



ARTÍCULO ORIGINAL

Actividad diaria de *Polymita muscarum* (Gastropoda: Cepolidae) en un agroecosistema: relación con factores climáticos y duración del apareamiento

Daily activity of Polymita muscarum (Gastropoda: Cepolidae) in an agroecosystem: relationship with climatic factors and mating duration

Bernardo Reyes-Tur¹, Libertad A. Flores-Ricardo¹, Alejandro Fernández-Velázquez²

¹Departamento de Biología y Geografía, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Oriente

²Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales y Tecnológicos. CISAT-CITMA

Autor para correspondencia:
breyestur@gmail.com

RESUMEN

El clima global cambia de manera acelerada; por tanto, el conocimiento de los ciclos de actividad diaria, y su relación con los factores climáticos y la biología reproductiva, es cardinal para la conservación y el manejo de los moluscos terrestres. Sin embargo, no existen estudios sobre el tema para el molusco arborícola cubano *Polymita muscarum* (Cepolidae). En consecuencia, el objetivo del presente estudio fue caracterizar el ritmo diario de actividad de *P. muscarum*, así como su relación con la temperatura, la humedad relativa y la duración del apareamiento. Además, se evaluó la asignación de tiempo para el apareamiento en función del ciclo diario. La investigación se realizó en septiembre y octubre-2012, en un agroecosistema de Yaguajay, Banes, Holguín. Cada mes se determinó la cantidad de individuos adultos activos durante recorridos de 30 min, cada 1 h, entre 24-29 h, en una parcela fija de 119 m². Se detectó un patrón diario de actividad de tipo unimodal. Además, para ambos meses se demostró regresión lineal múltiple significativa entre el log₁₀ (cantidad de individuos adultos activos + 1,5) y las variables climáticas analizadas. No obstante, el valor predictivo de las ecuaciones de regresión sugiere que también existieron otros factores, no cuantificados en el estudio, que probablemente influyen sobre la cantidad de individuos activos. En el agroecosistema estudiado, la asignación relativa de tiempo para el apareamiento representa una proporción entre 29-67 % y constituye un esfuerzo reproductivo considerable con respecto al periodo diario dedicado a dicha actividad durante la época reproductiva de *P. muscarum*.

Recibido: 2017-11-29

Aceptado: 2018-04-20

Palabras clave: asignación de recursos; hermafrodita; molusco con dardo; reproducción

ABSTRACT

The global climate is changing quickly and as a consequence knowledge about the daily cycles, and their relationship with climate factors and reproductive biology, is a key step for conservation and management of land snails. However, this topic has not received any attention in the Cuban tree snail *Polymita muscarum* (Cepolidae). Hence, the aim of the present study is to characterise the daily activity pattern of the tree snail *P. muscarum*, and its relationship with temperature, relative humidity and mating duration. Furthermore, we evaluated the allocation of time for mating as a function of daily activity of this species. The field work was conducted in September and October-2012, in an agroecosystem from Yaguajay, Banes municipality, Holguín province, Cuba; the number of physically active adult individuals was recorded during surveys of 30 min each hour during a 24-29 h time period in a fixed plot of 119 m² each month. A unimodal pattern of the daily activity was detected. In both months, significant multiple regressions were found between \log_{10} (number of physically active adult individuals + 1.5) and the climate variables studied. However, the predictive value of these equations suggests that there were other factors, not quantified in the present study, that probably also influence the number of physically active adult individuals. In the studied agroecosystem, the allocation of time for mating represented a proportion between 29-67 % in relation to the daily mating activity period, which indicates a substantial investment in reproductive effort compared to the daily cycle of *P. muscarum*.

Keywords: resources allocation; hermaphrodite; dart-possessing snail; reproduction

INTRODUCCIÓN

El clima global experimenta cambios acelerados y se espera que los organismos ectotérmicos sean especialmente vulnerables a la consecuente variación en los regímenes de la temperatura y las precipitaciones. En este contexto es creciente la necesidad de estudios no invasivos acerca de la plasticidad de las respuestas conductuales, fisiológicas y la capacidad adaptativa de los moluscos terrestres (Nicolai y Ansart, 2017).

El nivel de actividad fisiológica de los moluscos terrestres (e.g.: locomoción, alimentación, excreción, crecimiento, reproducción) está asociado a sus ritmos biológicos, también conocidos como ritmos endógenos (Bailey, 1981, 1983, Bailey y Lazaridou-Dimitriadou, 1986, Lazaridou-Dimitriadou y Saunders, 1986, Rollo, 1991, Attia, 2004). Generalmente, los ciclos de actividad diarios y anuales están sincronizados e interactúan con diversos factores ambientales. Aunque para muchas especies de moluscos pulmonados se conocen las características del ritmo de actividad diario y los ciclos vitales (Oggier, 1998, Cook, 2001, Heller, 2001), en Cuba este ha sido un tema poco estudiado (e.g.: Reyes-Tur, 2004, Maceira-Filgueira, 2009, Fernández *et al.*, 2017).

