

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS, HISTORIA DE VIDA Y CRECIMIENTO DE *POLYMITA BROCHERI* (GASTROPODA: CEPOLIDAE) EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO

Henry RODRÍGUEZ-POTRONY¹, Camila BOSCH-DIAZ², Mario J. GORDILLO-PÉREZ²,
Juannier RODRÍGUEZ-MATOS² Y Bernardo REYES-TUR²✉

1. Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO), Museo de Historia Natural "Tomás Romay", José A. Saco # 601, esq. Barnada, Santiago de Cuba 90100, Cuba.
2. Departamento de Biología y Geografía, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Oriente, Ave. Patricio Lumumba, Santiago de Cuba 90500, Cuba.

RESUMEN: *Polymita brocheri* es una especie de molusco arborícola, amenazada y endémica de Cuba. Pese a la necesidad de comprender su ciclo de vida para su conservación, existe escasa información sobre su historia de vida y biología de la reproducción. Por ende, el objetivo de esta investigación es aportar datos sobre el coeficiente de fecundidad, la tasa de natalidad, la duración de la incubación, los parámetros de historia de vida y las curvas de sobrevivientes y crecimiento de dicha especie. El trabajo se realizó en condiciones de cautiverio, entre 2016 y 2019. En Maisí, Guantánamo, se recolectaron 10 individuos adultos que fueron mantenidos en parejas, en recipientes plásticos, para monitorear la presencia de cópulas, puestas y eclosiones. De los eclosionados, fueron seguidos 60 individuos desde la eclosión hasta la muerte, de ellos se registró el número de sobrevivientes y el crecimiento del diámetro mayor de la concha. Se informan las ecuaciones para las curvas de sobrevivientes y crecimiento, así como parámetros de la tabla de vida. Como promedio, el coeficiente de fecundidad alcanzó 89 huevos por puesta, la tasa de natalidad fue 69 % del total de huevos puestos y el desarrollo embrionario duró 9 días. La curva de sobrevivientes y la tabla de vida indican una elevada tasa de mortalidad de individuos recién eclosionados y jóvenes (curva de sobrevivientes Tipo III), y valores bajos de esperanza de vida y tasa de crecimiento poblacional. Según la curva de crecimiento deben transcurrir entre 15 y 24 meses para alcanzar la talla de los progenitores y la madurez sexual se comprobó después de 20 meses de vida, como promedio.

PALABRAS CLAVE: ciclo de vida, curva de sobrevivientes, ecología, Mollusca

ABSTRACT: REPRODUCTIVE PARAMETERS, LIFE HISTORY AND GROWTH OF *POLYMITA BROCHERI* (GASTROPODA: CEPOLIDAE) IN CAPTIVE CONDITIONS. *Polymita brocheri* is a threatened Cuban endemic tree snail species. Although the understanding of its life cycle is vital for conservation plans, there is scant information about its life history and reproductive biology. Therefore, the aim of the current work is to shed light on the fertility coefficient, hatching rate, incubation length, life table parameters and curves of survivorship and growth of this species. We studied this under captive conditions between 2016 and 2019. Ten individuals were collected in Maisí, Guantánamo, and kept in pairs, in plastic containers to check mating, oviposition and hatching. A total of 60 hatchlings were followed from hatching to death, recording survivals and growth of the shell's major diameter. The resulting survivorship and growth curves, and life table parameters are reported here. On average, the fertility coefficient was 89 eggs per laying, hatching rate was 69 % of total eggs laid and incubation lasted 9 days. The survivorship curve and life table indicated high mortality rate of hatchlings and juveniles (Type III survivorship curve), low life expectancy and low net reproductive rate. Growth curve indicated that snails reached their adult size between 15 and 24 months after hatching and sexual maturity was reached after 20 months on average.

KEYWORDS: ecology, life cycle, Mollusca, survivorship curve.

✉ BERNARDO REYES-TUR
breyestur@gmail.com



Publicado en línea el 30 de junio de 2020

INTRODUCCIÓN

El género *Polymita* (Cepolidae) está compuesto por seis especies endémicas de Cuba, distribuidas desde la región oriental hasta el noroeste de Sabana-Camagüey (Torre, 1950; Milera y Martínez, 1987; Núñez-Jiménez, 1989). A consecuencia de su endemismo, unido al remarcable polimorfismo del color y los patrones de bandas de sus conchas, este género se considera uno de los más atractivos entre los moluscos cubanos (Berovides, 1987; Espinosa y Ortea, 2009).

Las especies de *Polymita* habitan en varias formaciones vegetales, desde matorrales xeromorfos hasta bosques pluviales (Milera y Martínez, 1987; Espinosa, 2011; González-Guillén, 2014). No obstante, la perturbación de los hábitats, asociada al incremento del uso de tierra para el desarrollo agropecuario, ha provocado la disminución del ámbito de distribución histórico en las poblaciones de *Polymita* (Hidalgo-Gato *et al.*, 2016), situación que puede agudizarse con el calentamiento global (Mancina *et al.*, 2017). Además, dichas poblaciones han sido afectadas por la artesanía y el comercio ilegal desde el siglo pasado (Milera y Martínez, 1987; Espinosa, 2011; González-Guillén, 2014).

