



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y FARMACIA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE GRADO EN LICENCIATURA EN CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

**BIOLOGÍA REPRODUCTIVA Y CRECIMIENTO DEL  
CARACOL TERRESTRE EXÓTICO *RUMINA DECOLLATA*  
(LINNAEUS, 1758).**

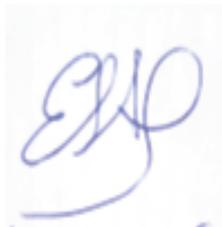
Tesista: Estefanía Sol Alvarez González

Directora: Julia Pizá

Noviembre 2021

**BIOLOGÍA REPRODUCTIVA Y CRECIMIENTO DEL  
CARACOL TERRESTRE EXÓTICO *RUMINA DECOLLATA*  
(LINNAEUS, 1758).**

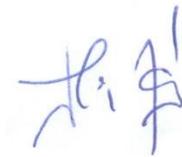
TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS



---

Estefanía Sol Álvarez González

Tesista



---

Julia Pizá

Directora

## **AGRADECIMIENTOS**

Dedico esta tesina a mi familia, mis hermanas que me brindaron apoyo durante este recorrido y a mi papá que me dio sustento económico y moral para poder finalizar mi carrera. A Analía por ayudarme cada vez que lo necesite y a Sofía por acompañarme a la distancia.

A mis amigos, Mari, Agus, Pau, Ayli, Anto, Jere, Gabi, Pau, Jona, Eze, Ainhi, Fran, Eve, Jessi, Ger, Lu y Sol, por estar en los mejores momentos que viví en esta linda vida universitaria que pude disfrutar junto a ellos.

A mi directora de tesina, Julia, por ayudarme y guiarme a lo largo de este proceso y a mi consejera, Verónica, por brindarme apoyo académico y consejos a lo largo de la carrera.

## INDICE

|                            |    |
|----------------------------|----|
| RESUMEN.....               | 5  |
| INTRODUCCIÓN.....          | 6  |
| MATERIALES Y MÉTODOS ..... | 12 |
| RESULTADOS.....            | 17 |
| DISCUSIÓN.....             | 29 |
| CONCLUSIONES.....          | 37 |
| BIBLIOGRAFÍA.....          | 39 |
| APÉNDICE.....              | 44 |

## RESUMEN

*Rumina decollata* es un gasterópodo terrestre nativo de la zona del Mediterráneo que actualmente tiene una amplia distribución en Asia, América del Norte y América Sur por sucesivas introducciones. La mayoría de las introducciones fueron accidentales, pero fue intencionalmente introducido en California para controlar las poblaciones de *Cornu aspersum*. Actualmente es considerada una especie plaga de cultivos e invasora en varios países como Japón, Cuba y Brasil. En Argentina, su presencia fue reportada por primera vez en 1988 ampliando rápidamente su distribución; actualmente habita desde la Patagonia hasta el extremo norte de nuestro país. Es una especie omnívora, xerorresistente adaptada a vivir en condiciones adversas y con capacidad de reproducirse por fecundación cruzada y autofecundación. El objetivo de este trabajo fue estudiar la historia de vida de *Rumina decollata* en condiciones de laboratorio, describiendo los patrones de supervivencia y crecimiento, la fecundidad, y otros parámetros reproductivos para su posterior análisis en el contexto de las bioinvasiones. *Rumina decollata* tiene una longevidad media de 1,51 años y máxima de 2,3 años. El estadio de huevo presentó una supervivencia de 49,7% y fue muy sensible a la falta de humedad. Los neonatos tuvieron una supervivencia del 100% hasta la semana 12 de vida y posteriormente la supervivencia se mantuvo alta (97,7%) hasta la finalización del periodo reproductivo, cuando comenzó a aumentar la mortalidad. La tasa de crecimiento obtenida fue elevada ( $K = 1,97$ ) y el inicio de la actividad reproductiva por autofecundación coincidió con una ralentización en el crecimiento en la semana 25 de vida. El 100% de los caracoles se reprodujo por autofecundación. Los caracoles comenzaron a poner huevos a las 28 semanas de vida (0,5 años) en promedio y se mantuvieron activos reproductivamente por 19 semanas (0,35 años) en promedio. El número medio de puestas de huevos por caracol y de huevos por caracol fueron 14 y 140, respectivamente. Su hábito omnívoro, su elevada adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales y su potencial reproductivo hacen que esta especie sea potencialmente invasora en diversas regiones del mundo y en nuestro país. Es fundamental realizar estudios que permitan estudiar los caracteres de historia de vida en condiciones naturales y cuantificar el impacto de *Rumina*

*decollata* sobre la flora y fauna nativa de los sitios que invade para desarrollar y aplicar medidas de control que eviten alteraciones en la biodiversidad a largo plazo.

## INTRODUCCIÓN

*Rumina decollata* (Linnaeus, 1758) es un gasterópodo terrestre perteneciente a la familia Achatinidae (orden Stylommatophora). Es nativo de la región Mediterránea del sur de Europa y norte de África (Selander & Kaufman, 1973; Tupen & Roth, 2001). En la actualidad, presenta una amplia distribución debido a que fue introducido accidental o intencionalmente (para controlar especies plaga debido a su hábito omnívoro) en varios países de América del Norte, Asia y América del Sur (Prévot *et al.*, 2014). En California, fue introducido en 1966 con el propósito de controlar a *Cornu aspersum* (Müller, 1774), considerada especie plaga de cítricos (Fisher *et al.*, 1980). En México y Japón es considerada especie plaga de cultivos e invasora debido a su capacidad de dispersión y competencia con especies nativas (Cowie, 2001).

Su presencia en Argentina fue reportada por primera vez en Buenos Aires (Miquel, 1988) y posteriormente en las provincias de La Pampa, Mendoza (De Francesco & Lagiglia, 2007), Córdoba (Reyna & Gordillo, 2018), Río Negro y Chubut (Pérez & Tissot, 2021). Estudios recientes de nuestro grupo de trabajo determinaron que su distribución se amplió a 178 localidades de 16 provincias (Figura 1) (Dop *et al.*, 2020).

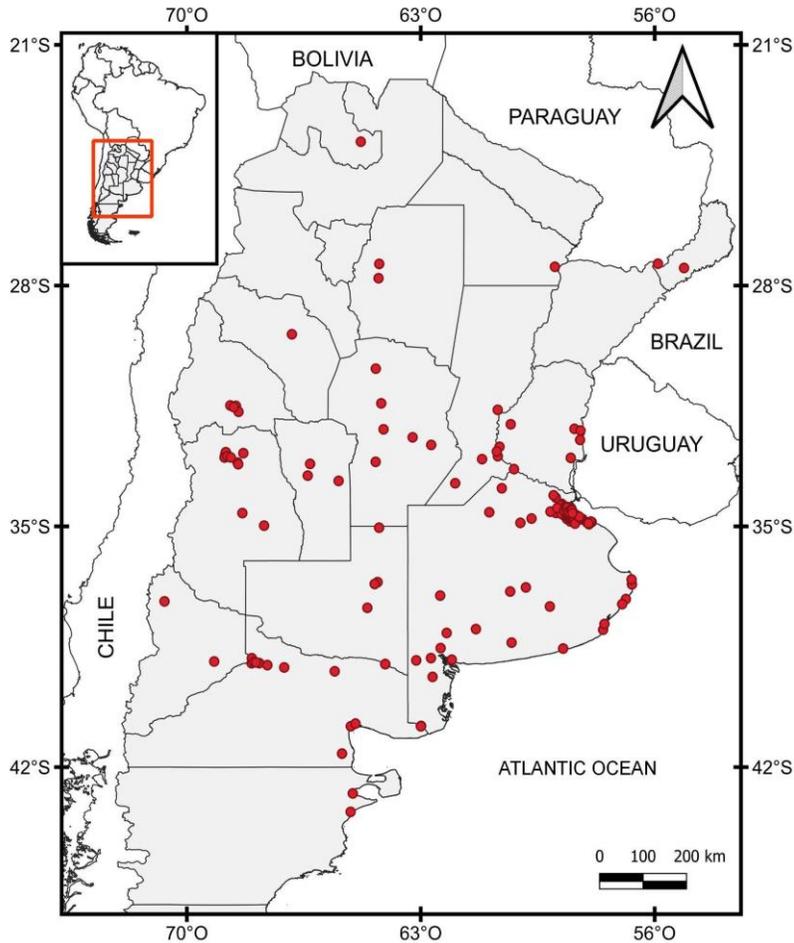


Figura 1: Distribución de *Rumina decollata* en Argentina (Dop *et al.*, 2020).

*Rumina decollata* es un caracol terrestre adaptado a vivir en una amplia variedad de ambientes, en los que se encuentra enterrado durante las estaciones de clima seco y suele permanecer en la superficie durante las estaciones lluviosas (Moreno-Rueda, 2002). Esta especie, al igual que otros gasterópodos terrestres, puede presentar estadios de estivación en los que se mantienen inactivos a partir del cierre parcial de la abertura de la concha, con una membrana segregada por el manto denominada epifragma (Batts, 1957). El epifragma se compone de una fina capa membranosa, de naturaleza mucosa, reforzada por la adición de fosfato de calcio que sella herméticamente la concha permitiendo de esta manera que se comporte como una especie termo y xerorresistente (Rascop, 1960). El fenómeno de estivación permite evitar la pérdida de agua durante las estaciones desfavorables (humedad

relativa baja y altas temperaturas) generando un aislamiento del medio externo, en el cual la actividad metabólica se reduce (Rascop, 1960). Presenta hábitos omnívoros con un amplio espectro trófico, incluyendo una gran diversidad de plantas y frutos, además de alimentarse de madera, materia orgánica en descomposición, anélidos y otros caracoles (Batts, 1957; Rascop, 1960; Fisher, 1966; Dundee, 1986; De Francesco & Lagiglia, 2007; Mc Donnell *et al.*, 2016). Es una especie hermafrodita y ovípara, con capacidad de reproducirse por fertilización cruzada y por autofecundación facultativa. Durante la fertilización cruzada se produce un evento de fecundación recíproca, donde ambos caracoles se acercan frontalmente, enfrentan los poros genitales ubicados al lado derecho del cuerpo, evierten los penes y los introducen simultánea y recíprocamente en el poro genital de la pareja. Luego, los individuos se separan y ambos realizan sucesivas puestas de huevos separadas entre ellas por intervalos de tiempo variable, siendo los primeros huevos puestos entre los nueve y 19 días luego de la cópula (Batts, 1957). El número de huevos por puesta varía entre siete y 30, y suelen estar depositados en agujeros en el suelo. El período de incubación varía de 25 a 36 días, y después de ese tiempo se produce la eclosión de los huevos (Batts, 1957). La descripción del ciclo reproductivo difiere entre los autores, ya que Rascop (1960) menciona que al cabo de cuatro días luego de la cópula los adultos ponen aproximadamente 11 huevos en el suelo, y que los neonatos salen del huevo a la séptima u octava semana (49-56 días). Esta autora describió que los huevos no toleran temperaturas extremas durante la incubación y, además, que los neonatos presentan una concha que mide 3 mm de largo y 2 mm de ancho que sufre un proceso de decolación (septación y posterior ruptura de los primeros anfractos) seis semanas después de la eclosión. Selander y Kaufman (1973) determinaron que las puestas obtenidas por autofecundación facultativa presentan un menor grado de variabilidad genética que las obtenidas por fecundación cruzada. Además, plantearon que las poblaciones de *Rumina decollata* establecidas en Estados Unidos son monogénicas y presentan escasa variabilidad genética debido a que derivan de una única cepa proveniente de Europa. Según Selander y Kaufman (1976), la autofecundación permite preservar la función adaptativa de los genotipos y un rápido crecimiento de nuevas poblaciones que se forman a partir de huevos aislados.

El cuerpo de *R. decollata* es alargado, cubierto por una concha fusiforme y espiralada, constituida por varias vueltas que se enrollan alrededor de la columela. La concha es

turriculada, caracterizada por presentar una sutura superficial crenulada, una abertura subvertical y un labro cortante y no reflejado (Virgillito & Miquel, 2012). La misma está constituida por paredes semisólidas y la coloración varía entre gris claro y marrón oscuro (Prévot *et al.*, 2014). *R. decollata* cuyo nombre vulgar es “caracol degollado”, se caracteriza por presentar un fenómeno conocido como decolación, que consiste en la formación de un tabique interno, retracción de la masa visceral y ruptura de los primeros anfractos de la concha. De esta manera, los caracoles juveniles presentan siete vueltas completas mientras que los adultos se caracterizan por presentar cinco vueltas o anfractos, de los cuales el quinto permanece dando una apariencia truncada (Batts, 1957). En su hábitat natural, para llevar a cabo dicha ruptura, golpean la concha contra sustratos duros incluyendo rocas o cortezas de árboles. Rascop (1960) determinó que el mecanismo de decolación implica la disolución y el debilitamiento de la concha por una sustancia química producida por el propio individuo (Batts, 1957).