La fauna malacológica terrestre del archipiélago cubano se caracteriza por la alta diversidad de táxones, el marcado endemismo y la microlocalización de numerosas especies y subespecies (Espinosa y Ortea, 2009). Entre los moluscos cubanos, el género *Polymita* es reconocido mundialmente por su extraordinario

polimorfismo de color y los patrones de bandas de sus conchas (Torre, 1950, Berovides, 1987, Espinosa, 2011, Maceira-Filgueira *et al.*, 2011).

Dentro de *Polymita* se incluyen seis especies endémicas de la región Cuba Oriental y Centro Oriental, su distribución más occidental es cayo Guajaba, en el norte de Camagüey (Torre, 1950, Milera y Martínez, 1987). Es creciente el número de publicaciones con enfoque científico divulgativo que recopilan y actualizan el conocimiento sobre *Polymita* (Milera y Martínez, 1987, Espinosa, 2011, González-Guillén, 2014). No obstante, la información científica más reciente sobre este género está referida, fundamentalmente, a la ecología básica de *P. picta*, *P. muscarum* y *P. venusta* (Berovides, 1987, Bidart, 1997, Reyes-Tur, 2004).

Algunos estudios demuestran la presencia de poblaciones de *Polymita* spp. en diferentes agroecosistemas (Berovides, 1987, González-Guillén, 2014). Sin embargo, se reconoce que sus poblaciones han sido dañadas por la destrucción y fragmentación de sus hábitats originales, así como por el comercio ilegal de sus conchas y el uso desmedido en la artesanía (Hidalgo-Gato *et al.*, 2016). Lo anterior se agrava con los pronósticos teóricos sobre su distribución futura en un escenario de calentamiento global (Mancina *et al.*, 2017). Contradictoriamente, aún es limitado el conocimiento sobre las respuestas fisiológicas de los moluscos terrestres al cambio climático (Nicolai y Ansart, 2017), en sus hábitats naturales y en agroecosistemas.

En relación al ritmo diario de actividad de los moluscos terrestres cubanos, Andrews (1932) registró individuos activos durante las primeras horas de la mañana para *P. picta*. Además, Reyes-Tur (2004) reportó las características del ritmo circadiano para una población de *P. venusta*. Por otro lado, se han publicado resultados sobre la actividad diaria de *Caracolus sagemon* y su interacción con variables climáticas (Maceira-Filgueira, 2009, Fernández *et al.*, 2017). Aunque esta última especie pertenece a la familia Solaropsidae, el valor metodológico y comparativo de estos trabajos es relevante.

En cuanto a la conducta de apareamiento de *Polymita*, existen descripciones del cortejo, la cópula y la postcópula (*P. muscarum* y *P. venusta*: Bidart *et al.*, 1998; *P. muscarum*: Reyes-Tur *et al.*, 2000, Reyes-Tur y Koene, 2007; *P. venusta*: Reyes-Tur, 2004; *P. picta*: Reyes-Tur *et al.*, 2015). En las especies mencionadas se utiliza el aparato del dardo durante todo el apareamiento. Este evento conductual es energéticamente costoso y su evolución está asociada a la influencia de la selección sexual (Baur, 2010, Reyes-Tur *et al.*, 2015, Baur y Baur, 2017). No obstante, son escasas las investigaciones que analizan el esfuerzo reproductivo de los moluscos terrestres y su relación con la teoría de los ciclos vitales (Stearns, 1992, Roff, 1993, Charnov, 2002).

Es resaltable que para *Polymita* spp. el esfuerzo reproductivo puede ser considerable en relación con su ciclo vital (Reyes-Tur, 2004, Reyes-Tur *et al.*, 2015). El presente trabajo estudia la especie *P. muscarum*, en un agroecosistema de Banes, Holguín, en dos días durante dos de los meses con actividad reproductiva. Dentro de los límites espaciales y temporales mencionados, los objetivos del trabajo son caracterizar la actividad diaria de *P. muscarum* y su relación con la variación de la temperatura y la humedad relativa, así como evaluar la asignación relativa de tiempo para el apareamiento durante la actividad diaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

La actividad diaria de *P. muscarum* se registró en la localidad de Yaguajay (21°09.536' N, 75°80.995' W), municipio Banes, provincia Holguín, con altitud de 37 m s.n.m. Los datos se tomaron directamente en el campo, en una parcela fija de 17 m de largo y 7 m de ancho (119 m²). Dicha parcela constituye parte de un agroecosistema donde se facilita empíricamente la reproducción de *P. muscarum*. El área puede considerarse un policultivo

con predominio de la especie vegetal *Citrus reticulata* (mandarina), la cual coexiste con *Psidium guajava* (guayaba), *Musa x paradisiaca* (plátano fongo), *Citrus x aurantium sinensis* (naranja) y *Persea americana* (aguacate).