Se ha informado que todas las especies de *Polymita* se encuentran amenazadas (Amaro-Valdés, 2012; Hidalgo-Gato *et al.*, 2016). Al mismo tiempo, el género ha sido incluido en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2016). Por consiguiente, es necesario conocer las características de su reproducción para comprender sus estrategias vitales e incrementar la eficiencia en las pautas de su conservación y manejo (Alfonso y Berovides, 1993).

En cuanto a la biología de la reproducción y las estrategias vitales de *Polymita*, deben destacarse los trabajos sobre el período reproductivo, el coeficiente de eclosión, las tasas de natalidad y mortalidad, el reclutamiento de juveniles y las curvas de crecimiento, en condiciones naturales y cautiverio (*P. muscarum* y *P. venusta*: Bidart *et al.*, 1998; *P. muscarum*: Díaz-Piferrer, 1962; Bidart, 1997; Reyes-Tur y Fernández, 1998; *P. picta*: Valdés *et al.*, 1986; Bidart *et al.*, 1992a, b; *P. venusta*: Reyes-Tur, 2004). Según dichos estudios estas especies tienen un ciclo de vida cercano a anual y actividad reproductiva estacional, fundamentalmente entre septiembre y noviembre.

Polymita brocheri es un molusco hermafrodita con presencia de órgano copulatorio auxiliar (aparato del dardo) en su sistema reproductor (Moreno, 1950). Su distribución geográfica está restringida al extremo oriental de Cuba (Torre, 1950). Como característica distintiva esta especie posee concha espiralada cónica, lo cual es infrecuente en moluscos con aparato del dardo (Davison *et al.*, 2005; Jordaens *et al.*, 2009). Por otra parte, se ha informado acerca de la altura de los lugares de descanso y la densidad poblacional de *P. brocheri* (Maceira, 2000; Suárez-Torres y Fernández, 2012), aunque estos datos son resultado de muestreos de corta duración.

Debido a su hábitat restringido, endemismo, grado de amenaza y la escasez de conocimientos sobre su biología, los estudios sobre *P. brocheri* constituyen una prioridad entre los moluscos cubanos. Precisamente, el objetivo de esta investigación es aportar los primeros datos sobre su coeficiente de fecundidad, tasa de natalidad, duración de la incubación, parámetros de historia de vida y curvas de sobrevivientes y crecimiento, en condiciones de cautiverio.

MATERIALES Y MÉTODOS

RECOLECCIÓN DE EJEMPLARES Y MANTENIMIENTO EN CAUTIVERIO

Puesto que *P. brocheri* es una especie protegida el muestreo fue limitado. El 19/10/2016 se recolectaron 10 individuos adultos, con labio engrosado, en la localidad Paso de los Azules (20°15,253'N y 74°09,260'W), en un área de 3 km². La localidad se encuentra 3 km al suroeste del faro de Punta de Maisí, en el municipio Maisí, provincia Guantánamo. La formación vegetal predominante es matorral xeromorfo costero, según los criterios de Capote y Berazaín (1984).

El trabajo en condiciones de cautiverio fue realizado desde el 21/10/2016 hasta el 15/08/2019, en el Departamento de Biología y Geografía, Universidad de Oriente, Cuba. Su alimentación se realizó con hojas humedecidas de *Ixora coccinea* y *Ficus* sp., infectadas con fumagina. Como fuente de carbonato de calcio se añadieron piedras de origen calcáreo y conchas vacías (Örstan, 2006). La alimentación de los animales y la limpieza de los recipientes se realizaron tres veces por semana. La temperatura se mantuvo entre 25 y 32,9 °C, la humedad relativa entre 46 y 80 %, mientras el fotoperíodo permaneció según el ciclo natural de luz y oscuridad.

PUESTAS Y ECLOSIONES EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO

Entre octubre y noviembre del 2016, se colocaron dos individuos por recipientes de 1 500 mL con una capa de 3 cm de tierra en el fondo. Los recipientes fueron revisados diariamente para buscar signos de actividad reproductiva (*i.e.*: cópulas, puestas y eclosiones). En caso de encontrar puestas, si era necesario, se le añadieron cinco gotas de agua para mantener la humedad. Los huevos fueron aislados para determinar el tiempo hasta la eclosión. Como parámetros reproductivos se determinaron la cantidad de puestas por individuo, el número de huevos por puesta (coeficiente de fecundidad), el porcentaje de individuos eclosionados del total de huevos puestos (tasa de natalidad) y el tiempo entre puesta y eclosión (duración de la incubación, expresado en días), según Daguzan *et al.* (1981).

CURVAS DE SOBREVIVIENTES Y CRECIMIENTO EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO

El experimento se inició con 60 individuos de los recién eclosionados en cautiverio, los cuales se colocaron en un recipiente plástico de 4,6 L (26,2 x 17,0 x 18,8 cm) durante 69 días. A partir de los 70 días, para eliminar la competencia, los 36 individuos sobrevivientes se individualizaron en botellas plásticas de 1 500 mL. Como promedio, los datos sobre sobrevivientes y crecimiento fueron obtenidos mensualmente en el primer año; posteriormente, cada dos meses.