La longevidad en *Rumina decollata* aún no ha sido determinada con precisión, aunque algunos estudios de laboratorio reportaron individuos que alcanzaron 12 años de vida (Rascop, 1960).

Según Selander *et al.*, (1974) la especie *Rumina decollata* es un complejo de cepas monogénicas (Figura 2) generadas por autofecundación facultativa, dos de las cuales corresponden a cepas de aloenzimas previamente distinguidas e identificadas como morfo oscuro y morfo claro. Entre estos dos morfos existen diferencias tanto de coloración de la superficie y región ventral del cefalopie, como en caracteres reproductivos (mayor número de huevos por puesta y peso individual de los huevos en el morfo oscuro; desarrollo más rápido en el morfo claro). Estas variaciones son las que atribuyen diversas ventajas para la colonización de nuevos ambientes. Prévot *et al.*, (2014) afirmaron que las poblaciones introducidas tanto en América como en Asia corresponden a la especie filogenética identificada como clado A e indicada en la Figura 2 como morfo 2 (i.e., morfo oscuro: cuerpo negro y pie gris oliva opaco). Estos autores asociaron el carácter invasivo y dispersivo de *R. decollata* con este clado establecieron que los caracoles estudiados de Argentina y Brasil son originarios de las costas mediterráneas de la Península Ibérica.

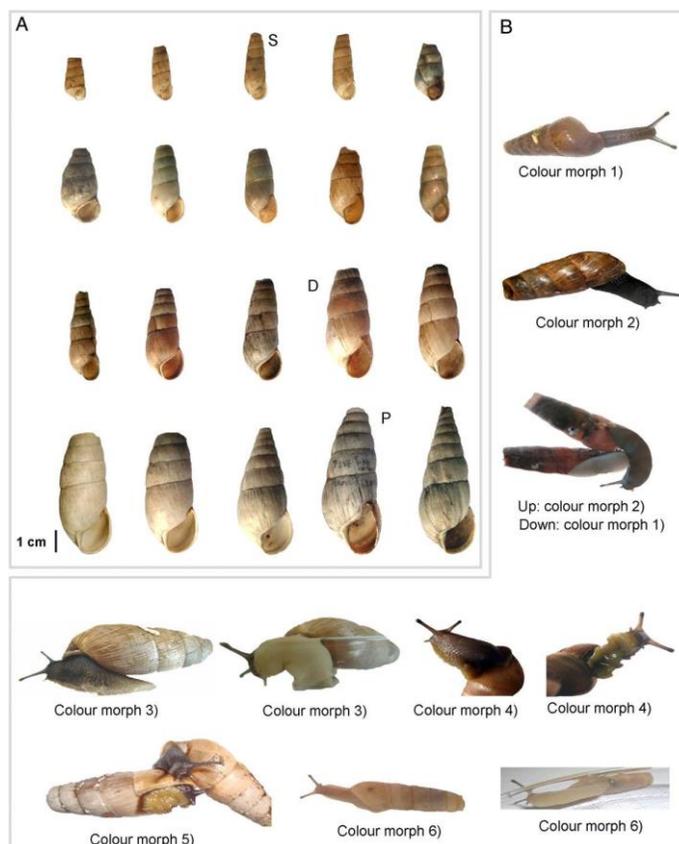


Figura 2: Diversos morfos del género *Rumina*. A: Variación en la morfología de la concha. B: Variaciones en la coloración del cefalopie (Prévo et al., 2015).

Las especies invasoras son organismos que han sido introducidos intencional o accidentalmente fuera de su ámbito natural, generando impactos negativos sobre la biodiversidad nativa, la salud humana, la economía y los valores culturales (Howard, 1971; Ministerio de Ambiente y desarrollo Sustentable, 2021).

En nuestro país, esta especie fue recientemente incorporada a la “Lista oficial de especies exóticas de la Argentina” en la categoría 1, considerada Especie restringida (especies con alto impacto ambiental y socioeconómico, con uso productivo nulo o limitado) (Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, 2021).

Barker y Efford (2002) reportaron que *R. decollata* podía alimentarse de varias especies de caracoles y Tupen y Roth (2001) expresaron su preocupación sobre el impacto

negativo de *Rumina decollata* sobre *Helminthoglypta walkeriana* un gasterópodo nativo de Estados Unidos.

Por otro lado, en Argentina, Cardillo *et al.*, (2014, 2016, 2018) determinaron que *R. decollata* puede actuar como hospedador intermediario de *Toxocara cati* y *Aelurostrongylus abstrusus*, dos parásitos de gatos que pueden afectar al ser humano.

Además, si bien no es considerada una plaga de cultivos en nuestro país (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas, 2021), ha sido declarada plaga de cultivos en algunos estados de Estados Unidos, México, Cuba, Brasil y Japón (Correa Sandoval, 1993; Cowie, 2001; Tupen & Roth, 2001; Barker & Efford, 2002; Matsukuma & Takeda, 2009; Matamoros Torres, 2014; Landal *et al.*, 2019).

Por lo tanto, *Rumina decollata* podría tener un impacto negativo sobre la biodiversidad nativa, la salud animal y humana y los cultivos agrícolas. El conocimiento de su biología y los parámetros de su historia de vida resultan fundamentales para determinar su capacidad de dispersión e invasión y así poder diseñar y aplicar medidas de prevención y control adecuadas.

Los objetivos de este trabajo son:

### **Objetivo general**

Estudiar la historia de vida de *Rumina decollata*

### **Objetivos específicos**

1. Describir el patrón de crecimiento y supervivencia de *R. decollata*, registrando datos morfométricos y la edad de la primera decolación.
2. Estudiar los parámetros reproductivos de *Rumina decollata*, incluyendo edad del comienzo de la actividad reproductiva y su duración, fecundidad (número y tamaño de las puestas de huevos, tamaño de los huevos y porcentaje de eclosión) y porcentaje de autofecundación.
3. Analizar los parámetros biológicos de *R. decollata* en el contexto de bioinvasiones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestreo y diseño experimental

Se recolectaron 20 caracoles adultos vivos de *Rumina decollata* (Linnaeus, 1758) en distintos sitios de la ciudad de Bahía Blanca, cuya historia reproductiva es desconocida al momento del muestreo. Estos ejemplares (generación parental P) fueron descriptos morfológicamente y fotografiados sobre papel milimetrado con la abertura hacia arriba y paralela a la superficie. Las fotografías de las conchas, fueron analizadas con el programa ImageJ, un programa de procesamiento de imágenes digitales, que permite realizar mediciones de fotografías a partir de una escala métrica conocida y un punto de referencia. Las variables morfométricas consideradas se determinaron de la siguiente manera (Figura 3): El largo de la concha (L) se midió desde el ápice hasta la base de la abertura de la concha, el ancho de la concha (A) se midió perpendicular al L, desde el borde apertural hasta el borde extremo opuesto del último anfracto; el largo de la abertura (LA) se midió paralelo al L, desde la base hasta el extremo superior de la abertura y el ancho de la abertura (AA), se midió perpendicular al LA considerando los extremos laterales de la abertura.

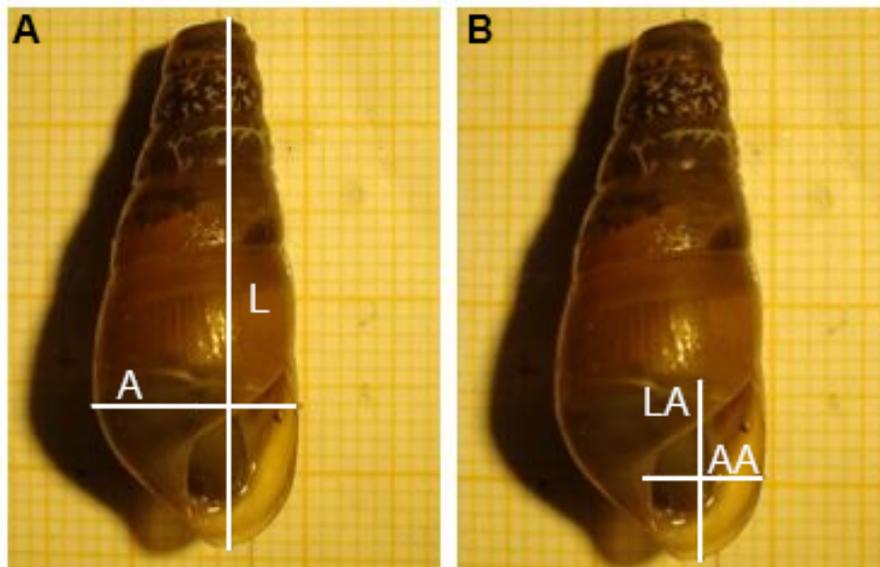


Figura 3: Variables morfométricas medidas sobre las fotografías de concha de *Rumina decollata*. A: largo de la concha (L), ancho de la concha (A). B: largo de la abertura (LA) y ancho de la abertura (AA).

Los adultos (generación parental P) se separaron en diez parejas que fueron mantenidas en recipientes de plástico de 20 x 10 x 6 cm con tres centímetros de tierra, en condiciones de fotoperiodo natural y temperatura ambiente (18-24°C). El acondicionamiento y mantenimiento de los caracoles, que consistió en limpieza, hidratación y alimentación con lechuga *ad libitum* (Figura 4), se realizaron con frecuencia semanal. Los recipientes se observaron con frecuencia diaria para registrar puestas de huevos.

El diseño experimental de este estudio se resume en la Figura 5.



Figura 4: Ejemplar adulto de *Rumina decollata* alimentándose con lechuga.

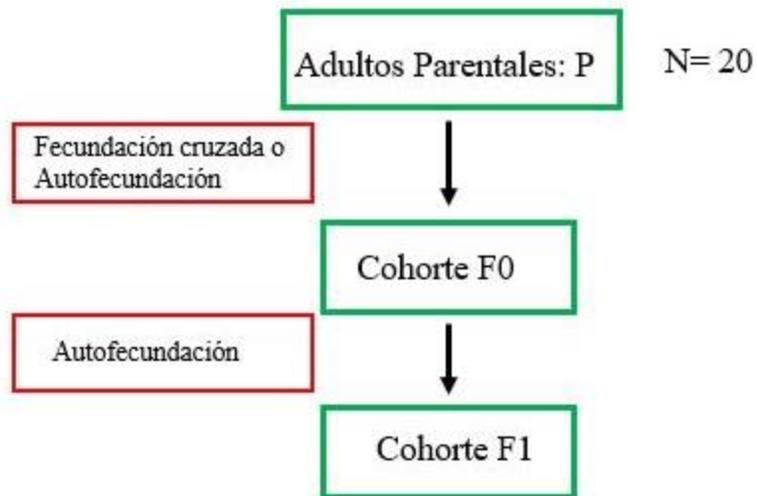


Figura 5: Diseño experimental del estudio de caracteres de historia de vida de *Rumina decollata*

Se separaron las primeras 30 puestas de huevos depositadas por los adultos (P). Estas puestas pueden ser producto tanto de fecundación cruzada como de autofecundación debido a que se desconoce la historia reproductiva de los caracoles. Las puestas de huevos fueron fotografiadas sobre papel milimetrado e individualizadas para su posterior medición y seguimiento (Figura 6A). Se determinó el número de huevos por puesta, el tamaño de los huevos y el porcentaje de eclosión (*hatching success*).

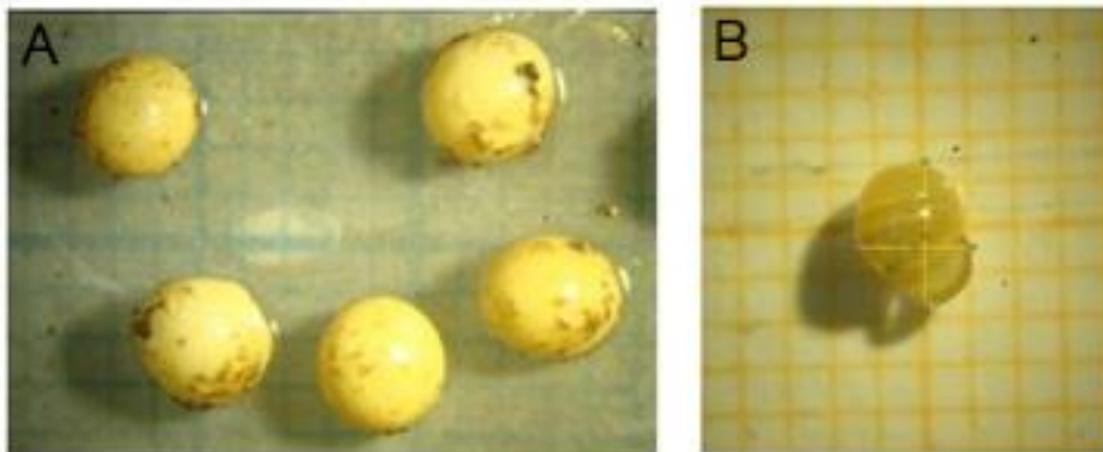


Figura 6: Detalle de las puestas de huevos y neonatos de la F0 de *Rumina decollata*. A: Detalle de una puesta de huevos. B: Detalle de neonato.