El trabajo de campo se realizó en dos meses del 2012 y se utilizó el horario normal para Cuba. En septiembre se inició a las 3 h del día 22 y culminó a las 8 h del 23. Por otro lado, en octubre comenzó desde el 20, a las 23 h hasta el 21, a las 23 h. Para *P. muscarum*, los meses seleccionados pertenecen al periodo de máxima actividad reproductiva (Bidart, 1997, Reyes-Tur y Fernández, 1998, Reyes-Tur *et al.*, 2000). Además, la mayor cantidad de horas de muestreo durante septiembre tuvo como objetivo incrementar la precisión para estimar la variación diaria del inicio y final de la actividad. Cada 1 h se realizó un recorrido fijo de 30 min dentro del área de trabajo y se registró la cantidad de individuos adultos activos. Para facilitar la localización de los individuos activos se utilizó la luz de una linterna en las horas más oscuras. Se consideraron en actividad nocturna y matutina los individuos con la cabeza y los tentáculos completamente extendidos y/o con el pie muscular visiblemente evertido, así como aquellos que se encontraron reptando, defecando, acicalándose, alimentándose, apareándose y durante la puesta de huevos. Asimismo, cada 1 h se tomaron las temperaturas (error 0,1°C) y la humedad relativa (error 1 %) con un termohigrómetro digital marca Cell Sciences Teaching CE ©, ubicado en el centro del área de estudio, a 130 cm sobre el nivel del suelo.

Se estimaron los límites de la duración del apareamiento (en min) en condiciones naturales. Para ello se registró el tiempo que cada pareja se mantuvo en contacto con sus órganos genitales parcialmente evertidos según reportan Reyes-Tur *et al.* (2015). Además, se añadieron datos de la duración de cada apareamiento detectado dentro de los 20 m alrededor del área de estudio.

Para determinar la relación entre el nivel de actividad y las variables climáticas registradas se utilizó el análisis de regresión lineal múltiple y el valor F del ANOVA de regresión ($p < 0,05$) como criterio para discriminar la significación estadística (Quinn y Keough, 2002). En cada mes, el \log_{10} (cantidad de individuos adultos activos + 1,5) resultó la variable dependiente y tanto la temperatura como la humedad relativa se clasificaron variables independientes. Se evaluó el ajuste de los datos a las ecuaciones de regresión mediante el valor de r^2 (coeficiente de determinación). Todos los cálculos se realizaron a través del paquete estadístico PAST 3.02 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

Actividad diaria

En septiembre-2012, de las primeras 24 h de trabajo (*i.e.*: desde 3 h del día 22 hasta 3 h del siguiente día), se registró actividad fisiológica en 9 h (540 min). Después del reposo entre las 8 h y 22 h, ocurrió el reinicio de la actividad a las 23 h, con un máximo de individuos detectados (Figura 1 A). Aunque en menor cantidad, luego se observaron individuos activos 9 h ininterrumpidas. Dicho valor constituyó el tiempo dedicado a la actividad para 24 h, entre las 8 h del día 22 y las 8 h del 23. En general, en 29 h sucesivas de observación se detectaron individuos defecando durante 4 h.

Además, se registraron 7 h como periodo de tiempo en que se realizaron apareamientos, pese a que en las primeras 24 h de muestreo el tiempo favorable para esta actividad fue 5 h (300 min) (Figura 1 A).

En octubre-2012 se detectó un patrón de actividad fisiológica con duración total de 11 h consecutivas (660 min) en un día (Figura 1 B) y alcanzó su valor máximo a las 2 h del 21 de octubre. A partir de esa hora comenzó a disminuir la cantidad de individuos activos y después de las 8 h no se detectó actividad hasta su reinicio a las 21 h. Para este mes, se registró defecación en 8 de las 24 h de trabajo (Figura 1 B). Durante 7 h (420 min) se encontraron individuos en apareamiento.