Para elaborar la curva de crecimiento se midió el diámetro mayor de la concha con un pie de rey (error 0,01 mm) y se determinaron los valores mínimos, máximos y las medianas. Al mismo tiempo, se cuantificó el número de sobrevivientes hasta la muerte del último individuo. Con estos datos se confeccionaron la curva de sobrevivientes y una tabla de vida a partir de los criterios de Staikou (1998). Se determinaron los siguientes parámetros de la tabla de vida: número de individuos que sobreviven al inicio de la clase de edad x (a_x), número de individuos que sobreviven al inicio de la clase de edad x si originalmente existieran 1 000 recién eclosionados (l_x), número de animales fallecidos durante el intervalo de edad x (d_x), tasa de mortalidad durante el intervalo de edad x ($q_x = d_x/l_x$), número de individuos vivos entre intervalos de edad $x + x+1$ [$L_x = (L_x + L_{x+1})/2$], número total de individuos por unidades de edad mayores que x ($T_x = L_x + L_{x+1} + \dots + L_w$), esperanza de vida a la edad x ($e_x = T_x/L_x$), número de individuos vivos du-

rante el intervalo de edad x como fracción de una población inicial de uno (l'_x), número de recién eclosionados/animal adulto (m_x), número total de eclosionados en cada intervalo de edad ($V_x = l'_x \cdot m_x$) y crecimiento reproductivo neto ($R_0 = V_x$).

Para evaluar la madurez sexual de los individuos aislados y que fueron criados en cautiverio, se realizaron experimentos cada 15 días durante octubre y noviembre del 2017 y 2018. En cada experimento se colocaron entre 4 y 8 individuos en un recipiente plástico de 500 mL y se determinó su proclividad para iniciar cor-tejos y cópulas, según Reyes-Tur *et al.* (2015).

PROCESAMIENTO DE DATOS

Para la curva de sobrevivientes se utilizó la ecuación $PS = a + b/2^{t/c}$, donde PS indica el porcentaje de sobrevivientes y t el tiempo expresado en días; a, b y c son coeficientes de la ecuación que describe la curva. Además, se obtuvo la curva de crecimiento a partir de las medianas del diámetro mayor de la concha. En este caso, se escogió la ecuación de Bertalanffy (1938), $D_t = D_{m\acute{a}x} \cdot [1 - e^{-k(t-t_0)}]$, donde D_t indica diámetro mayor de la concha en tiempo t; $D_{m\acute{a}x}$ el máximo valor posible del diámetro mayor de la concha; k el coeficiente de la tasa de crecimiento; t el tiempo expresado en días y t_0 el tiempo hipotético cuando el diámetro de la concha es igual a 0. Los coeficientes de determinación, las curvas mejor ajustadas y su significación estadística se determinaron con la aplicación en línea MyCurveFit (<https://www.mycurvefit.com>, MyAssays Ltd., Brighton, UK). Las variables de tendencia central y dispersión se expresan como media \pm error estándar y para su cálculo se utilizó el programa Past 3.02 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

Desde el 23 y hasta el 27/10/2016, se registraron tres puestas, una por individuo. Los progenitores potenciales poseían diámetro mayor de la concha de $16,8 \pm 0,3$ mm ($n = 3$ parejas). Para las puestas mencionadas, la media del coeficiente de fecundidad alcanzó 89 ± 19 huevos (límites: 63-126 huevos). La tasa de natalidad media fue 69 ± 9 % de individuos eclosionados del total de huevos puestos (límites: 54-83 %). Como promedio, el desarrollo embrionario duró 9 ± 1 días después de la puesta (límites: 8-11 días). La eclosión no ocurrió simultáneamente (Fig. 1), para cada puesta independiente la máxima di-

ferencia entre el primer y último huevo eclosionado fue de dos días. Los individuos recién eclosionados se mantuvieron hasta cuatro días bajo tierra; no se detectaron signos de canibalismo.

La curva de sobrevivientes y su ecuación correspondiente aparecen en la Figura 2. El 50 % de los individuos ($n = 60$ recién eclosionados) sobrevivió al menos 100 días y el 12 % persistió 543 días (18 meses; 1,5 años). El individuo más longevo vivió 1 014 días pero sólo dos individuos vivieron más de 900 días, lo cual representa una fracción de 0,01 de la población inicial (l'_x en Tabla 1). No obs-

tante, la esperanza de vida más elevada se registró en los individuos con edad entre 180 y 359 días (Tabla 1). En general, la curva de sobrevivientes es del Tipo III debido a la elevada tasa de mortalidad de recién eclosionados y jóvenes (Fig. 2).