Los individuos obtenidos a partir de estas puestas constituyeron la cohorte F0. Los neonatos (Figura 6B) se depositaron individualmente en recipientes de 8x5x3 cm con 1,5 centímetros de tierra enriquecida con carbonato de calcio en condiciones de fotoperiodo natural y temperatura ambiente. El mantenimiento y acondicionamiento (limpieza, hidratación y alimentación con lechuga *ad libitum*) se realizaron con frecuencia semanal.

Sobre los individuos que componen la F0 se registró la siguiente información: edades de las decolaciones, edad de la madurez reproductiva (considerada en el momento en que se encontró la primera puesta de huevos producto de autofecundación) y edad máxima alcanzada. Además, para estudiar el crecimiento se tomaron fotografías mensualmente durante 10 meses de los individuos (F0) para su posterior medición con el programa ImageJ. Se determinaron las siguientes variables morfométricas: largo y ancho de la concha y largo y ancho de la abertura siguiendo el mismo procedimiento empleado con los adultos parentales (P), explicado anteriormente.

Con los datos obtenidos, se calcularon estadísticos descriptivos (media, desvío estándar y rango) de los caracteres de ciclo de vida y se graficaron el crecimiento y la supervivencia en función de la edad expresada en años.

Para estudiar el crecimiento de los caracoles (F0) se ajustó el modelo de Von Bertalanffy estacionalizado a los datos de talla (largo de concha) en función de la edad (fracción de año). Esta modificación del modelo, que considera oscilaciones estacionales en el crecimiento (Pauly & Gaschutz, 1979), se expresa de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Lt = L^{\infty} (1 - \exp^{-K(t-t_0) + T_1 - T_2}),$$

$$T1 = C \sin (2\pi (t - ts)) / 2\pi,$$

$$T2 = C \sin (2\pi (t_0 - ts)) / 2\pi,$$

donde  $Lt$  es el largo de concha predicho a la edad  $t$ ,  $L^{\infty}$  es el largo de concha asintótico,  $K$  es la constante de crecimiento expresada en dimensiones de tiempo ( $\text{año}^{-1}$ ) que expresa la tasa a la cual el  $L$  se aproxima a  $L^{\infty}$ ,  $t_0$  es la “edad” teórica a la cual el caracol tiene longitud de concha igual a 0,  $C$  expresa la amplitud relativa de la oscilación estacional y varía entre 0 y 1 (0 indica ausencia de diferencias verano-invierno en el crecimiento, está restringido

a ser menor o igual a 1 en el ajuste del modelo), y  $t_s$  es el punto de partida de la oscilación. Para calcular el largo de concha asintótico ( $L^\infty$ ), se usó el largo máximo registrado en este estudio siguiendo la ecuación sugerida por Taylor (1958):

$$L_{max} / 0,95 = L^\infty$$

### **Alometría**

Con las variables morfométricas registradas mensualmente sobre las conchas de los individuos que componen la F0 se estudió si existe cambio de forma de la concha y de la abertura asociado al aumento de tamaño durante el crecimiento. Las variables se transformaron a logaritmo, se graficaron y se ajustó una función lineal para obtener el coeficiente alométrico de la función alométrica (*power function*):

$$\log y = \log a + b x$$

Dónde:  $x = \log$  largo,  $y = \log$  ancho,  $b =$  coeficiente alométrico

El coeficiente alométrico ( $b = 1$ ), indica isometría; es decir, no hay cambio de forma con el aumento de tamaño.  $b < 1$  indica alometría negativa (y crece más lentamente que  $x$ ) y  $b > 1$  indica alometría positiva (Y crece más rápidamente que  $x$ ).

### **Autofecundación**

Un subgrupo de 60 individuos de la F0 (mantenidos en condiciones de laboratorio, con fotoperiodo natural y temperatura ambiente) fue seleccionado para realizar un seguimiento de la actividad reproductiva por autofecundación. Se registraron la edad de la primera y de la última puesta, el número de puestas por caracol y el número de huevos por puesta. A partir de estos datos se estimaron los estadísticos descriptivos y se graficó la actividad reproductiva de la F0 en función de la edad de los caracoles.

## RESULTADOS

### Descripción morfológica

Los adultos (P) presentan una concha cuya coloración varía entre marrón oscuro (los que tienen el periostraco) y gris pálido a blanquecino (los que presentan erosión); está constituida por cuatro o cinco vueltas, siendo el último anfracto truncado consecuencia de la decolación. El cuerpo del animal es de color gris oliváceo, con la región cefálica más clara (Figura 7).



Figura 7: Ejemplar adulto de *Rumina decollata*

Las medidas morfométricas de los adultos (P) registradas se resumen en la Tabla 1.

La longitud de los ejemplares recolectados (largo de la concha) es la medida que presenta mayor variación (desvío: 2,95 mm), siendo las restantes medidas relativamente constantes (menor variación).

Tabla 1: Media y medidas de dispersión [media  $\pm$  desvío estándar (mín-máx)] de las medidas (en mm) de los adultos (P) de *Rumina decollata* (N= 20).

| <b>Variables morfométricas (mm)</b> | <b>media <math>\pm</math> desvío estándar [mín-máx]</b> |
|-------------------------------------|---|
| <b>Largo de la concha</b>           | 27,41 $\pm$ 2,95 [22,2 - 32,66]                         |
| <b>Ancho de la concha</b>           | 10,45 $\pm$ 0,64 [9,49 - 11,69]                         |
| <b>Largo de la abertura</b>         | 8,24 $\pm$ 0,94 [6,44 - 9,53]                           |
| <b>Ancho de la abertura</b>         | 6,51 $\pm$ 0,95 [4,45 - 7,99]                           |

### **Reproducción de los adultos (P)**

Luego de la unión al azar de los adultos (P), se seleccionaron las primeras 30 puestas de huevos observadas. La primera puesta de huevos se registró al cabo de tres días y la última al cabo de 25 días luego del inicio del ensayo. No se puede determinar si las puestas de huevos obtenidas a partir de la formación de las parejas son producto de fertilización cruzada o autofecundación debido a que no se realizó un seguimiento de cópulas y se desconoce la historia reproductiva de los caracoles.

### **Caracteres de historia de vida de la F0**

#### Éxito de eclosión

De las 30 puestas seleccionadas para su seguimiento, siete (N huevos = 87) fueron descartadas ya que los huevos no sobrevivieron a la desecación por las elevadas temperaturas del verano.

Las 23 puestas restantes estaban compuestas por una media de 8 huevos (Rango: 1 - 13), siendo el total de huevos cuantificados 175 (Tabla 2). Las puestas de huevos registradas para cada pareja fueron relativamente sincrónicas, separadas entre ellas por un período máximo de tres semanas (22 días).

Tabla 2: Datos de las puestas de huevos obtenidos a partir de los adultos (P) de *Rumina decollata* recolectados en la ciudad de Bahía Blanca (N puestas= 23)

| <b>Variab</b> les                  | <b>media ± desví</b> o estándar [mín-máx] |
|------------------------------------|---|
| <b>Número de huevos/puesta</b>     | 8 ± 3,03 [1 - 13]                         |
| <b>Diámetro de los huevos (mm)</b> | 3,07 ± 0,33 [2,29 - 3,89 ]                |

Los huevos son blancos y calcáreos y miden entre 2,29 y 3,89 mm de diámetro (Figura 6A, 8A-B). Las primeras eclosiones iniciaron al cabo de 35 días luego de la oviposición y la última se registró al cabo de 58 días (tiempo medio de incubación= 40,59 días). Las eclosiones no fueron siempre sincrónicas entre puestas sucesivas de la misma pareja y tampoco dentro de una misma puesta (Figura 8B). El 65 % de las puestas presentaron eclosiones sincrónicas de todos los huevos, mientras que las puestas restantes presentan eclosiones separadas por intervalos de tiempo entre 2 a 11 días. La concha embrionaria o protoconcha de los neonatos constaba de un único anfracto que durante los primeros días es muy frágil. Se observó canibalismo, donde los individuos más grandes se comían a los que iban naciendo posteriormente, además de romper los huevos e ingerir su contenido.

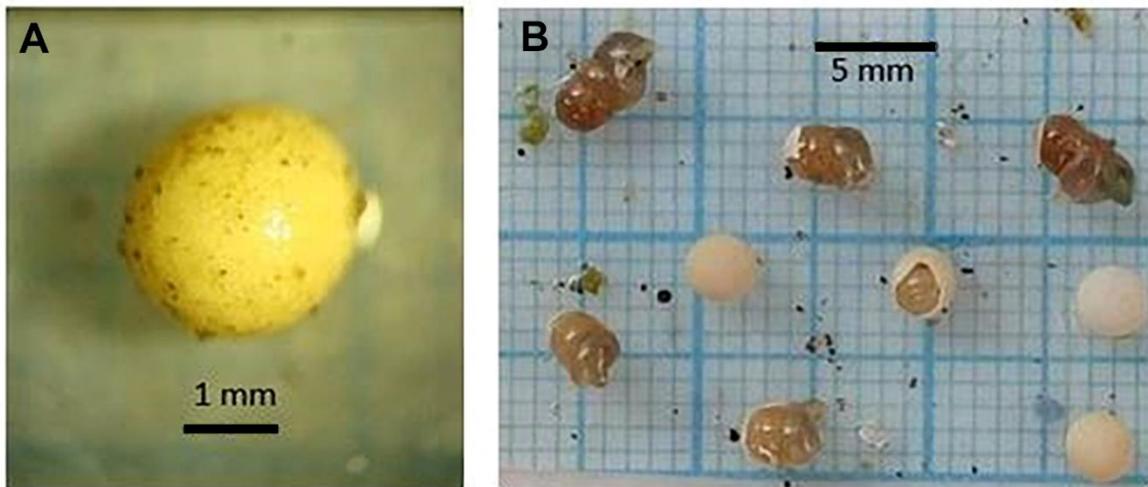


Figura 8: Huevos y neonatos de la F0 de *Rumina decollata*. A: Detalle de un huevo de la F0. B: Eclosión asincrónica de huevos de una puesta de huevos de la F0.

El porcentaje medio de eclosión fue de 58,07% [desvío estándar: 28,89] resultando en un total de 87 neonatos. La supervivencia de los caracoles se mantuvo en un 100% hasta la semana 12 (0,23 años), momento que murieron dos caracoles. La supervivencia se mantuvo en 97,7% durante los primeros dos meses, resultando así un total de 85 individuos de la cohorte F0. Los datos relacionados a las fechas de puesta, número de individuos nacidos, porcentaje de eclosión y fechas de eclosión se muestran en el Apéndice. Cabe mencionar que el tiempo medio de eclosión es el promedio de los días que tardan todos los individuos de una puesta de huevos en eclosionar.

La primera decolación se registró a una edad media de 12 semanas (0,23 años). Todos los individuos de la F0 (N = 85) presentaron al menos una decolación. El 28,23% de los caracoles presentó dos decolaciones y el 8,23% tres decolaciones a lo largo de su vida. La figura 9 muestra la primera decolación donde puede observarse el ápice de la concha más claro debido a la formación de un tabique interno y a la retracción de la masa visceral (figura 9A) y el mismo juvenil en el momento en el que se fractura la protoconcha (figura 9B).