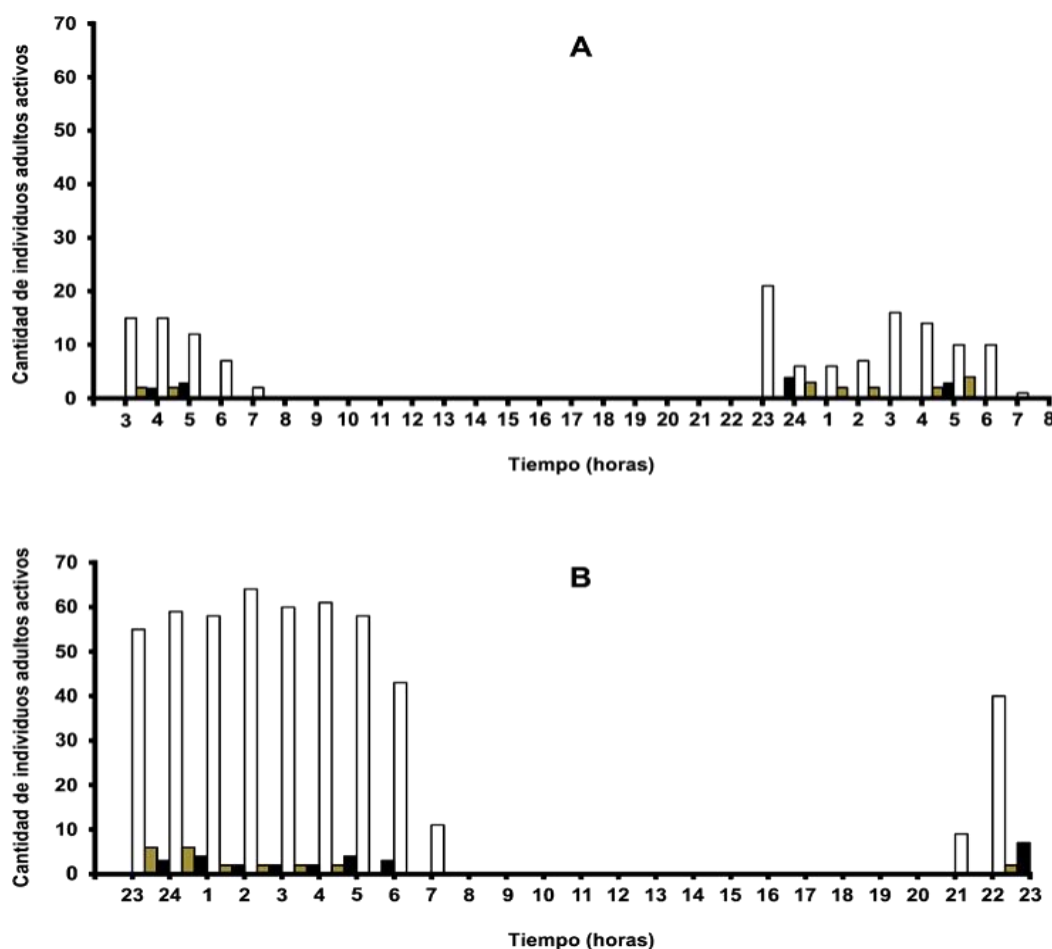


Figura 1. Actividad diaria de *Polymita muscarum* en Banes, Holguín. **A:** entre los días 22 y 23 de septiembre-2012; **B:** entre los días 20 y 21 de octubre-2012. (blanco: total de individuos activos; gris: individuos en apareamiento; negro: individuos defecando).

Figure 1. Daily activity of *Polymita muscarum* from Banes, Holguín. **A:** between 22nd and 23rd, September-2012; **B:** between 20th and 21st, October-2012. (white: number of active individuals; grey: mating individuals; black: individuals during feces excretion).

Aunque en cada mes se detectó sólo un valor máximo de actividad (ciclo diario con patrón unimodal) el horario no coincidió (Figura 1). Al mismo tiempo, se halló incremento de la cantidad de individuos activos de octubre (entre 8 y 64) con respecto a septiembre (entre 1 y 21).

Relación de la actividad diaria con la temperatura y la humedad relativa

En septiembre-2012, a partir de los 28,2°C de temperatura y entre 51-73 % de humedad relativa, no se encontró actividad (Figura 2).

En el muestreo de este mes se encontraron individuos activos en horarios con temperaturas entre 23-27,5°C y humedad relativa entre 75-93 %, preferentemente mayor que 88 %. Por otra parte, en octubre-2012 desde los 28,7°C y entre 52-83 % de humedad relativa, ningún individuo estuvo activo (Fig. 3 A y B). Sin embargo, siempre se detectó actividad entre 23,4-28,5°C de temperatura y valores entre 85-96 % de humedad relativa (Figura 3).