La cantidad de recién eclosionados por animal adulto (m_x) es baja (Tabla 1). Este parámetro fue estimado a partir de la tasa de natalidad (69 %) y el porcentaje de individuos que depositaron huevos en cautiverio (30 %), durante una temporada reproductiva. Asimismo, resultaron bajos el número

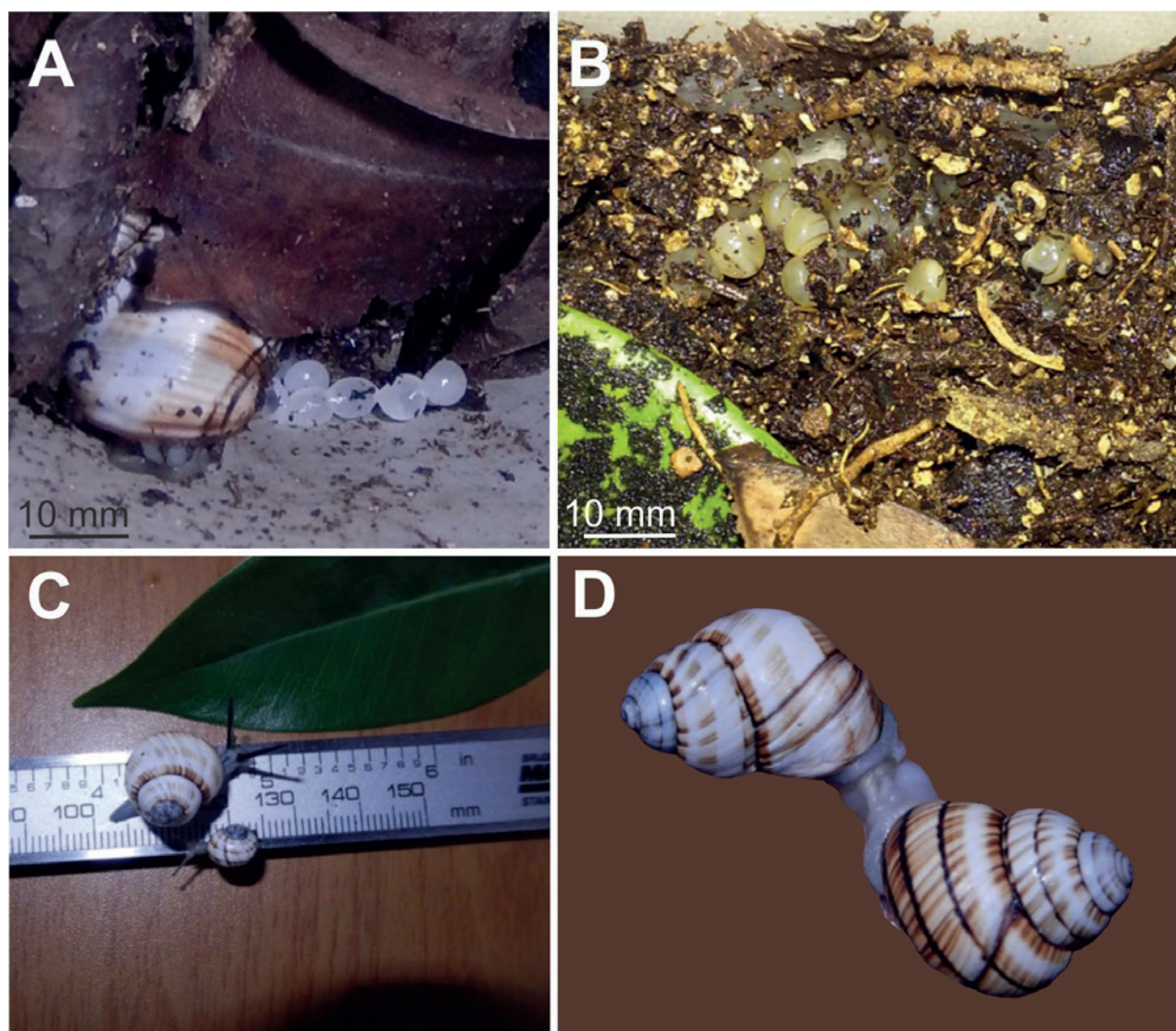


FIGURA 1. Etapas de ciclo de vida de *Polymita brocheri* en condiciones de cautiverio. A. Huevos pertenecientes a una puesta realizada 24 horas antes, cerca de la concha de su progenitor. B. Individuos recién eclosionados y huevos a punto de eclosionar después de 11 días de desarrollo embrionario. C. Individuos de 5 meses de vida con diferentes tasas de crecimiento. D. Individuos en apareamiento a los 23 meses de eclosionados (promedio del diámetro mayor de concha: 16,5 mm).

FIGURE 1. Life cycle stages of *Polymita brocheri* under captivity. A. Eggs aged 24 hours, near to the shell of their parent. B. Recently hatching individuals and eggs near to hatch after 11 days of development. C. Snails aged 5 months with different growth rates. D. A mating pair aged 23 months (average of shell's major diameter: 16.5 mm).

total de eclosionados en cada intervalo de edad (V_x) y el crecimiento reproductivo neto (R_0) (Tabla 1).