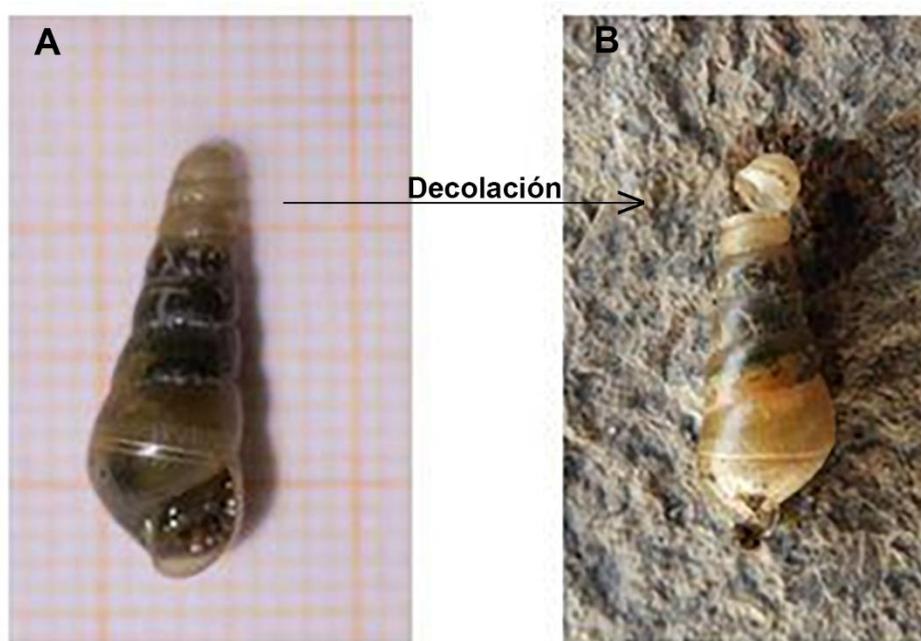


Figura 9: Decolación de *Rumina decollata*. A: Juvenil con concha completa, antes de decolar. Se observa el ápice de coloración clara debido a la retracción de la masa visceral y formación de un tabique interno. B: Juvenil en proceso de decolación donde puede verse la ruptura de los primeros anfractos.

## Crecimiento

Los neonatos (F0) midieron al nacer 2,83 milímetros de largo en promedio (rango: 2,02 - 3,62) y continuaron creciendo durante 43 semanas (0,82 años), momento en el cual cesaron el crecimiento; las medidas se mantuvieron constantes hasta la muerte de los caracoles. Las medidas de los individuos de la F0 criados en laboratorio (largo y ancho de la concha y largo y ancho de la abertura) registradas al final del estudio (Tabla 3) fueron mayores que las de los adultos de la generación parental desarrollados en condiciones naturales y recolectados para este estudio (Tabla 1).

La evaluación del crecimiento de talla con la edad de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy estacionalizado se muestra en la Figura 10, donde se observa que el incremento en la longitud no fue igual a lo largo del tiempo. Durante las primeras semanas, los individuos crecieron más rápidamente y luego la velocidad de crecimiento se redujo hasta que los caracoles alcanzaron un valor medio de 40 mm. Los valores de los parámetros que describen este modelo son los siguientes:

$$Lt = L_{\infty} (1 - \exp^{-K[(t-t_0) + T_1 - T_2]}),$$

$$T1 = C \sin (2\pi (t - ts)) / 2\pi,$$

$$T2 = C \sin (2\pi (t_0 - ts)) / 2\pi,$$

$$Lt = 46,6 (1 - \exp^{-1,97 [(t-0,28) + T_1 - 1,32]}),$$

$$T1 = 1 \sin (2\pi (t - 0,39)) / 2\pi,$$

$$T2 = 1,32$$

- Constante de crecimiento (año<sup>-1</sup>). K=1,97
- Largo máximo teórico.  $L_{\infty}$ = 46,6 mm
- Largo máximo observado. Lmax= 44,2
- Tiempo en que el individuo tiene una talla teórica de 0 mm (año).  $t_0 = -0,28$
- Tiempo en que comienza la estacionalidad (fracción de año).  $T_s = 0,39$
- Tiempo en que el crecimiento es 0 (fracción de año). WP (*winter point*) = 0,89
- Amplitud de la estacionalidad. C= 1.
- Coeficiente de determinación.  $R^2 = 0,94$

Tabla 3: Medidas (en mm) de los caracoles (F0) de *Rumina decollata* al cabo de 43 semanas (0,82 años) de vida (media  $\pm$  desvío estándar [mín-máx]).

| VARIABLES MORFOMÉTRICAS (mm) | media $\pm$ desvío estándar [mín-máx] |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Largo de la concha           | 40 $\pm$ 2,01 [ 35,36 – 44,78 ]       |
| Ancho de la concha           | 14,19 $\pm$ 0,74 [11,68 – 15,72 ]     |
| Largo de la abertura         | 14,63 $\pm$ 0,7 [10,79 – 14,08 ]      |
| Ancho de la abertura         | 8,26 $\pm$ 0,49 [6,68 – 9,41 ]        |

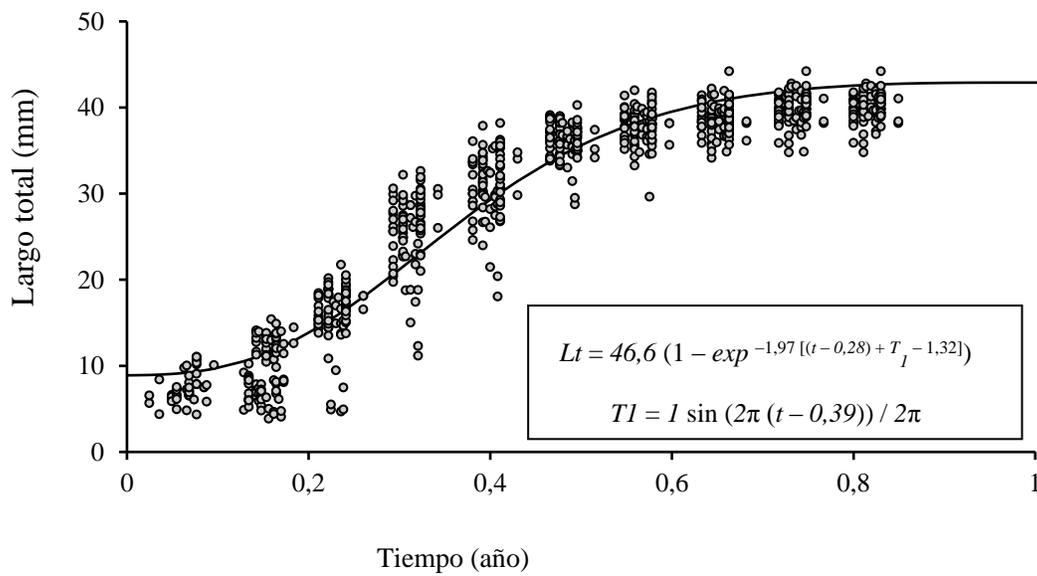


Figura 10: Modelo de Von Bertalanffy estacionalizado que describe el crecimiento de *Rumina decollata*

## Alometría

La relación entre el incremento en la longitud y en el ancho de la concha no fue proporcional a lo largo de las 43 semanas de seguimiento. El análisis de regresión de las medidas de largo y ancho de concha de los ejemplares de la F0 transformadas a logaritmo, mostró una correlación lineal significativa ( $R^2 = 0,9814$ ). La ecuación alométrica resultante fue:

$$Y = 0,8172x - 0,1421.$$

El valor del coeficiente alométrico, entre el largo y ancho de la concha, ( $b = 0,8172$ ) fue menor a 1, indicando alometría negativa; es decir, el ancho creció más lentamente que el largo (Figura 11).

La relación alométrica entre el incremento en el largo y en el ancho de la abertura tampoco fue proporcional a lo largo de las 43 semanas (0,82 años).

La ecuación alométrica calculada sobre las medidas de largo y ancho de la abertura transformadas a logaritmo fue:  $\log Y = 0,928x - 0,096$ . El coeficiente alométrico, entre el largo y ancho de la abertura, resultó menor a 1 ( $b = 0,928$ ) por lo que ancho de la abertura crece más lentamente que el largo de la abertura (Figura 12).

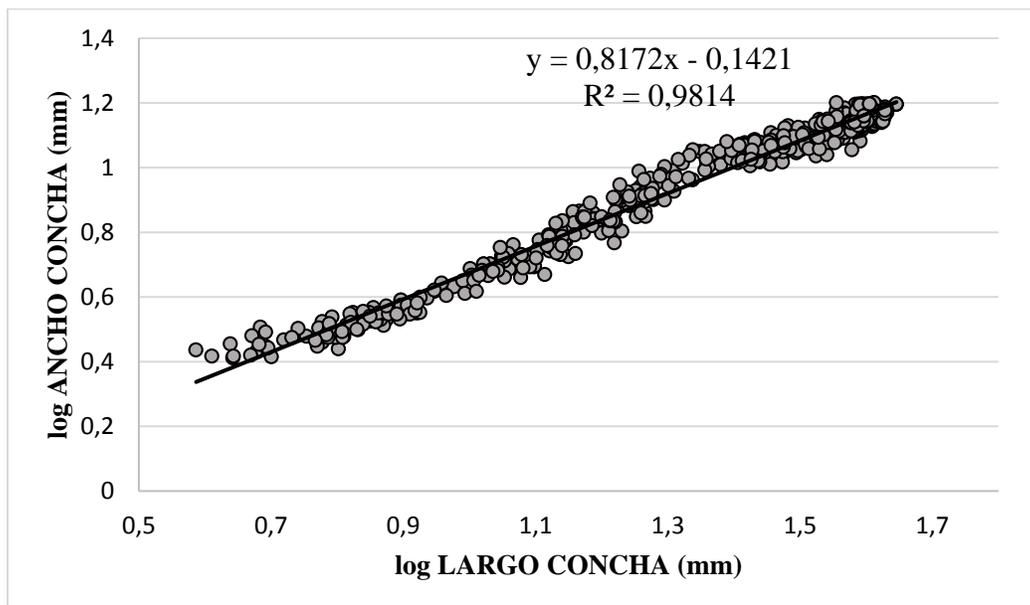


Figura 11: Relación alométrica entre el ancho y largo de la concha en *Rumina decollata*.

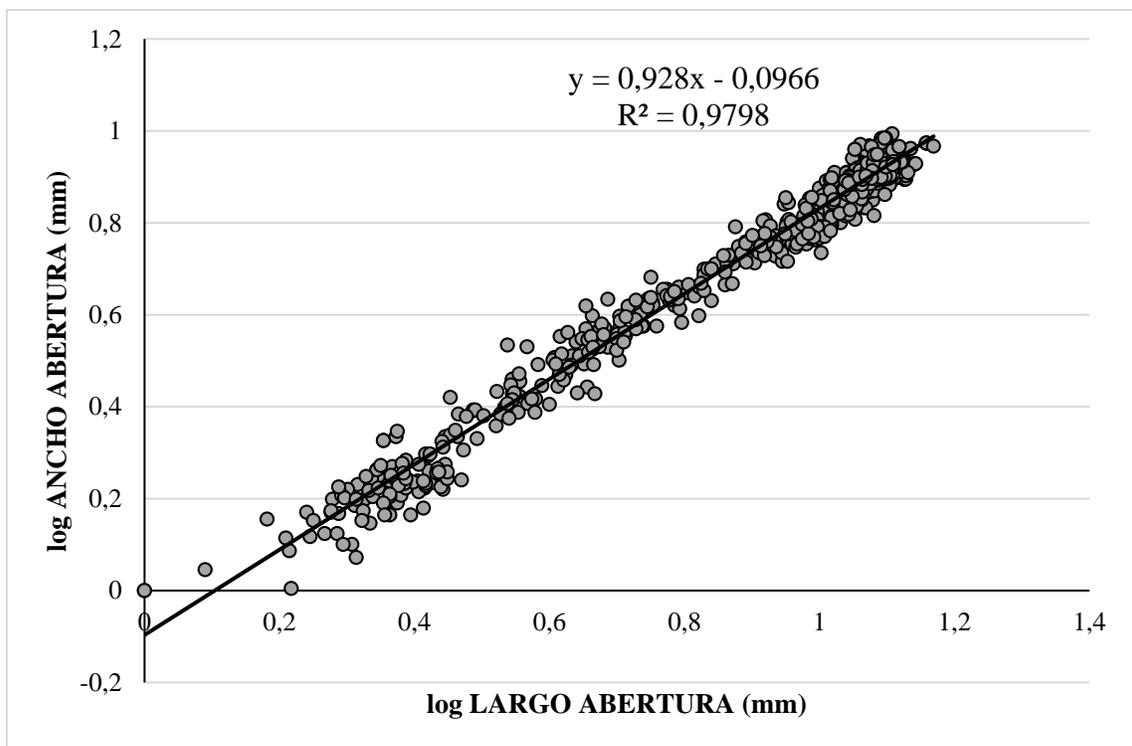


Figura 12: Relación alométrica entre el ancho y largo de la abertura de *Rumina decollata*.

### **Supervivencia de F0**

Los caracoles de la cohorte F0 presentaron una elevada tasa de supervivencia. Hasta la semana 12 (0,23 años), la supervivencia fue del 100%. De la semana 12 a la 48 (0,92 años), la supervivencia fue del 97,7% ya que en la semana 12 murieron dos de los 87 individuos cuantificados inicialmente. Los 85 restantes permanecieron vivos hasta la semana 48 (0,92 años) luego de la eclosión de los huevos. A partir de la semana 48, se empezó a registrar un número creciente de muertes y la supervivencia fue disminuyendo hasta la muerte del último caracol en la semana 119 (2,23 años). La longevidad promedio fue de 1,51 años (rango: 0,29-2,28) (Figura 13).

