) =	6.65	---	---
Media (Columna 4) =	2.13	---	---
	---	---	---
Bonferroni:	B	(p)	---
Medias (1 y 2) =	1.097	< 0.05	---
Medias (1 y 3) =	1.097	< 0.05	---
Medias (1 y 4) =	1.097	> 0.05	---
Medias (2 y 3) =	1.097	> 0.05	---
Medias (2 y 4) =	1.097	< 0.05	---
Medias (3 y 4) =	1.097	< 0.05	---

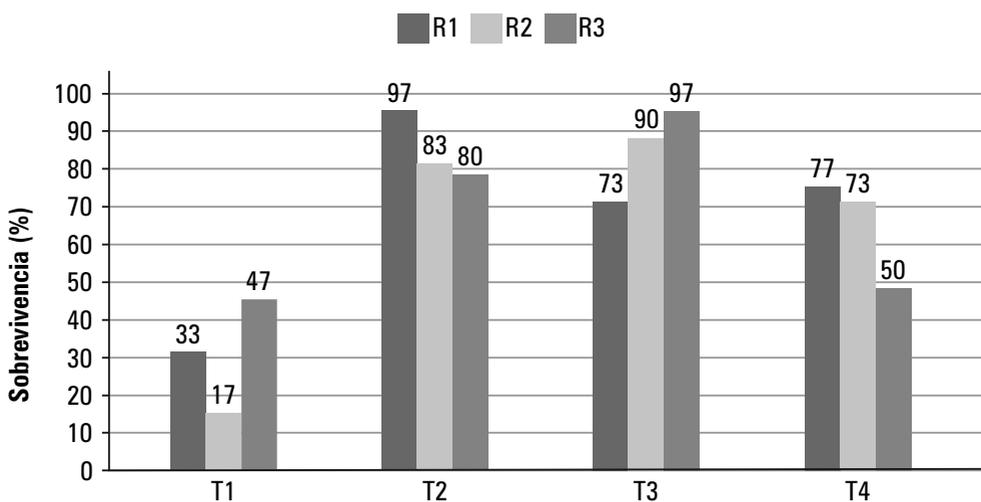


Figura 5. Supervivencia de *Pomacea maculata* criado en agua verde y agua clara.

Estos datos corroboran el efecto complementario del plancton y el detritus en la alimentación de *Pomacea maculata* con patiquina *Dieffenbachia* sp. Asimismo, los resultados indicaron que el recambio de agua verde cada diez días tiene efecto significativo en la sobrevivencia (T4>T1), pero en menor grado que en los tratamientos con recambio del 50 % cada día y cada tres días. Concluimos por tanto que la oferta de agua verde con dominancia de *Chlorella* y *Scenedesmus* tiene efecto significativo en el crecimiento y en la sobrevivencia de las fases iniciales de *P. maculata* con tasas de recambio de agua de 50 % cada día o 50 % cada tres días.

A través del período de cría fueron observadas fugas de algunos individuos y en muchas ocasiones detectamos especímenes ascendiendo por las paredes de las unidades de cría o fuera de ellas. El comportamiento descrito podría indicar la necesidad de desarrollo en un ambiente con humedad y hierbas acuáticas o litorales, con bajos niveles de iluminación.

Durante la fase experimental fue observada una temperatura media de 24,31 ± 1,14 con una mínima de 22,91 y una máxima de 26,66 °C, mientras que, el pH fue de 7,39 ± 0,81, con un mínimo de 5,91 y un máximo de 9,67 y los niveles de nitrógeno amoniacal fueron menores de 2 mg/L, mientras que, los valores del nitrito fueron menores de 0,05 mg/L. Los niveles de las variables físico químicas observados fueron adecuados para el crecimiento y la sobrevivencia de *P. maculata*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, F.; Nakagawa, N. 1996. Cultivo preliminar de churo, *Pomacea maculata* (Ampullariidae, Gasteropoda, Perry, 1810). *Folia Amazónica*, 8(2): 29-34.
- Alcántara, F.; Chu, F.; Rodríguez, L.; Chávez, C.; Tello, S.; Núñez, J. 2009. Relación longitud-peso y el factor de condición del zúngaro tigrinus *Brachyplatystoma tigrinum* del río Amazonas, Loreto, Perú. *Folia Amazónica*, 17(1-2): 22-28.
- Bernatis, J. 2008. Shell morphology and physiological tolerances of the exotic apple snails *Pomacea insularum* and *Pomacea canaliculata*, in Florida. Fisheries and Aquatic Sciences, University of Florida and Florida Fish and Wildlife Commission, Gainesville, FL, Proceedings of the North American Benthological Society, Grand Rapids, Michigan.
- Burks, R.; Hensley, S.; Kyle, C. 2011. Quite the appetite: Juvenile Island Apple Snails (*Pomacea insularum*) survive consuming only exotic invasive plants. *J. Mollus. Stud.* <http://mollus.oxfordjournals.org/content/early/2011/07/29/mollus.eyr022.abstract> . (Acceso: 10.03.12).
- Catalán, N.; Fernández, S.; Winik, B. 2002. Oviductal structure and provision of egg envelopes in the apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda, Prosobranchia, Ampullariidae). Workshop: "Biology of Ampullariidae". Minireview. *Biocell.*, 26(1): 91-100.
- Cobos, M. 1998. Bioecología del churo *Pomacea maculata* en el Caño Liverpool, Río Marañón. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Biológicas. Tesis para optar el título de Biólogo. 96 pp.
- Cueto, J.; Giraud-Billoud, M.; Vega, I.; Castro-Vásquez, A. 2011. Haemolymph plasma constituents of the invasive snail *Pomacea canaliculata*. Laboratory of physiology (IHEM-CONICET), Department of Morphology and Physiology, National University of Cuyo, Mendoza, Argentina, and, Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET), Puerto Madryn, Argentina. <http://www.mapress.com/mr/content/v31/2011f/n1p060.htm>. Accesado: 15.05.12
- Estebenet, A.; P. Martin. 2002. *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae): Life-history Traits and their plasticity. *Biocell.*, 26(1):83-89.
- Estebenet, A.; Martín, P.; Burela, S. 2006. Conchological variation in *Pomacea canaliculata* and other South American Ampullariidae (Caenogastropoda, Architaenioglossa). Workshop: Biology of Ampullariidae. *Biocell.*, 30(2): 329-335.
- García, J. 1997. Cultivo y reproducción del churo *Pomacea maculata*. Informe técnico interno. IIAP. 6 pp.
- Guimaraes, C. T. 1981. Algumas observações de campo sobre Biologia e Ecologia de *Pomacea haustum* (Reeve, 1856), (Mollusca, Piliidae), *Memoria Institucional Oswaldo Cruz*, 76(4): 343-351.
- Kyle, C.; Kropf, A.; Romi - Burks, L. 2011. Prime waterfront real estate: Apple snails choose wild taro for oviposition sites. *Current Zoology*, 57 (5): 630-64.
- Liang, Y.; Wong, P.; Jian-Wen, Q. 2010. Palatability of macrophytes to the invasive freshwater snail *Pomacea canaliculata*: differential effects of multiple plant traits by Department of Biology,