Para la curva de crecimiento del diámetro mayor de la concha, pueden diferenciarse tres fases (Fig. 3). La primera fase tiene mayor pendiente e indica tasa de crecimiento elevada de los individuos recién eclosionados hasta los primeros 134 días. La segunda fase, entre los 135 y 296 días después de la eclosión, posee una pendiente menos inclinada debido a que la tasa de crecimiento disminuye en los jóvenes adelantados. Además, en esta fase los individuos con tasas de crecimiento mínimo alcanzaron diferencias extremas con respecto al crecimiento promedio (Figs. 1 C y 3).

En la tercera fase los individuos se convirtieron en adultos, por lo que se registró la menor tasa de crecimiento de la concha. Durante esta fase más del 60 % de los sobrevivientes fueron capaces de evertir parcialmente sus órganos genitales e iniciar cortejos. No obstante, la madurez sexual se comprobó con las primeras cópulas, después de 610 días de vida (20 meses) (Fig. 1 D). La ecuación de crecimiento (Fig. 3) permitió estimar el tiempo necesario para alcanzar el diámetro promedio de sus

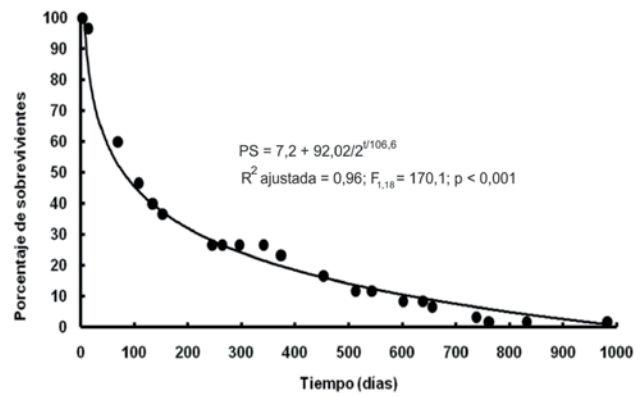


FIGURA 2. Curva de sobrevivientes de *Polymita brocheri* en cautiverio, durante 982 días. El número de individuos al inicio de la curva fue 60. PS indica el porcentaje de sobrevivientes y t el tiempo expresado en días.

FIGURE 2. Survival curve of *Polymita brocheri* during 982 days, under captivity. The number of individuals at the beginning of the curve was 60. PS indicates the survival percentage and t the time expressed in days.

progenitores. Según dicha ecuación, deben transcurrir entre 15 y 24 meses para que los individuos alcancen la talla de sus progenitores (Figs. 1 D, 3).

TABLE 1. Tabla de vida de una cohorte de *Polymita brocheri* mantenida en cautiverio desde noviembre del 2016*. Edad (días), a_x : número de sobrevivientes, l_x : número de sobrevivientes si originalmente existieran 1 000 recién eclosionados, d_x : número de animales fallecidos, q_x : tasa de mortalidad, L_x : número de individuos vivos entre intervalos de edad $x + x+1$, T_x : número total de individuos por unidades de edad mayores que x , e_x : esperanza de vida, l'_x : número de individuos vivos como fracción de una población inicial de uno, m_x : número de recién eclosionados/animal adulto, V_x : número total de eclosionados y R_0 : crecimiento reproductivo neto. El valor de R_0 es 0.074.

TABLE 1. Life table of a cohort of *Polymita brocheri* in captivity from November, 2016*. Age (days), a_x : number of survivals, l_x : number of animals surviving at the beginning of age class x if a thousand were originally hatched, d_x : numbers of died animals, q_x : mortality rate, L_x : number of animals between age $x + x+1$, T_x : total number of animals per age units beyond the age x , e_x : expectation of life, l'_x : number of animal alive during age interval x as a fraction of an initial population of one, m_x : number of living animals hatched per adult, V_x : total number of hatchings in each age interval and R_0 : net reproductive rate. The value of R_0 is 0.074.

Edad	a_x	l_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x	l'_x		m_x	V_x
0	60	1000	575	0,58	712,5	632,5	0,63	1	0	0	0
180	26	425	175	0,41	337,5	295	0,69	0,47	0	0	0
360	15	250	130	0,52	185	110	0,44	0,26	0	0	0
540	7	120	90	0,75	75	35	0,29	0,11	0	0	0
720	2	30	10	0,33	25	10	0,35	0,04	(0,0012) ¹	61,4	0,074
900	1	20	0	0,00	10	10	0,5	0,01	0	0	0
1014	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0

* Parámetros de historia de vida según Staikou (1998). // * Life history parameters after Staikou (1998).

1. Entre paréntesis se informa el número de individuos que depositaron huevos. // In parenthesis is noted the number of animals that lay their eggs.