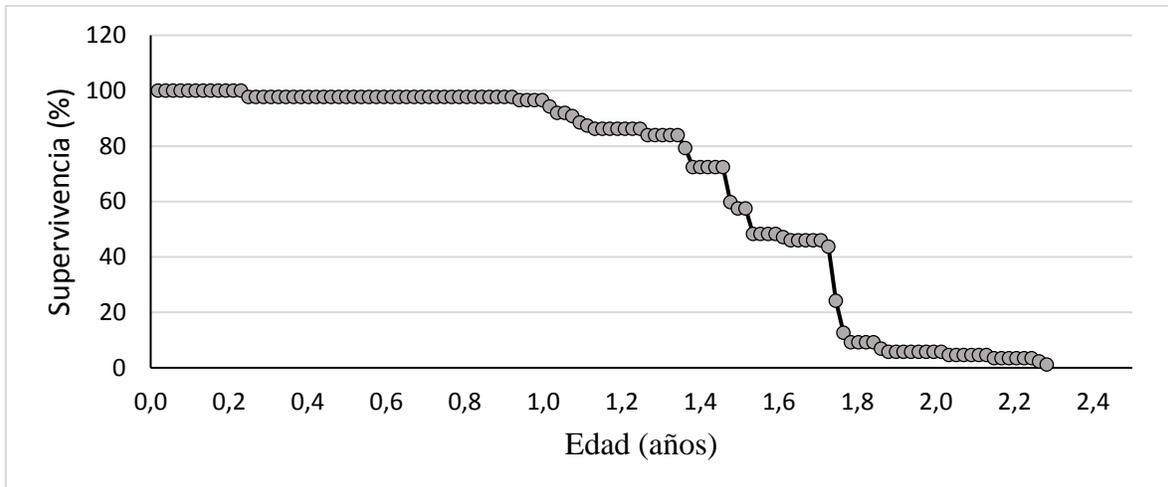


Figura 13: Supervivencia de *Rumina decollata*. Porcentaje de caracoles vivos en función de la edad (años).

### **Autofecundación de F0**

Los caracoles (F0) alcanzaron la madurez reproductiva a las 28 semanas de vida (0,54 años) en promedio (rango= 26–36 semanas; 0,50–0,69 años), momento en el que se registraron las primeras puestas de huevos por autofecundación (Figura 14). El 100 % de los caracoles de la F0 puso al menos una puesta de huevos. La actividad reproductiva de los caracoles de la F0 sobre los que se realizó el seguimiento (N= 60) se continuó durante un periodo promedio de 19 semanas (0,36 años) (rango= 6–27 semanas; 0,12–0,52 semanas) con un total de 848 puestas de huevos cuantificadas. El número total de huevos por autofecundación fue de 8444, de los cuales eclosionaron 5522 huevos, resultando en un éxito de eclosión total del 65,4%. Los tiempos de incubación de los huevos producidos por autofecundación son muy variados a lo largo del año, registrando huevos que eclosionan al cabo de 30 días en verano y al cabo de 60 días en invierno. Los resúmenes de los datos obtenidos a partir de las puestas individuales por autofecundación se muestran en la Tabla 4 y en las figuras 15 y 16.

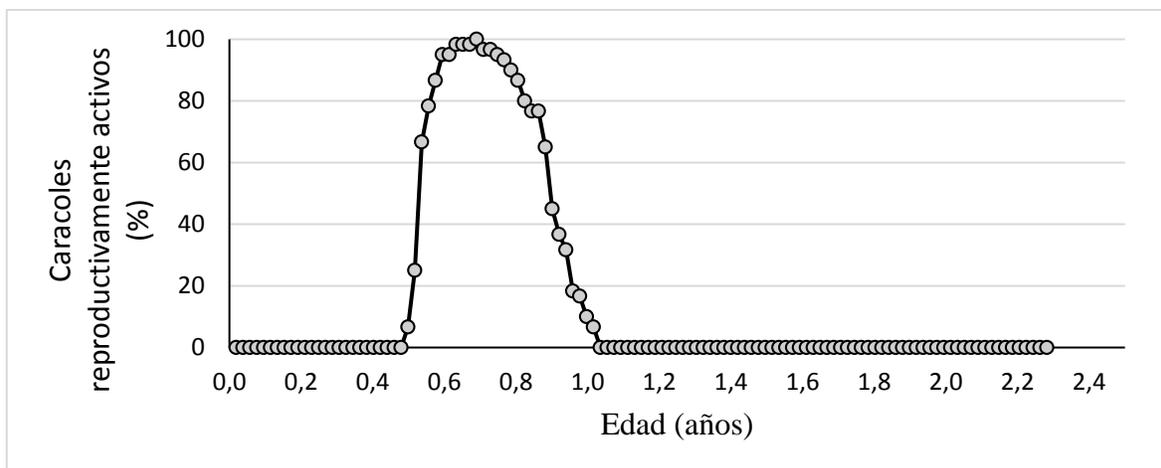


Figura 14: Actividad reproductiva de *Rumina decollata*. Porcentaje de caracoles reproductivamente activos por edad representada en fracción de año

Tabla 4: Detalle de las puestas de huevos por autofecundación de los caracoles de la F0 de *Rumina decollata* (N=60).

| <b>Variables</b>                           | <b>media ± desvío estándar [mín-máx]</b> |
|--|--|
| Tiempo de actividad reproductiva (semanas) | 19 ± 4,72 [6 - 27]                       |
| Número de puestas/caracol                  | 14 ± 3,92 [3 - 23]                       |
| Número de huevos/caracol                   | 141 ± 41,8 [28 - 239]                    |
| Número de huevos/puesta                    | 10 ± 3,4 [7 - 35]                        |

No se encontraron relaciones entre el tamaño (ancho y largo de la concha) de los caracoles de la cohorte F0 con los parámetros reproductivos calculados.

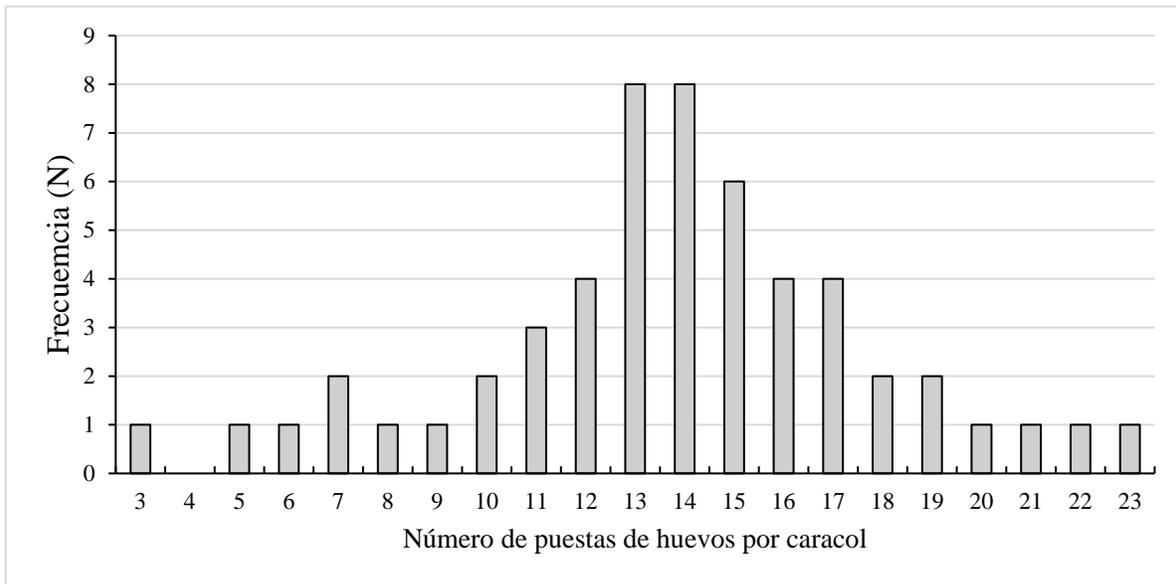


Figura 15: Fecundidad de *Rumina decollata*. Histograma de frecuencias la fecundidad como número de puestas de huevos por caracol. (N=60)

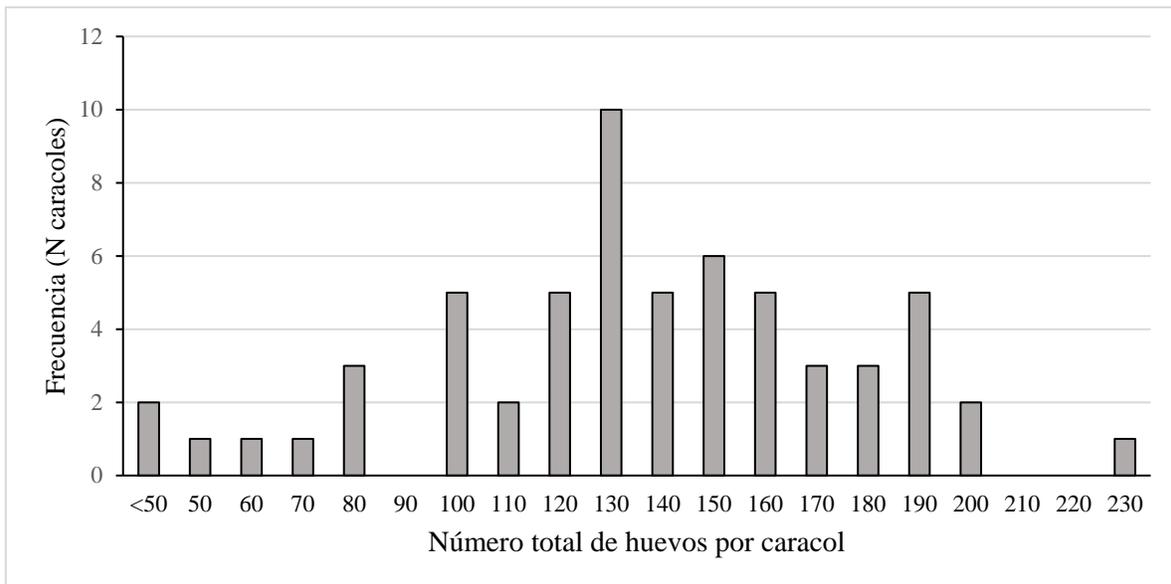


Figura 16: Fecundidad de *Rumina decollata*. Frecuencia de número de huevos totales por caracol. (N=60)

El resumen de los datos de la cohorte F0 se encuentran detallados en Figura 17.

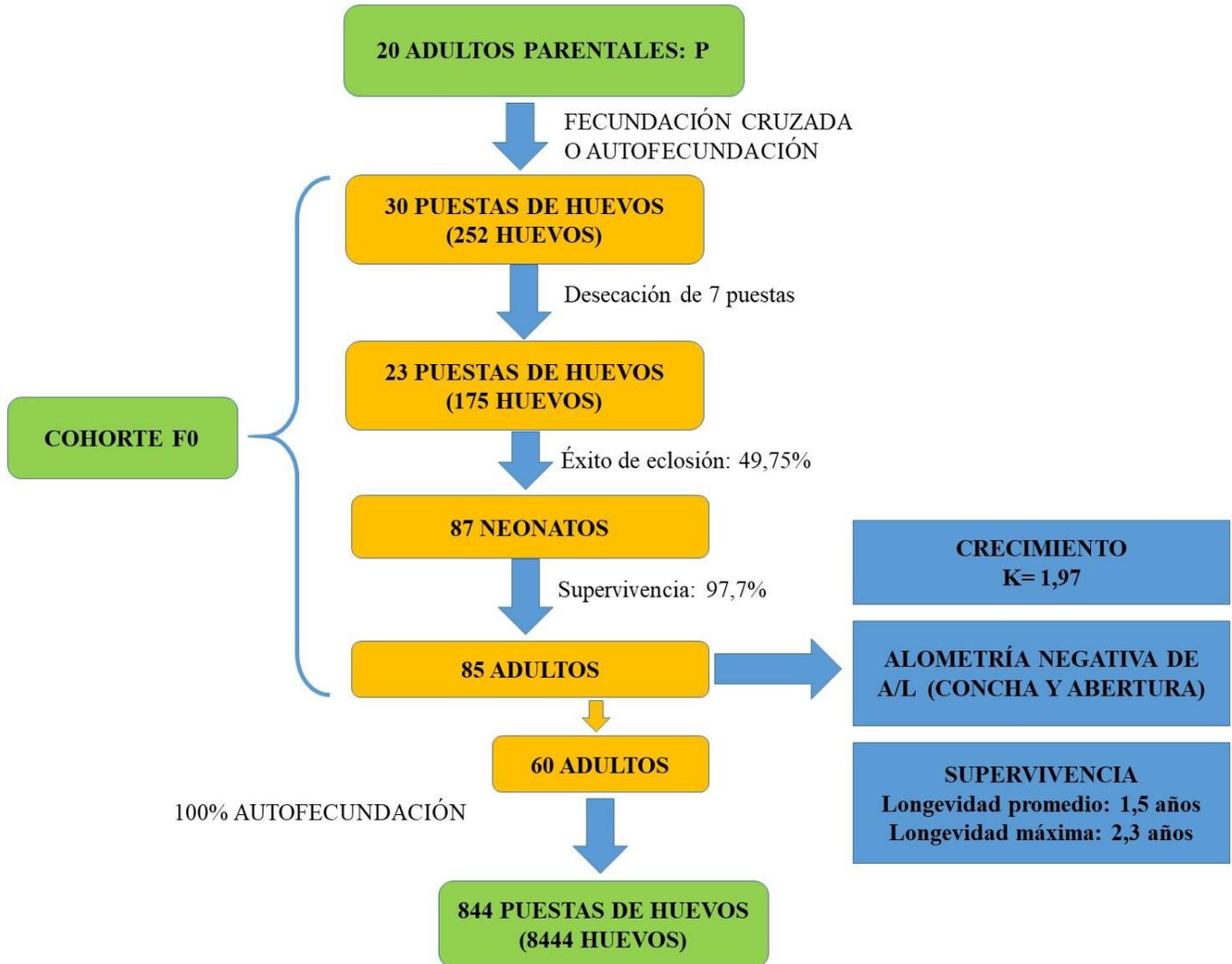


Figura 17: Resumen de los parámetros de historia de vida de la cohorte F0 de *Rumina decollata* criada individualmente y en condiciones de laboratorio.