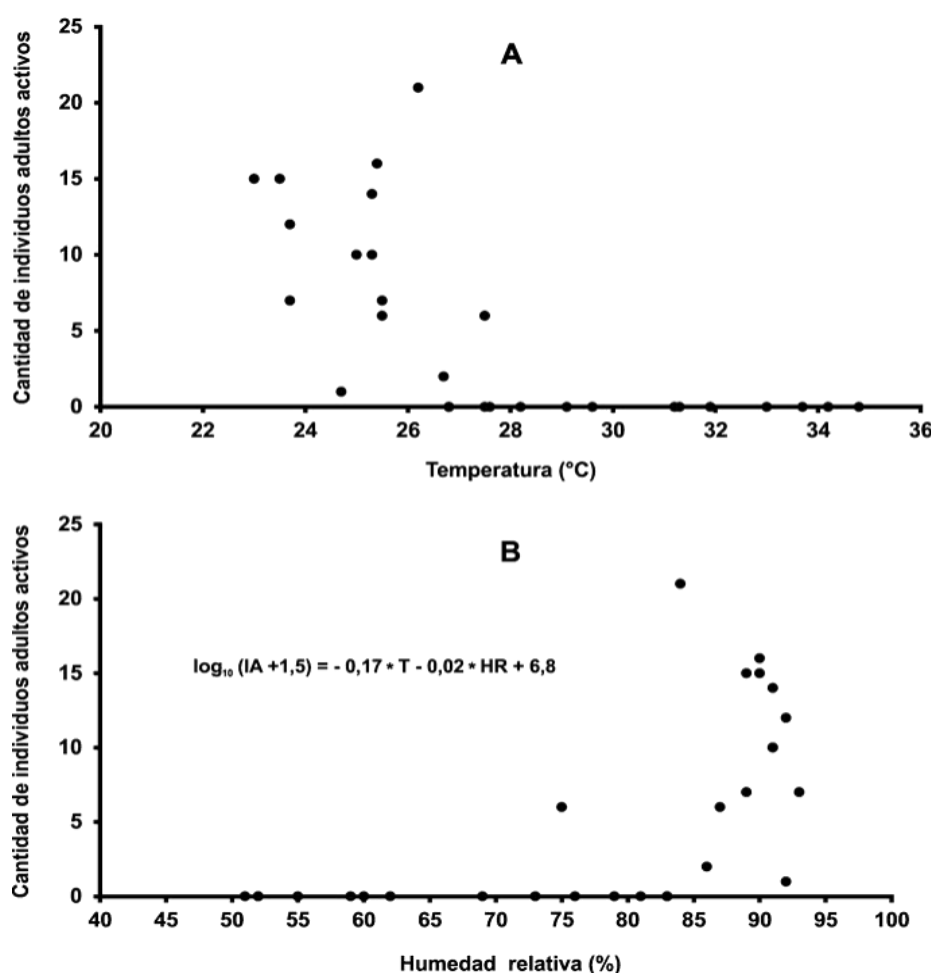


Figura 2. Relación entre la temperatura (A), la humedad relativa (B) y la cantidad de individuos *Polymita muscarum* activos, en Banes, Holguín; entre los días 22 y 23 de septiembre-2012. (Se añade la ecuación de regresión múltiple entre \log_{10} [cantidad de individuos adultos activos (IA) + 1,5], temperatura (T) y humedad relativa (HR)].

Figure 2. Relationship between temperature (A), relative humidity (B) and number of active individuals of *Polymita muscarum*, from Banes, Holguín; between 22nd and 23rd, September-2012. [It was included multiple regression equation between \log_{10} [number of physically active adult individuals (IA) + 1.5], temperature (T) and relative humidity (HR)].