DISCUSIÓN

Referente a *Polymita*, sólo se habían reportado parámetros reproductivos para *P. muscarum* (fecundidad promedio, 42-84 huevos/puesta; natalidad promedio, 53-79 % eclosionados/huevos puestos; tiempo de incubación promedio, 8-10 días: Bidart *et al.*, 1992a, b, 1998; Reyes-Tur y Fernández, 1998; Reyes-Tur, 2004); *P. picta roseolimbata* (fecundidad promedio, 54 huevos/puesta; natalidad promedio, 80 % eclosionados/huevos puestos; tiempo de incubación promedio, 13 días: Valdés *et al.*, 1986; *P. venusta* (fecundidad promedio, 61-142 huevos/puesta; natalidad promedio, 8-20 % eclosionados/huevos puestos; tiempo de incubación promedio, 9-10 días: Bidart *et al.*, 1998; Reyes-Tur, 2004). Comparada con estos registros, para *P. brocheri* se destaca la mayor fecundidad y una elevada natalidad, esta última similar a *P. muscarum*. Estos parámetros reproductivos son típicos de una especie cuya curva de sobrevivientes indica elevada mortalidad de individuos recién eclosionados. En relación al tiempo de incubación, en *P. brocheri* es menor que en *P. picta roseolimbata* (Valdés *et al.*, 1986), pero semejante a *P. venusta* y *P. muscarum* (Bidart *et al.*, 1992a, b; 1998; Reyes-Tur, 2004).

Las poblaciones de *P. brocheri* habitan fundamentalmente en zonas cercanas a la costa; consecuentemente, la fecundidad y la natalidad pudieran ser moduladas por las condiciones y los factores ecológicos de sus hábitats con vegetación xerofítica. La puesta de huevos en moluscos terrestres requiere la interacción exitosa de varios procesos metabólicamente costosos, por ejemplo, la calcificación de los huevos y la excavación del nido (Tompa, 1984; Heller, 2001). Al mismo tiempo, el tamaño de la nidada constituye una respuesta adaptativa a la influencia del clima, el fotoperíodo, la competencia y el parasitismo (Wayne, 2001; Chase, 2002). Aún, en óptimas condiciones, el número de huevos por puesta fluctúa entre poblaciones y bajo condiciones diferentes. Tal es el caso del molusco terrestre *Cornu aspersum* (Helicidae), cuyo promedio oscila entre 59 y 108 huevos por puesta, en condiciones favorables (Daguzan *et al.*, 1981; Koene y Chase, 1998). Por estas razones debe guardarse cuidado al comparar los resultados de diferentes autores e interpretar las causas de las diferencias.

En contraste con otras especies de *Polymita*, es característico de *P. brocheri* el mayor tiempo para alcanzar la madurez sexual (20 meses) y

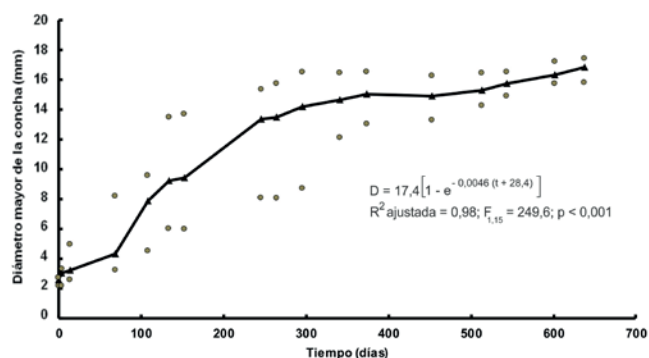


FIGURA 3. Curva de crecimiento de *Polymita brocheri* en cautiverio, durante 638 días. Los datos de cada punto representan la mediana (triángulos negros), así como los mínimos y máximos del diámetro mayor (círculos grises). D indica el diámetro mayor de la concha y t el tiempo expresado en días.

FIGURE 3. Growth curve of *Polymita brocheri* under captivity, during 638 days. Each data point represents the average of shell's major diameter (black triangles), and corresponding minimum and maximum values (grey circles). D indicates shell's major diameter and t the time expressed in days.

la duración máxima de 1014 días (aproximadamente 34 meses). Tanto en condiciones naturales como en cautiverio, se han registrado ciclos de vida cercanos a 12 meses con elevada mortalidad post-reproductiva para *P. muscarum*, *P. picta* y *P. venusta* (Bidart *et al.*, 1989, 1992a, b, 1998; Reyes-Tur y Fernández, 1998; Reyes-Tur, 2004). En cuanto a la duración máxima, en condiciones de cautiverio se ha informado 20 meses para *P. muscarum* (Bidart *et al.*, 1992a); aunque el 90 % de los individuos mueren en el primer año de vida (Reyes-Tur y Fernández, 1998). Además, en condiciones naturales, se ha estimado que hasta el 4 % de los individuos de *P. venusta* pueden vivir al menos 26 meses (Reyes-Tur, 2004). En general, los ciclos de vida anual y bianual son comunes, especialmente entre moluscos terrestres de pequeñas tallas (Heller, 1990). Incluso especies más grandes, que generalmente tienen ciclos de vida largos, alcanzan la madurez entre 1 y 3 años después de la eclosión (Johnson y Black, 1991).

De los resultados obtenidos, es notable la predicción de la extinción de la colonia experimental entre 900 y 1014 días después de la eclosión. Al mismo tiempo, los parámetros de historia de vida (*i.e.*: tabla de vida) indican elevada mortalidad y baja esperanza de vida en todos los grupos de edad. En consecuencia, el crecimiento reproductivo neto también es bajo. Para *P. brocheri* en

Maisí, Rodríguez-Matos (2015) registró menos de 7 % de individuos recién eclosionados en el 69 % de los muestreos realizados en 13 meses consecutivos. Dicho autor encontró que el incremento hasta más del 20 % de recién eclosionados en febrero y marzo se asociaba a valores elevados de precipitaciones en los cuatro meses anteriores (i.e.: más de 750 mm acumulados). En conjunto, estos datos sugieren que en condiciones naturales el incremento de la esperanza de vida de los recién eclosionados depende de las precipitaciones acumuladas antes de que ocurran las puestas.