## DISCUSIÓN

### **Caracteres de historia de vida de *Rumina decollata***

Los resultados de este trabajo permitieron establecer diversas características de la historia de vida de *Rumina decollata* en condiciones de laboratorio. Los datos obtenidos mostraron que la viabilidad de los huevos fue menor (33,21%) que la de los neonatos (100% hasta la semana 12 de vida), siendo la humedad un factor crítico para la viabilidad de los huevos (obs. pers.). La tasa de crecimiento obtenida fue elevada ( $K = 1,97$ ) y el inicio de la actividad reproductiva por autofecundación se produjo en la semana 26 (0,5 años). En este estudio en condiciones de laboratorio, *Rumina decollata* presentó una estrategia reproductiva semélpara, es decir, un único periodo reproductivo a lo largo de su vida. Los individuos de la cohorte F0 estuvieron activos reproductivamente durante 18 semanas (0,35 años) en promedio y la cohorte presentó individuos reproductivos hasta la semana 52 (1 año). La supervivencia de los caracoles adultos fue elevada (97,7%) hasta la finalización de la etapa reproductiva cuando se redujo la actividad de los caracoles (dejaron de comer, se retrajeron dentro de la concha y desarrollaron el epifragma). A partir de ese momento la supervivencia fue disminuyendo hasta que todos los ejemplares murieron, resultando en una longevidad promedio de 1,5 años y máxima de 2,3 años. Este estudio permitió, además, confirmar la elevada tasa reproductiva por autofecundación de esta especie, ya que el 100% de los caracoles criados en aislamiento se autofecundaron.

Estos resultados presentan similitudes y diferencias con estudios previos realizados con la misma especie. En un experimento realizado en Brasil, Almeida Matos de Souza (2013) reportó que los individuos aislados de *R. decollata* crecieron durante 150 días (0,41 años), la mitad del tiempo que de lo registrado en este trabajo. En cuanto a parámetros reproductivos, los valores de número de huevos por puesta y tamaño de huevos son consistentes con los reportados por Rascop (1960) pero no con Batts (1957), quien registró un menor tamaño medio de huevo (2 mm) y puestas que pueden alcanzar un mayor número de huevos (hasta 30). Los tiempos de incubación registrados en este trabajo (35 a 58 días) son mayores a los estimados por Batts (1957) para esta especie (21-35 días). Este autor

menciona que la variación en el período de incubación puede deberse a que los huevos pueden estar retenidos en una bolsa de cría durante un tiempo diferencial (Batts, 1957). Sin embargo, en el presente estudio esta variación estuvo asociada al momento del año, registrándose períodos de incubación más largos en invierno (temperatura promedio de 18°C y longitud de día corto) que en verano (25°C y longitud de día largo). Según Rascop (1960), el período de incubación de *Rumina decollata* varía de acuerdo a la temperatura, registrando un período de incubación promedio de 28 días a 22°C. Rocha de Oliverira y Ferreira de Abreu (2013) observaron que el sustrato influyó también en el número de huevos por puesta y en el número de eventos reproductivos sucesivos. Estas observaciones son consistentes con observaciones en otros gasterópodos terrestres donde el tiempo de incubación de huevos puede variar con la temperatura y/o el fotoperiodo (Agbelusi & Adeparusi, 1999; Gomot de Flauvery, 2001; Benbellil-Tafoughalt & Koene, 2015).

El desarrollo y la reproducción de los gasterópodos terrestres está influenciado de manera directa por las condiciones ambientales donde habiten, considerando como principales factores de influencia la temperatura, humedad, densidad y sustrato (Almeida Matos de Souza, 2013). Esta autora concluyó que luego de alcanzar la madurez reproductiva, el crecimiento individual de los ejemplares de *R. decollata* no se veía afectado por las variaciones en los niveles de calcio y en las precipitaciones. Matamoros Torres *et al.* (2017) determinaron que la temperatura y la humedad relativa influyen en la densidad de caracoles de *Rumina decollata*; los mayores valores de densidad poblacional se obtuvieron con temperaturas de entre 25 y 29°C y una humedad relativa de entre 71 y 86 %.

Según De Francesco y Lagiglia (2007), en Argentina los ejemplares de *Rumina decollata* se observan principalmente en jardines de zonas urbanas que se encuentran bien irrigados; sin embargo, también asumen que pueden encontrarse en zonas poco irrigadas donde permanecen enterrados bajo el suelo (lo que dificulta determinar su densidad). Más estudios son necesarios para evaluar el efecto relativo de estos factores ambientales en *R. decollata*.

El estudio de los parámetros reproductivos y el patrón de crecimiento de *Rumina decollata* son importantes para determinar su potencialidad como especie invasora.

### ***Rumina decollata* como potencial especie invasora**

Las especies exóticas invasoras generan impactos ambientales y económicos de gran magnitud, considerándose en la actualidad la segunda causa de pérdida de la biodiversidad (Genovesi & Shine, 2004) y una de las principales causas de la extinción biológica (Dueñas, 2021). No todas las especies introducidas fuera de su área de distribución original causan procesos de invasión (Capdevila Argüelles *et al.*, 2013). Para que una especie exótica sea invasora debe dispersarse y establecerse en un ecosistema no propio, logrando atravesar un filtro biogeográfico y uno biológico (Capdevila Argüelles *et al.*, 2013). Para eso, debe lograr reproducirse, proliferar, interactuar con la biota residente y ejercer influencia sobre el ecosistema invadido (Richardson *et al.*, 2011). El impacto sobre la biodiversidad nativa varía de acuerdo a su comportamiento y a las interacciones que establezcan con los organismos del ecosistema invadido, causando principalmente competencia (por depleción o consumo) y depredación (directa, parasitismo y herbivoría) (Capdevila Argüelles *et al.*, 2013).

La introducción de especies fuera de sus rangos de distribución original ha aumentado globalmente, debido al incremento de actividades de transporte y comercio, que proporciona vectores para que plantas y animales atraviesen barreras geográficas que normalmente les serían imposibles (Genovesi & Shine, 2004). En el caso de los gasterópodos terrestres, el transporte accidental junto con material vegetal o tierra, llevó a la introducción de numerosas especies en áreas de distribución no nativas. Debido a que la mayoría de los caracoles son herbívoros o depredadores, su introducción en sitios no nativos causa un gran impacto sobre especies nativas (Cowie, 2001). *Rumina decollata* fue introducida intencionalmente como agente de control de *Cornu aspersa* (plaga de cítricos) en América del Norte debido a su hábito alimenticio omnívoro y accidentalmente en varios países de Asia y América del Sur. Tuvo una gran dispersión en numerosos países, siendo considerada en varios de ellos Especie Invasora. Si bien Fisher *et al* (1980) argumentaron que *Rumina decollata* no representaba una amenaza para los caracoles nativos en California, ya que no

pudieron demostrar que predaba directamente sobre ellos, Barker y Efford (2002) reportaron varias especies de caracoles predados por *R. decollata* incluyendo *Succinea ovalis*, *Helicella itala*, *Cepaea nemoralis*, *Oxychilus spp.* y *Zonitoides spp.* Además, experimentos de laboratorio mostraron que podía preda especies nativas de Estados Unidos (Barker & Efford, 2002). Tupen y Roth (2001) expresaron su preocupación acerca del impacto negativo de *Rumina decollata* sobre el gasterópodo nativo *Helminthoglypta walkeriana* en California, Estados Unidos.

La tasa de dispersión accidental de *R. decollata* estimada en Japón por Matsukuma (2009) fue aproximadamente de 3-5 kilómetros por año, siendo esta velocidad mucho mayor que la dispersión natural calculada en California (Fisher *et al.*, 1980). Por lo tanto, es indispensable estudiar los medios de dispersión de esta especie para evitar su propagación (Matsukuma, 2009). En Argentina, *Rumina decollata* extendió considerablemente su rango de distribución habitando actualmente desde la Patagonia hasta el extremo norte de la Argentina (Reyna & Gordillo, 2018; De Francesco & Lagiglia, 2007; Dop *et al.*, 2020; Pérez & Tissot, 2001).

Cowie *et al.*, (2009) desarrollaron un sistema de puntuación, considerando atributos biológicos y ecosistémicos para establecer la potencialidad de las especies exóticas de convertirse en un problema para los ecosistemas naturales, la agricultura, el comercio o la salud humana en Estados Unidos. Entre estos atributos se incluyen: amplia distribución climática, estrecha relación filogenética con otras especies plaga, gran tamaño corporal en introducciones intencionales (tamaño pequeño en introducciones involuntarias), producción de huevos pequeños que faciliten la dispersión, producción de numerosos huevos en un corto período de tiempo (productividad reproductiva alta), autofecundación o partenogénesis, hermafroditismo, mayor presión de introducción, colonización cosmopolita, antecedentes de invasión previos y daños económicos elevados. De acuerdo con esta categorización, *R. decollata* no tiene antecedentes como especie plaga, no se relaciona con otras especies que son consideradas plaga; el tamaño del adulto es medio (ya que fue introducida tanto accidental como intencionalmente), el tamaño del huevo es pequeño y el potencial reproductivo es elevado. El puntaje otorgado para *R. decollata* fue bajo comparado con los

valores de otras especies invasoras como *Lissachatina fulica* y *Euglandina rosea* (Cowie *et al.*, 2009), dos especies incluidas en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la UICN (Lowe *et al.*, 2000). Sin embargo, actualmente *R. decollata* pertenece a la misma familia que *Lissachatina fulica* (Achatinidae) y es considerada plaga de cultivos en países como Japón, Cuba o Brasil.

*Lissachatina fulica* un gasterópodo terrestre (Familia Achatinidae) nativo de África, es considerada una de las especies plaga más perjudiciales a nivel mundial, debido a su gran resistencia a las variables ambientales, dieta polífaga y elevado potencial reproductivo (Lowe *et al.*, 2000; Virgillito *et al.*, 2015). Actualmente se encuentra distribuida en países de América del Norte, Asia, Europa y América del Sur, registrada en 63 ecorregiones terrestres desde el inicio de su invasión (Darrigran *et al.*, 2020). En Argentina es considerada especie plaga de varios cultivos como el maíz (*Zea mays*) y cítricos (*Citrus sp.*) (Virgillito *et al.*, 2015). *Lissachatina fulica*, a diferencia de *Rumina decollata*, tiene fecundación cruzada obligada, y deposita los huevos enterrados en masa (Liboria *et al.*, 2009) llegando a producir entre 300 a 1000 huevos al año en condiciones óptimas. (Franco González *et al.*, 2018). En laboratorio, se observó un periodo de incubación de huevos que varía entre 10 a 25 días entre 20°C y 25°C y una humedad mayor al 75% (Liboria *et al.*, 2009). Al igual que *R. decollata*, puede atravesar períodos de estivación e hibernación (Liboria *et al.*, 2009). Carvalho da Silva y Pessoa Omena (2014) determinaron que, en Brasil, *Lissachatina fulica* presenta un crecimiento que se ajusta al modelo de Von Bertalanffy con una constante de crecimiento es de  $k=0,75$ , y la longevidad varió entre 11 y 36 meses (0,91-3 años). Estos autores registraron que el período reproductivo de *Lissachatina fulica* depende directamente del nivel de precipitaciones y de la humedad relativa donde se encuentren.