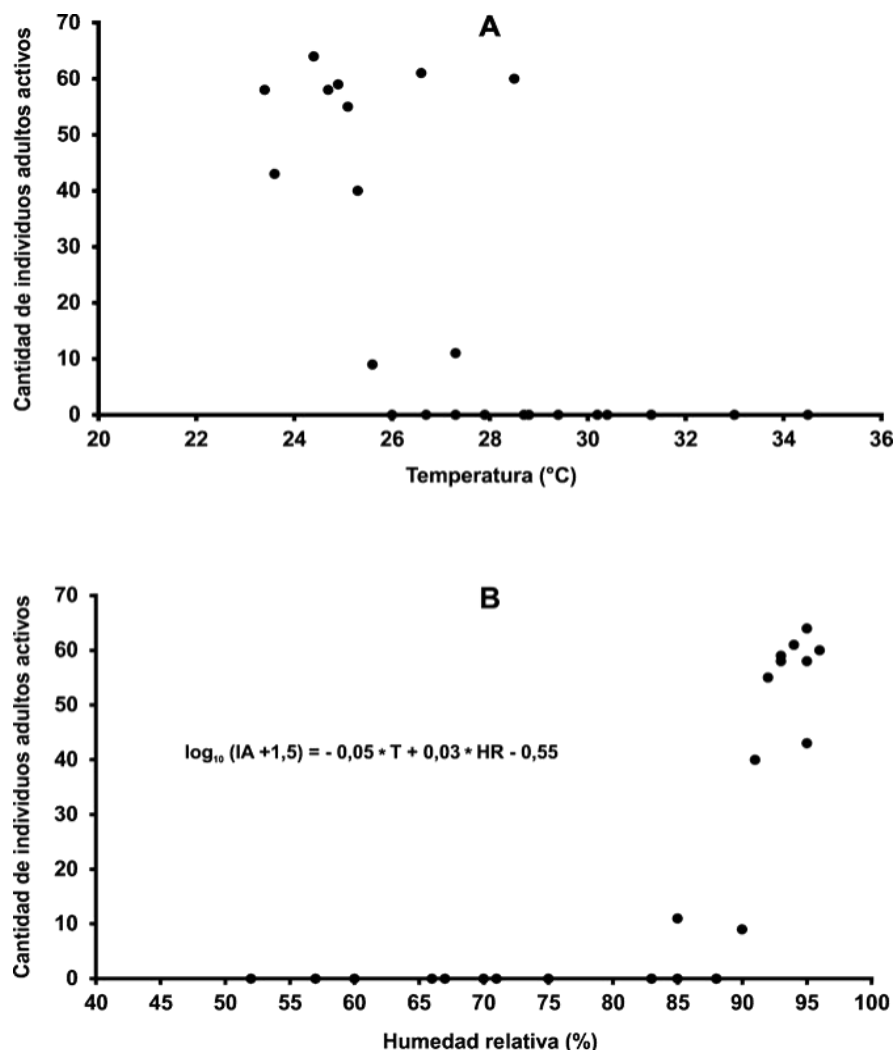


Figura 3. Relación entre la temperatura (A), la humedad relativa (B) y la cantidad de individuos de *Polymita muscarum* activos, en Banes, Holguín; entre los días 20 y 21 de octubre-2012. [Se añade la ecuación de regresión múltiple entre \log_{10} [cantidad de individuos adultos activos (IA) + 1,5], temperatura (T) y humedad relativa (HR)].

Figure 3. Relationship between temperature (A), relative humidity (B) and number of active individuals of *Polymita muscarum*, from Banes, Holguín; between 20th and 21st, October-2012. [It was included multiple regression equation between \log_{10} [number of physically active adult individuals (IA) + 1.5], temperature (T) and relative humidity (HR)].

DISCUSIÓN

Se detectó un patrón de actividad nocturna y matutina del tipo unimodal, asociado a las horas del día con bajas temperaturas y elevada humedad relativa. De manera similar, pero en condiciones naturales, se ha informado la persistencia del patrón de actividad unimodal para *P. venusta* (Reyes-Tur, 2004).

No obstante, Andrews (1932) observó que muchos de los ejemplares de *P. picta* permanecían activos entre las 5 h y 8 h. Por tanto, si las condiciones climáticas lo favorecen, no debe descartarse la presencia de actividad después de las 8 h.

En Grecia, el molusco terrestre *Cepaea vindobonensis* generalmente tiene ciclo diario bimodal; no obstante, cuando aumenta la humedad relativa se incrementa el tiempo con máximas proporciones de individuos activos (Staikou, 1999). Un patrón similar ha sido encontrado al comparar los moluscos europeos *Candidula unifasciata* y *Helicella itala*, esta última con un patrón bimodal más acentuado debido a su mayor capacidad adaptativa a las condiciones climáticas desfavorables en las primeras horas del día (Oggier, 1998). En Cuba, para *Caraculus sagemon*, se ha registrado variación de patrones de actividad unimodal y bimodal, según las características del hábitat y la época del año (Maceira-Filgueira, 2009, Fernández *et al.*, 2017).

En el agroecosistema estudiado se observó que la cantidad de individuos adultos activos y la extensión temporal de la actividad varían diariamente. En octubre se encontraron más individuos activos y durante más tiempo que en septiembre. Esta diferencia puede explicarse por el incremento de la humedad relativa en octubre-2012, con valores máximos entre 93-96 %, así como las bajas temperaturas, entre 23,4-28,5°C. Los valores absolutos de estas variables y el tiempo de exposición a estas condiciones pueden disminuir la probabilidad de pérdida de agua a través del tegumento, facilitar la hidratación e incrementar el nivel de actividad fisiológica (Cook, 2001).

La variación de la cantidad de individuos adultos activos puede predecirse, de manera significativa, por interacción entre la temperatura y la humedad relativa. No obstante, es importante tener en cuenta que las ecuaciones de regresión sólo explican entre 54-58 % de los niveles de actividad observados. Lo anterior indica que existen otros factores no incluidos en el estudio que influyen sobre la cantidad de individuos activos observados durante un período de tiempo (e.g.: precipitaciones durante los días anteriores al muestreo, fotoperiodo, polimorfismo del color y patrones de bandas de las conchas; ver Cook, 2001).