Recientemente *P. brocheri* ha sido incluida en la lista de especies amenazadas según el libro rojo para Cuba (Hidalgo-Gato et al., 2016). Los parámetros reproductivos y de historia de vida que se informan en el presente trabajo sugieren que dicha especie posee elevada fecundidad y natalidad. Sin embargo, la mortalidad de recién eclosionados es elevada, lo cual afecta la esperanza de vida y el crecimiento reproductivo neto. Además, las predicciones de crecimiento indican que el tiempo para llegar a la madurez sexual es el mayor dentro del género *Polymita*. Futuros estudios serán necesarios para determinar si la información anterior puede apoyar programas de cría en cautiverio y el manejo de la reproducción en condiciones naturales.

AGRADECIMIENTOS: Se agradece al grupo de investigación de malacología de la Universidad de Oriente, en especial a Naila Ronda Lluch, Leticia Muñoz Savigne y Lebisleydis Leyva González por apoyar en el mantenimiento de los moluscos. El proyecto VLIRUOS, Tino Sauer y la organización NABU apoyaron financieramente en el mejoramiento de las condiciones de cautiverio. El manuscrito inicial fue favorecido por las sugerencias y comentarios de Joris M. Koene, Alejandro Fernández Velázquez y dos revisores anónimos.

REFERENCIAS

- Alfonso, M. A. y V. Berovides. 1993. Conservation problems of land snails in Cuba. *Tentacle* 3:20-23.
- Amaro-Valdés, S. 2012. *Lista roja de la fauna cubana*. AMA. La Habana. 171 pp.
- Berovides, V. 1987. Genética ecológica de *Polymita picta roseolimbata* (Mollusca: Pulmonata) en un agroecosistema de la región de Maisí. [Inédito]. Tesis Doctoral. Universidad de La Habana. Cuba. 218 pp.
- Bertalanffy, L. Von. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology* 10:181-213.
- Bidart, L. 1997. Ecología de *Polymita muscarum* Lea, 1834 (Gastropoda: Xanthonychidae) en la provincia de Holguín, Cuba. [Inédito]. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana. Cuba. 50 pp.
- Bidart, L., A. Fernández, y C. Iglesias. 1998. Reproducción en *Polymita muscarum* y *Polymita venusta* (Stylommatophora: Helminthoglyptidae). *Revista Biología Tropical* 46(3):683-689.
- Bidart, L., J. Espinosa, y A. Pérez. 1989. Dinámica poblacional de *Polymita picta nigrolimbata*. *Poeyana* 381:1-16.
- Bidart, L., A. A. Socarrás, C. Iglesias, M. Reyes, y M. Hidalgo-Gato. 1992a. Aspectos del ciclo de vida de *Polymita muscarum muscarum* y *Polymita picta nigrolimbata* en el laboratorio. *Reporte de Investigación IES/ACC*: 1-12.
- Bidart, L., J. F. Milera, M. Osorio, y E. Reynaldo. 1992b. Datos reproductivos de *Polymita muscarum muscarum* Lea (Mollusca: Pulmonata: Fruticicollidae). *Reporte de Investigación IES/ACC*: 1-8.
- Capote, R. P. y R. Berazaín. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista Jardín Botánico Nacional* 5(2):27-75.
- Chase, R. 2002. *Behaviour and its neural control in gastropods molluscs*. Nueva York: Oxford University Press. 255 pp.
- CITES. 2016. Examen de las propuestas de enmienda a los apéndices I y II. Decimoséptima reunión de la Conferencia de las Partes Johannesburgo (Sudáfrica), 24 de septiembre 5 de octubre de 2016. Disponible en <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/884>. Último acceso: 15/11/2019.
- Daguzan, J., J. C. Bonnet, Y. Perrin, E. Perrin, y H. Rouet. 1981. Contribution à l'élevage de l'escargot Petit-Gris : *Helix aspersa* Müller (Mollusque Gastéropode Pulmoné Stylommatophore). I. - Reproduction et éclosion des jeunes, en bâtiment et en conditions thermohygrométriques contrôlées. *Annales de Zootechnie* 30:249-272.
- Davison, A., C. M. Wade, P. B. Mordan, y S. Chiba. 2005. Sex and darts in slugs and snails (Mollusca: Gastropoda: Stylommatophora). *Journal of Zoology* 267:329-338.
- Díaz-Piferrer, M. 1962. Reproduction of *Polymita muscarum* Cuban tree snail. *Caribbean Journal of Science* 2(2):59-66.
- Espinosa, J. 2011. *Las polymitas*. Ediciones *Polymita*, Ciudad de Guatemala, Guatemala y Ediciones Boloña, La Habana, Cuba. 199 pp.
- Espinosa, J. y J. Ortea. 2009. *Moluscos terrestres de Cuba*. UPC Print, Vasa, Finlandia. 191 pp.
- González-Guillén, A. 2014. *Polymita the most beautiful land snail of the world*. Fundcraft Publishing, Collierville, Tennessee. 359 pp.
- Hammer, Ø., D. T. Harper, y P. D. Ryan. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):1-9.