De acuerdo a las características mencionadas, podemos inferir que *Rumina decollata* presenta ciertas ventajas y desventajas para llevar a cabo procesos de invasión con respecto a *Lissachatina fulica* (especie plaga de gran impacto). Estas especies han sido registradas ampliamente en diversas regiones a nivel mundial, sin embargo, los registros de *Rumina decollata* la localizan en zonas más australes respecto a *Lissachatina fulica*. Ambas especies tienen hábitos nocturnos y preferencia por zonas húmedas, habiendo sido registradas en sitios

con sequía y temperaturas fuera de su rango óptimo. En Argentina, el caracol africano fue identificado en las provincias de Misiones y Corrientes (Gutiérrez Grégoric *et al.*, 2013), mientras que el registro de *Rumina decollata* continúa ampliándose en varias provincias desde la Patagonia hasta el Norte (Jujuy) siendo en este país más amplia la extensión de esta última especie. En base a estos datos, podríamos asumir que el proceso de estivación permite que *R. decollata* pueda adaptarse a ciertas regiones del país, donde el clima es más seco e inhóspito. Con respecto al ciclo reproductivo, la capacidad de autofecundación que presenta *Rumina decollata* contribuye a aumentar la posibilidad de dejar descendencia en sitios inhabitados por individuos de la misma especie. *Lissachatina fulica* al no poder autofecundarse, requiere la presencia de otros individuos para poder dejar descendientes; sin embargo, garantiza el éxito reproductivo al oviponer en varios intervalos sucesivos de tiempo una mayor cantidad de huevos, en comparación con *R. decollata*. Por otro lado, los períodos entre puestas sucesivas y períodos de incubación en *L. fulica* son más reducidos en tiempo con respecto a *R. decollata*; esto podría determinar que esta última especie tenga un menor potencial reproductivo. Por último, *R. decollata* presenta una mayor tasa de crecimiento ( $k=1,97$ ) que *Lissachatina fulica*.

Considero que tanto *Rumina decollata* como *Lissachatina fulica* son especies con parámetros biológicos y reproductivos que les permiten colonizar nuevos ambientes, fuera de su hábitat de origen. Si bien existen trabajos que mencionan el impacto que podrían causar ambas especies en los cultivos y en la fauna nativa de la Argentina, no está documentado con exactitud la magnitud de dicho impacto.

La autofecundación puede considerarse una ventaja, cuando la búsqueda de la pareja en poblaciones reducidas se dificulta (Heller, 2001), siendo imprescindible en especies introducidas en áreas no nativas. La fecundación cruzada es la principal forma de incorporar variación genética en las poblaciones, permitiendo que se formen nuevos genes adaptados a entornos cambiantes. Sin embargo, la importancia adaptativa que se le otorga a la autofecundación estaría relacionado con la capacidad de colonización cuando las densidades poblacionales son bajas y adaptaciones a patrones particulares de heterogeneidad ambiental (Selander & Hudson, 1976). Selander y Hudson (1976) propusieron que *R. decollata* es una

especie colonizadora adaptada a patrones temporales y espaciales de ambientes heterogéneos. Almeida Matos de Souza (2013) determinó que la madurez sexual tardía de los caracoles aislados puede deberse a la falta de estimulación para la cópula, lo que contradice la hipótesis de Selander y Hudson (1976) de que *R. decollata* sería un gasterópodo con predisposición a autofecundarse. Sin embargo, según Batts (1957) y Dundee (1986), *Rumina decollata* se reproduce preferiblemente mediante fertilización cruzada, existiendo eventos de autofecundación.

El alto potencial para reproducirse por autofecundación bajo condiciones de laboratorio, podría indicar que es una especie capaz de formar nuevas poblaciones en ausencia de otros individuos de su misma especie. Esta capacidad de poder reproducirse por autofecundación es un factor que indicaría su elevado potencial como especie invasora; sin embargo, sería importante realizar estudios a futuro donde se determine cómo es el comportamiento reproductivo de *R. decollata* en condiciones naturales. Además, el rápido crecimiento de los juveniles y su elevada tasa de supervivencia, señalan su capacidad para colonizar nuevos ambientes.

La rápida expansión de *Rumina decollata* en Argentina en regiones con condiciones ambientales limitantes (Patagonia, La Rioja, San Juan, Jujuy) indicaría que es una especie que presenta una amplia plasticidad para adaptarse a ambientes heterogéneos. Su capacidad de estar en meses con temperaturas elevadas e hibernar en inviernos fríos, le facilitan establecerse y persistir en sitios donde las condiciones no son las óptimas para su desarrollo. Rascop (1960) determinó que, en condiciones de laboratorio, donde la temperatura y la humedad están controladas, los ejemplares de *Rumina decollata* no estivan, salvo que se alteren dichas condiciones. En Japón, *R. decollata* no estiva en los meses de verano ya que este período es lo suficientemente húmedo como para que permanezca activa (Matsukuma, 2009). Por lo tanto, las alteraciones causadas por el cambio climático a escala global (aumento de la temperatura, modificación del nivel de precipitaciones), podrían ocasionar posibles variaciones en el patrón de distribución y en la tasa de dispersión de *R. decollata* en las distintas regiones ecogeográficas.

De acuerdo a su potencial invasivo y a su amplia distribución en diversas regiones, la presencia de *R. decollata* puede constituir una grave amenaza para la horticultura (De Francesco & Lagiglia, 2007). Según Matamoros Torres (2014, 2017), *Rumina decollata* es considerada plaga de cultivos en La Habana (Cuba), donde se han visto ejemplares alimentarse de acelga (*Brassica rapa*), lechuga (*Lactuca sativa*) y remolacha (*Beta vulgaris*). Mc Donnell *et al.* (2016) demostraron que, en condiciones de laboratorio *R. decollata* elige vegetales como alimento de preferencia por encima de individuos de *Cornu aspersum*; y en el caso de alimentarse de esta última especie sólo consumen organismos menores a 13 milímetros. En Brasil, muestreos realizados en plantaciones de *Fragaria ananassa* (frutilla), observaron que *Rumina decollata* es un predador activo de este fruto (Landal *et al.*, 2019) y en Argentina, Miquel (1988) reportó casos aislados de depredación sobre la mora (*Morus nigra*) y el taco de reina (*Tropaeolum majus*).

En relación a los reportes de depredación y al hábito de alimentación generalista, considero que *Rumina decollata* puede convertirse en plaga de cultivos y podría significar una amenaza para la flora nativa de las regiones que invade y para aquellas especies de gasterópodos autóctonos que compiten por recursos compartidos. Debido a que la introducción de *Rumina decollata* es reciente en ciertas regiones este impacto aún no está registrado; sin embargo, es necesario realizar estudios de simulación de nichos que permitan determinar cuáles son los recursos que esta especie utiliza y así poder establecer si existe una posible competencia con la fauna nativa.

Finalmente, esta especie podría ejercer un impacto negativo sobre la salud. Cardillo *et al.*, (2016, 2018) realizaron el primer reporte de larvas de *Aelurostrongylus abstrusus* y de *Toxocara cati* (nematodos parásitos de gatos) en *R. decollata*, determinando el potencial de esta especie como hospedador intermediario. Debido al aumento de poblaciones de gatos que viven en condiciones semi-salvajes en áreas urbanas, es de fundamental importancia garantizar la atención veterinaria con el fin de evitar la transmisión de enfermedades zoonóticas como la toxocariasis (Cardillo *et al.*, 2016). Por otro lado, la amplia dispersión de *Rumina decollata* en jardines en los que abundan heces contaminadas con larvas de

*Aelurostrongylus abstrusus*, podría significar un incremento en la propagación de estos parásitos (Cardillo *et al.*, 2018).

La detección temprana de las especies introducidas, su rápida respuesta y la posible erradicación son pasos fundamentales para el manejo de especies exóticas invasoras en las primeras etapas de la invasión (Simberloff *et al.*, 2013). Considero que es necesario realizar estudios posteriores que permitan cuantificar el impacto de la introducción de *Rumina decollata* sobre la flora y fauna nativa de las distintas regiones en las que se ha establecido. Debido a que esta especie fue introducida recientemente en varios países de forma pasiva, es posible realizar estudios de prevención y mecanismos de control que eviten la expansión de esta especie en sitios en los que aún no se ha radicado o en los que existe una baja densidad poblacional.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se presentaron datos originales de caracteres de historia de vida de una cohorte de 85 caracoles criados aislados, en condiciones óptimas de humedad y temperatura de laboratorio, que son descendientes de caracoles que habitan la ciudad de Bahía Blanca. Esta información servirá de punto de partida y de comparación para futuros estudios que profundicen diferentes aspectos biológicos de esta especie.

*Rumina decollata* tiene una alta supervivencia y tasa de crecimiento y un elevado potencial reproductivo, relacionado principalmente con su capacidad de reproducirse por autofecundación, pero también con una numerosa puesta de huevos en períodos reproductivos sucesivos. Esta especie presenta una gran adaptabilidad a distintas condiciones climáticas pudiendo, además, estivar e hibernar cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas, aumentando así su probabilidad de supervivencia.

Cabe mencionar que *Rumina decollata* es una especie con distribución cosmopolita que a largo plazo podría generar un impacto negativo sobre la biodiversidad ya que al presentar un hábito omnívoro se alimenta de diversas plantas y compite con la fauna nativa por recursos compartidos y por espacio. Por otro lado, ocasiona efectos perjudiciales sobre

el ser humano ya que afecta la economía (al ser plaga de cultivos en varios países) y la salud (al ser huésped intermediario de varios nematodos parásitos como *Aelurostrongylus abstrusus* y *Toxocara cati*).

Por todas estas características mencionadas, considero que es necesario llevar a cabo más estudios que cuantifiquen el impacto negativo de *Rumina decollata* a largo plazo sobre la flora y fauna nativa de aquellos países en los que se ha establecido . Además, al ser reciente su introducción es posible llevar a cabo con éxito mecanismos de erradicación en algunas poblaciones de *Rumina decollata*, evitando posibles impactos de gran magnitud sobre los procesos ecosistémicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agbelusi, E.A & Adeparusi, E.O. (1999) Eggs incubation period and hatching success of the african giant land snail (*Archachatina marginata*) Swainson in different incubation media. *Journal of Applied Animal Research* 15(1): 57–62. <https://doi.org/10.1080/09712119.1999.9706231>
- Almeida Matos de Souza, F. (2013). Ciclo de vida e biologia comportamental de *Rumina decollata* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Subulinidae) em laboratório. Tesis. Universidad Nacional de Juiz de Fora, Instituto de Ciencias Biológicas. Tesis.
- Barker, G.M & Efford, M.G. (2002) Predatory gastropods as natural enemies of terrestrial gastropods and other invertebrates. En: Barker, G.M. (ed.) *Natural Enemies of Terrestrial Molluscs*. CAB International, Wallingford, pp 279–403.
- Batts, J.H. (1957). Anatomy and life cycle of the snail *Rumina decollata* (Pulmonata: Achatinidae). *The Southwestern Naturalist* 2 (2-3): 74–82.
- Benbellil-Tafoughalt, D. & Koene, J.M. (2015) Influence of season, temperature, and photoperiod on growth of the land snail *Helix aperta*. *Invertebrate Reproduction & Development* 59(1): 37–43. <https://doi.org/10.1080/07924259.2014.996300>
- Capdevilla Argüelles, L., Suarez Alvarez, V. A., & Zilleti, B. (2013) Causas de la pérdida de biodiversidad: Especies Exóticas Invasoras, Causes of biodiversity loss: Invasive Alien Species. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección biológica*: 55–75.
- Cardillo, N., Clemente, A., Pasqualetti, M., Borrás, P., & Rosa, A.M.R. (2014) First report of *Aelurostrongylus abstrusus* in domestic land snail *Rumina decollata* in the Autonomous city of Buenos Aires. *Veterinary* 16: 15–22.
- Cardillo, N., Prous, C., Krivokapich, S., Pittaro, M., Ercole, M. Perez, M. Pasqualetti, F. Fariña, A. Rosa, A., Gatti, G., & Ribicich, M. (2016) First report of *Toxocara cati* in the domestic land snail *Rumina decollata*. *Revista Argentina de Microbiología* 48: 206–209.
- Cardillo, N., Ercole, M., Fariña, F. Pasqualetti, M., Loiza Y., Pérez, M., Bonboni A., & Ribicich, M. (2018) Larval development of *Aelurostrongylus abstrusus* in experimentally infected *Rumina decollata* snails. *Veterinary Parasitology* 251: 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.01.002>.