Para las condiciones de trabajo, la duración del apareamiento varió entre 120-200 min, lo cual representa una proporción entre 29-67 % con respecto al periodo dedicado diariamente a la actividad reproductiva. Durante el apareamiento de *P. muscarum* es notable la pérdida de agua de ambos miembros de la pareja, no sólo a través del mucus transferido y secretado sino por la exposición directa del tegumento y los órganos genitales parcialmente evertidos, incluido el uso ágil y frecuente del aparato del dardo durante todo el

apareamiento (Reyes-Tur *et al.*, 2000, Reyes-Tur y Koene, 2007). Estas evidencias sugieren que el esfuerzo reproductivo en *P. muscarum* ocupa una proporción considerable de su actividad diaria e implica un gasto no despreciable de tiempo, energía y recursos.

Las reglas relacionadas con el control de las asignaciones reproductivas (e.g.: duración de las etapas de la reproducción, número de descendientes) deben ser visualizadas en un contexto de costo-beneficio (Stearns, 1992). Por esta razón es necesario estimar variables como el tiempo utilizado en la preparación para la reproducción y la proporción de tiempo promedio de vida que es dedicado a la reproducción (Charnov, 2002). En el argumento de la teoría de los ciclos vitales la medida más aceptada del esfuerzo reproductivo es la fracción de la masa corporal dedicada a la reproducción en un año (Stearns, 1992, Roff, 1993, Gunderson, 1997). No obstante, la mayoría de los ejemplos de la aplicación de esta teoría pertenecen a vertebrados y animales con crecimiento indeterminado (Charnov *et al.*, 2001, Charnov, 2002). Por otra parte, *P. muscarum* es una especie de invertebrado donde ocurre la interrupción del crecimiento espiral, una vez que la concha alcanza el engrosamiento interno del labio, razón por la que puede clasificarse de crecimiento determinado según criterio de Vermeij y Signor (1992).

Pese a que el presente trabajo no tiene en cuenta todos los eventos reproductivos (i.e.: puestas, eclosiones), en el futuro debe prestarse atención a la época de puesta y la conducta de ovoposición. Los autores han registrado puestas de hasta 7 h lo cual representa una inversión reproductiva elevada. Sobre todo para una especie con promedio de vida entre 15-20 meses y que demora 11 meses para alcanzar la madurez sexual. Asimismo, la mayoría de los individuos de *P. muscarum* sólo persisten una época reproductiva después que llegan a la madurez sexual (Bidart, 1997, Fernández *et al.*, 2005).