- Heller, J. 1990. Longevity in molluscs. *Malacologia* 31(2):259-295.
- Heller, J. 2001. Life history strategies. Pp. 413-445. En: *The biology of terrestrial molluscs* (G. M. Barker, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, Nueva York, EUA. 558 pp.
- Hidalgo-Gato, M. M., J. Espinosa, y R. Rodríguez-León. 2016. *Libro rojo de invertebrados terrestres de Cuba*. Editorial Academia, La Habana. 244 pp.
- Johnson, M. S. y R. Black. 1991. Growth, survivorship, and population size in the land snail *Rhagada convicta* Cox, 1870 (Pulmonata: Camaenidae) from a semiarid environment in Western Australia. *Journal of Molluscan Studies* 57:367-374.
- Jordaens, K., L. Dillen, y T. Backeljau. 2009. Shell shape and mating behaviour in pulmonate gastropods (Mollusca). *Biological Journal of Linnean Society* 96:306-321.
- Koene, J. M. y R. Chase. 1998. Changes in the reproductive system of the snail *Helix aspersa* caused by mucus from the love dart. *Journal of Experimental Biology* 201:2313-2319.
- Maceira, D. 2000. Malacocenosis del matorral xeromorfo en Punta de Maisí, Guantánamo, Cuba. *Biodiversidad Cuba Oriental* 4:58-61.
- Mancina, C. A., M. Hernández, D. Martínez, y R. Estrada. 2017. An assessment of the potential effects of climate change on the distribution of painted land snail species, genus *Polymita* (Gastropoda: Cepolidae). *Tentacle* 25:17-19.
- Milera, J. F. y J. R. Martínez. 1987. *Polymita*. Editorial Científico Técnica. La Habana, Cuba. 70 pp.
- Moreno, A. 1950. Estudio anatómico del género *Polymita* Beck. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey"* 20:21-35.
- Núñez-Jiménez, A. 1989. Regiones Naturales-Antrópicas. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. ACC. XII.2.1.
- Örstan, A. 2006. Rearing terrestrial Gastropoda. Pp. 287-293. En: *The Mollusks: A guide to their study, collection, and preservation*. (C. F. Sturm, T. A. Pearce, y A. Valdés, Eds.). Universal-Publishers, American Malacological Society, Pittsburgh, E.U.A. 445 pp.
- Reyes-Tur, B. 2004. Ecología y biología reproductiva de *Polymita venusta* (Lea, 1834). [Inédito]. Tesis Doctoral. Universidad de La Habana. Cuba. 100 pp.
- Reyes-Tur, B. y A. Fernández. 1998. Ciclo de vida y actividad reproductiva de *Polymita muscarum*, en condiciones de laboratorio. *Cocuyo* 7:14-17.
- Reyes-Tur, B., J. A. Allen, N. Cuellar-Araujo, N. Hernández, M. Lodi, A. A. Méndez-Hernández, y J. M. Koene. 2015. Mating behaviour, dart shape and spermatophore morphology of the Cuban tree snail *Polymita picta* (Born, 1780). *Journal of Molluscan Studies* 81:187-195.
- Rodríguez-Matos, J. 2015. Ciclo de actividad y letargo del molusco arborícola *Polymita brocheri* (Gutiérrez in Pfeiffer, 1864) (Gastropoda: Pulmonata). [Inédito]. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Oriente, Cuba.
- Staikou, A. E. 1998. Aspects of life cycle, population dynamics, growth and secondary production of the pulmonate snail *Cepaea vindobonensis* (Férussac, 1821) in northern Greece. *Journal of Molluscan Studies* 64:297-308.
- Suárez-Torres, A. y A. Fernández. 2012. Subnicho estructural y densidad poblacional de *Cerion politum maisianum* y *Polymita brocheri* en Paso de los Azules, Maisí, Cuba. *Novitates Caribaeae* 5:66-72.
- Tompa, A. S. 1984. Land snails (Stylommatophora) Pp. 47-140. En: *The Mollusca. Vol. 7. Reproduction* (A. S. Tompa, N.H. Verdonk, y J. A. M. van den Biggelaar Eds.). Academic Press, Londres. 486 pp.
- Torre, C. de la. 1950. El género *Polymita*. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey"* 20:1-20.
- Valdés, G., V. Berovides, y J. F. Milera. 1986. Ecología de *Polymita picta roseolimbata* Torre 1950, en la región de Maisí, Cuba. *Ciencias Biológicas* 15:77-93.
- Wayne, N. L. 2001. Regulation of seasonal reproduction in mollusks. *Journal of Biological Rhythms* 16:391-402.

Recibido: 9 de enero de 2020/aceptado: 10 de mayo 2020