- Hong Kong Baptist University, Hong Kong, China, Freshwater Biology, Blackwell Publishing Ltd. <http://www3.interscience.wiley.com/journal/123501445/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0>. Accesado: 15.05.12.
- López, M. T.; Altrichter, M.; Sáenz, J.; Eduarte, E. 2006. Valor nutricional de los alimentos de *Tayassu pecari* (Artiodactyla: Tayassuidae) en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 54(2): 687-700.
- Mayta, R. 1978. Estudio sobre la biología del churo (*Pomacea maculata* Perry, Gasteropoda; Ampullariidae) en el laboratorio. *Anales Científicos UNA*. XVI(1-4): 11-14.
- McDonough, J.; Kyle, C.; Burks, R. 2009. Pink eggs and snails: Field oviposition patterns of *Pomacea insularum* that may identify wetlands or shallow lakes susceptible to invasion. Department of Biology, Southwestern University, Georgetown, TX 78626, Texas Academy of Sciences Meeting, March 6.
- Meyer-Willerer, A.; Santos-Soto, A. 2006. Temperatura and light intensity affecting egg production and growth performance of the Apple Snail *Pomacea patula* (Baker, 1922). *Avances en investigación agropecuaria*, 10(3): 41-58.
- Padilla, P.; García, A.; Cortez, J.; Delgado, C.; Mori, P.; Ismiño, R.; Montreuil, V.; Guerra, H.; Tello, S.; Alcántara F.; Tello, G. 2000. Cultivo y procesamiento del churo. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana –IIAP - Iquitos - Perú. 49 pp.
- Padilla, P.; Alcántara, F. 2002. Informe situacional del proyecto Producción, aprovechamiento y comercialización de churo en las comunidades Cocama Cocamilla – Loreto – Perú. Programa Regional de Apoyo a los Pueblos Indígenas de la cuenca del Amazonas. IIAP. PRAIA. 12 p.
- Rojas, J.; Mori, L. 1976. Aspectos bioecológicos importantes del churo, *Pomacea canaliculata*, d'Orbigny. Centro de Investigación de los recursos Naturales Amazónicos. CIRNA. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos.
- Terra, N.; Schäfer, A. 2010. Weight Gain and Reproduction of *Pomacea canaliculata*. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler, RS – Divisão de Biologia – Porto Alegre – RS – Brasil., Fachrichtung Biogeographie – Zentrum für Umweltforschung – Universität des Saarlandes – Saarbrücken – Deutschland, Brazilian Journal of Ecology. <http://mollus.oxfordjournals.org/content/early/2011/03/18/mollus.eyr005.abstract>. Accesado: 15.04.12
- Vazzoler, M. 1982. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e crescimento. CNPq. Programa Nacional de Zooloía. 106 pp.
- Villacorta, M. 1976. Algunas consideraciones del churo *Pomacea maculata*, Perry. Tesis para optar el título profesional de Biólogo en el Programa Académico de Biomédicas de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos.
- Youens, A. K.; Burks, R. L. 2007. Comparing apple snails with oranges: the need to standardize measuring techniques when studying *Pomacea*. Southwestern University, Georgetown. USA. Aquatic Ecology, Springer Science & Business Media B.V. <http://ecologia.ib.usp.br/seb-ecologia/revista/n299/weight.html>. 15.05.12

Recibido: 14 de febrero del 2015

Aceptado para publicación: 11 de abril del 2015