- Carvalho da Silva, E., & Pessoa Omena, E. (2014). Population dynamics and reproductive biology of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Gastropoda) in Salvador - Bahia. *Biota Neotropica* 14(3): 1–11.
- Correa-Sandoval, A. (1993) Caracoles terrestres (Mollusca: Gastropoda) de Santiago, Nuevo León, México. *Revista de Biología Tropical* 41 (3): 683–687.
- Cowie, R.H. (2001). Can snails ever be effective and safe biocontrol agents? *International Journal of Pest Management* 47(1): 23–40.
- Cowie, R.H., Dillon, R.T., Robinson, D.G. & Smith, J.W. (2009). Alien non-marine snails and slugs of priority quarantine importance in the United States: A preliminary risk assessment. *American Malacological Bulletin* 27: 113–132.
- Darrigran, G., Agudo-Padron, I., Baez, P., Belz, C., Cardoso, F., Carranza, A., Collado, G., Correoso, M., Cuezco, M. G., Fabres, A., Gutiérrez Gregoric, D. E., Letelier, S., Ludwig, S., Mansur, M. C., Pastorino, G., Penchaszadeh, P., Peralta, C., Rebolledo, A., Rumi, A., Santos, S., Thiengo, S., Vidigal, T., Damborenea, C. (2020). Non-native mollusks throughout South America: emergent patterns in an understudied continent. *Biological Invasions* 22: 853–871.
- De Francesco, C.G. & Lagiglia, H. (2007). A predatory land snail invades central-western Argentina. *Biological Invasions* 9:795–798.
- Dop, S., Guerrero Spagnuoli, J. & Pizá, J (2020) Deslizando fronteras, desde el mediterráneo a la Patagonia. Actualización de la distribución en la argentina del gasterópodo invasor *Rumina decollata* (Linneo, 1758). XI Congreso Latinoamericano de Malacología. Libro de resúmenes del CLAMA XI. Lima, Perú.
- Dueñas, M. A., Hemming, D. J., Roberts, A., & Diaz Soltero, H. (2021). The threat of invasive species to IUCN-listed critically endangered species: A systematic review. *Global Ecology and Conservation* 26 (1823): e01476, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01476>.
- Dundee, D. S. (1986). Notes on the habits and anatomy of the introduced land snails, *Rumina* and *Lamellaxis* (Subulinidae). *The Nautilus* 100 (1): 32–37.
- Fisher, T. W. (1966). *Rumina decollata* (Linnaeus, 1758) (Achatinidae) Discovered in Southern California. *The Veliger* 9(1): 16.
- Fisher, T. W., Orth, R. E., & Swanson, S. C. (1980). Snail against snail. *California Agriculture* 34: 18–20.

- Franco Gonzalez, N. G., Clavijo Rios, C., & Rojas, J. E. (2018). Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Caracol Gigante Africano (*Achatina fulica*) en la Jurisdicción CAR. Dirección de Recursos Naturales, Grupo Biodiversidad.
- Genovesi, P., & Shine, C. (2004). European strategy on invasive alien species. *Nature and environment* 137: 1–68.
- Gomot-de Vaufleury, A. (2001). Regulation of growth and reproduction. In: Barker GM, editor. *The biology of terrestrial molluscs*. Wallingford: CAB International; p. 331–355.
- Gutiérrez Grégoric, D.E., Beltramino, A.A., Vogler, R.E., & Rumil, A. (2013). Expansión del rango de distribución de *Achatina fulica* Bowdich 1822 (Gastropoda) en la Argentina y su concordancia con modelos predictivos. *Amici Molluscarum* 21(1): 17–21.
- Heller, J. (2001). Life history strategies. En: Barker GM, editor. *The biology of terrestrial molluscs*. Wallingford: CAB International; pp. 413–445.
- Howard, G. (1971). Especies invasoras y humedales. RAMSAR. COP 7. Doc 24. 1–11.
- Landal, M.C.T., Bach, R.P., Gomes, S.R., Botton, M, Zawadneak M.A.C. (2019) Terrestrial gastropods as *Fragaria x ananassa* pests in southern Brazil: morphological identification. *Ciência Rural* 49 (3): e20180444. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180444>
- Liboria, M., Morales, G., Sierra, C., Silva, I., & Pino, L. A. (2009). El caracol gigante africano, *Achatina fulica*. *Inia hoy*. Capítulo 6: 224–231.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter M. (2000). *100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database*. Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12 pp.
- Matamoras Torres, M. (2014). Los moluscos fitófagos en la agricultura cubana. *Agricultura orgánica* 20 (2): 9–13.
- Matamoras Torres, M., Massó Villalón, E., Ojeda Martínez, D. A., Cueto Zaldívar, N., Crespo Zulueta, K., Rodríguez Mejías, D., & Darel Mompeller Rodríguez. (2017). Influencia de la humedad relativa y la temperatura en la densidad poblacional de

- Rumina decollata* (L.) (Gastropoda: Subulinidae) en el Organopónico Vivero Alamar. *Fitosanidad* 21 (2): 61–65.
- Matsukuma, A. (2009). An invasive snail *Rumina decollata* (Linnaeus, 1758) in Japan, with records of quarantine by the Plant Protection Station, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan during 1997-2007. *The Kyushu University Museum* 7: 35–84.
- Mc Donnel, R., Santangelo, R., Paine, T., & Hoddle, M. (2016). The feeding behaviour of *Rumina decollata* (Subulinidae: Gastropoda) raises questions about its efficacy as a biological control agent for *Cornu aspersum* (Helicidae: Gastropoda). *Biocontrol Science and Technology* 26 (3): 331–336.
- Miquel, S.E. (1988). Reciente introducción de un gasterópodo terrestre en la República Argentina. *Neotropica* 33: 88.
- Moreno-Rueda, G. (2002) Selección de hábitat por *Iberus gualtierianus*, *Rumina decollata* y *Sphincterochila candidissima* (Gastropoda: Pulmonata) en una sierra del sureste español. *Iberus* 20 (1): 1–8.
- Rocha de Oliveira, C. A., & Ferreira de Abreu, P. (2013). Influência do substrato sobre crescimento, reprodução e mortalidade de *Rumina decollata* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Subulinidae) e da umidade sobre a eclosão da espécie. *Bioscience journal* 29 (5): 1721–1730.
- Pauly, D., & G. Gaschutz, G. (1979). A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculator. International Council for the Exploration of the Seas. *Council Meeting Demersal Fish Committee* 6: 24–26
- Pérez, C. H. & Tissot, L.G. (2021). Primer reporte para la Patagonia del gasterópodo exótico invasor *Rumina decollata* (Linnaeus, 1758), (Subulinidae: Gastropoda). *Historia Natural* 11(2): 131–139.
- Prévot, V., Backeljau, T. & Jordaens, K. (2014). Morphometric evaluation of DNA-based cryptic taxa in the terrestrial decollate snail genus *Rumina*. *Journal of Molluscan Studies* 81: 223–232
- Rascop, A.M. (1936). The biology of *Rumina decollata* (Linnaeus) Pulmonata: Achatinidae. TESIS. The University of Arizona.
- Reyna, P. & Gordillo, S. (2018). First report of the non-native snail *Rumina decollata* (Linnaeus, 1758) (Subulinidae: Gastropoda) in Córdoba (Argentina): Implications for Biodiversity and Human Health. *American Malacological Bulletin* 36(1):150–152.

- Richardson, D.M., Pysek, P & Carlton, J.T. (2011). A compendium of essential concepts and terminology in invasion ecology. *Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton* Chapter 30: 409–420.
- Selander, R.K. & Kaufman, D.K. (1973). Self-fertilization and genetic population structure in a colonizing land snail (allozymic variation/ genic heterozygosity/ inbreeding/ monogenic strains). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America* 70(4): 1186–1190.
- Selander, R.K., Kaufman, D.W. & Ralin, R.S. (1974). Self-fertilization in the terrestrial snail *Rumina decollata*. *The Veliger* 16: 265–270
- Selander, R.K. & Hudson, R. O. (1976). Animal population structure under close inbreeding: the land snail *Rumina* in Southern France. *The American Naturalist* 110 (974): 695–718. <https://doi.org/10.1086/283098>..
- Simberloff, D., Martin, J. L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., Courchamp, F., Galil, B., Garcia Berthou, E., Pascal, M., Pysek, P., Sousa, R., Tbacchi, E., & Vilá, M. (2013). Impacts of biological invasions: what’s what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution* 28 (1): 58–66.
- Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (2019). Recuperado de: <https://www.sinavimo.gov.ar/plaga/rumina-decollata> (Consulta: 1/9/2020).
- Taylor, C.C. (1958) Cod growth and temperature. *Journal du Conseil International pour l’Exploration de la Mer* 23: 366–370.
- Tupen, J. & Roth, B. (2001). Further spread of the introduced decollate snail, *Rumina decollata* (Gastropoda: Pulmonata: Subulinidae), in California, USA. *Veliger, Berkeley* 44 (4): 400–404.
- Virgillito, M. & Miquel, S.E. (2013). New records of exotic land snails and slugs in Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 15(2): 295–303.
- Virgillito, M., Orellana, J.D., Giménez, J.E., Veller, M., & Méndez, P.H. (2015). Situación actual del caracol gigante africano (*Achatina fulica*) en Argentina. *Sitio Argentino de Producción Nacional*: 1–11.

APÉNDICE. Detalle de los datos registrados de las puestas de huevos de los adultos (P) de *Rumina decollata*.

| <b>Puesta</b> | <b>Fecha de la puesta</b> | <b>N° de huevos/puesta</b> | <b>N° de neonatos</b> | <b>% de eclosión</b> | <b>Fecha de eclosión (intervalo)</b> | <b>Tiempo medio de eclosión</b> | <b>Intervalo de tiempo entre días de eclosión</b> |
|---------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---|
| Puesta 1      | 15/10/2018                | 11                         | 7                     | 63,6                 | 2/12/18 - 12/12/18                   | 50,14                           | 10  |
| Puesta 2      | 27/10/2018                | 13                         | 6                     | 46,1                 | 1/12/18 - 8/12/18                    | 36,17                           | 7   |
| Puesta 3      | 27/10/2018                | 8                          | 3                     | 37,5                 | 1/12/18 - 8/12/18                    | 37,33                           | 7   |
| Puesta 4      | 27/10/2018                | 10                         | 3                     | 30                   | 1/12/2018                            | 35                              | 0   |
| Puesta 5      | 27/10/2018                | 9                          | 7                     | 77,77                | 1/12/2018                            | 35                              | 0   |
| Puesta 6      | 27/10/2018                | 10                         | 5                     | 50                   | 1/12/18 - 12/12/18                   | 38,6                            | 11  |
| Puesta 7      | 27/10/2018                | 3                          | 3                     | 100                  | 8/12/2018                            | 42                              | 0   |
| Puesta 8      | 2/11/2018                 | 6                          | 6                     | 100                  | 12/12/2018                           | 40                              | 0   |
| Puesta 9      | 2/11/2018                 | 8                          | 3                     | 37,5                 | 8/12/18 - 12/12/18                   | 37,33                           | 4   |
| Puesta 10     | 2/11/2018                 | 3                          | 3                     | 100                  | 12/12/2018                           | 40                              | 0   |
| Puesta 11     | 11/10/2018                | 10                         | 3                     | 30                   | 24/11/2018                           | 44                              | 0   |
| Puesta 12     | 27/10/2018                | 7                          | 3                     | 42,8                 | 8/12/2018                            | 42                              | 0   |
| Puesta 13     | 27/10/2018                | 7                          | 4                     | 57,14                | 1/12/2018                            | 35                              | 0   |
| Puesta 14     | 15/10/2018                | 5                          | 3                     | 60                   | 3/12/2018                            | 49                              | 0   |
| Puesta 15     | 2/11/2018                 | 8                          | 3                     | 37,5                 | 5/12/18 - 7/12/18                    | 33,6                            | 2   |
| Puesta 16     | 2/11/2018                 | 1                          | 1                     | 100                  | 3/12/2018                            | 31                              | 0   |
| Puesta 17     | 27/10/2018                | 11                         | 2                     | 18,1                 | 8/12/2018                            | 42                              | 0   |
| Puesta 18     | 27/10/2018                | 9                          | 4                     | 44,4                 | 4/12/18 - 12/12/18                   | 43                              | 8   |
| Puesta 19     | 27/10/2018                | 9                          | 8                     | 88,8                 | 1/12/18 - 8/12/18                    | 38,5                            | 7   |
| Puesta 20     | 27/10/2018                | 3                          | 3                     | 100                  | 8/12/2018                            | 42                              | 0   |
| Puesta 21     | 12/10/2018                | 8                          | 2                     | 25                   | 3/12/2018                            | 52                              | 0   |
| Puesta 22     | 2/11/2018                 | 5                          | 4                     | 80                   | 8/12/2018                            | 36                              | 0   |
| Puesta 23     | 12/10/2018                | 11                         | 1                     | 9,09                 | 5/12/2018                            | -                               | -   |