Para el agroecosistema estudiado, los resultados sugieren que la actividad diaria de *P. muscarum* es unimodal y que el incremento de individuos adultos activos puede explicarse por la interacción entre la disminución de la temperatura y el aumento de la humedad relativa. Además, lo registrado permite estimar que la asignación de tiempo que se utiliza para reproducción de *P. muscarum* representa un esfuerzo reproductivo considerable en relación con su ciclo de actividad diaria durante la época reproductiva.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la dirección de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Oriente y a la familia Flores-Ricardo por su apoyo logístico y en el trabajo de campo, así como a Y.S. Megna, A. Catalá-Jimenez, A.D. Trapero-Quintana, Y.L. Diez, A. Jover-Capote y J.M. Koene por sus sugerencias constructivas y respaldo en diferentes momentos. Asimismo, reconocemos el valor incalculable de las revisiones de Y. Torres-Cambas, los árbitros y los editores, para mejorar la primera versión del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Attia, J. (2004) Behavioural rhythms of the land snails in the field. *Biol. Rhyth. Res.* 35(1/2): 35-41.
- Andrews, E.A. (1932) Habitat of a Cuban snail, *Polymita picta*, Born. *The Nautilus*, 46: 22-25.
- Bailey, S.E.R. (1981) Circannual and circadian rhythms in the snail *Helix aspersa* Müller, and their photoperiodic control of annual activity and reproduction. *J. Comp. Physiol.* 142A: 89-94.
- Bailey, S.E.R. (1983) The photoperiodic control of hibernation and reproduction in the land snail *Helix aspersa* Müller. *J. Moll. Stud.*, Supplement, 12A: 2-5.
- Bailey, S.E.R. y M. Lazaridou-Dimitriadou (1986) Circadian components in the daily activity of *Helix lucorum* L. from Northern Greece. *J. Moll. Stud.* 52: 190-192.
- Baur, B. (2010) Stylommatophoran gastropods. En: Leonard J. L. y A. Cordoba-Aguilar (Eds.): *The Evolution of primary sexual characters in animals. Parte II: Primary sexual characters in selected taxa. Capítulo 10.* pp.: 197-217. Oxford University Press, Inc. Nueva York.
- Baur, B. y Baur, A. (2017) Reproductive strategies in stylommatophoran gastropods. En: Saleuddin S. y S. Mukai (Eds.): *Physiology of Molluscs: a collection of selected reviews. Volume 2.* pp.: 311-377. Apple Academic Press Waretown, Nueva Jersey.
- Berovides, V. (1987) Genética ecológica de *Polymita picta roseolimbata* (Mollusca: Pulmonata) en un agroecosistema de la región de Maisí. Tesis de Doctorado, Universidad de la Habana, Cuba.
- Bidart, L. (1997) Ecología de *Polymita muscarum* Lea, 1834 (Gastropoda: Xanthonychidae) en la provincia Holguín, Cuba. Tesis de Maestría, Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba.
- Bidart, L., A. Fernández y C. Iglesias (1998) Reproducción en *Polymita muscarum* y *Polymita venusta* (Stylommatophora: Helminthoglyptidae). *Rev. Biol. Trop.* 46(3): 683-689.
- Charnov, E.L. (2002) Reproductive effort, offspring size and benefit-cost ratios in the classification of life histories. *Evol. Ecol. Res.* 4: 749-758.
- Charnov, E.L., T.F. Turner y K.O. Winemiller (2001) Reproductive constraints and the evolution of life histories with undetermined growth. *Proc. Nat. Acad. Scien.*, USA, 98: 9460-64.
- Cook, A. (2001) Behavioural ecology: On doing right thing, in the right place at the right time. En: Barker, G.M. (Ed.): *The biology of terrestrial molluscs.* pp: 447-487. CABI Publishing, Wallingford, Nueva York.
- 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. Ediciones Polymita, UPC, Print, Vasa. 191 pp.
- Fernández, A., V. Berovides y B. Reyes-Tur (2005) Population density and morphometry of *Polymita muscarum* Lea, 1834 (Mollusca: Gastropoda) in Playa Blanca, Rafael Freyre municipality, Holguín, Cuba. *Of Sea and Shore*, 27(2): 119-126.
- Fernández, A., B. Reyes-Tur y S. Franke (2017) Ecología de la conducta de apareamiento de *Caracolus sagemon* (Mollusca: Solaropsidae), en Velasco, Gibara, Cuba. *Poeyana*, 504.
- González-Guillén, A. (2014) *Polymita* the most beautiful land snail of the world. Fundcraft Publishing, Collierville, Tennessee. 359 pp.
- Gunderson, D.R. (1997) Trade-off between reproductive effort and adult survival in oviparous and viviparous fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Scien.* 54(5): 990-998. doi: 10.1139/f97-019
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper y P.D. Ryan (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeont. Elect.* 4(1): 1-9.
- Heller, J. (2001) Life history strategies. En: Barker, G.M. (Ed.): *The biology of terrestrial molluscs.* pp: 413-445. CABI Publishing, Wallingford, Nueva York.
- Hidalgo-Gato, M.M., J. Espinosa y R. Rodríguez-León (2016) Libro rojo de invertebrados terrestres de Cuba. Editorial Academia, La Habana. 244 pp.
- Lazaridou-Dimitriadou, M. y D.S. Saunders (1986) The influence of humidity, photoperiod and temperature on the dormancy and activity of *Helix lucorum* L. (Gastropoda Pulmonata). *J. Moll. Stud.* 52(3): 180-189. doi: 10.1093/mollus/52.3.180
- Maceira-Filgueira, D. (2009) Variación estacional de la densidad poblacional, patrón estacional y uso del hábitat de *Caracolus sagemon* (Mollusca: Camaenidae) en la Reserva Ecológica Siboney-Jutici, Cuba. Tesis de Doctorado, Universidad de Alicante, España-Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Maceira-Filgueira, D., J. Espinosa y A.M. Pérez (2011) Historia de la malacología terrestre cubana. *Gaia*, 12: 1-48.
- 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, Ciudad de La Habana. 70 pp.
- Nicolai A. y A. Ansart (2017) Conservation at a slow pace: terrestrial gastropods facing fast-changing climate. *Conserv. Phys.* 5(1): cox007.
- Oggier, P. (1998) Circadian and year-round activity of the land snails *Candidula unifasciata* and *Helicella itala* in grasslands of Swiss Jura mountains (Gastropoda: Stylommatophora: Helicidae). *Malak. Abhandl. Staat. Museum für Tierkunden Dresden*, 19(10): 89-101.
- Quinn, G.P. y M.J. Keough (2002) *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press. 537 pp.
- Reyes-Tur, B. (2004) *Ecología y biología reproductiva de Polymita venusta* (Gmelin, 1792). Tesis de Doctorado, Universidad de La Habana, Cuba.
- 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. y J.M. Koene (2007) Use of the dart apparatus by the hermaphroditic land snail *Polymita muscarum* (Lea, 1834). *Anim. Biol.* 57(2): 261-266.
- Reyes-Tur, B., A. Fernández y Y. Ortiz (2000) Conducta de apareamiento y aspectos de la relación estructura-función del sistema reproductor en *Polymita muscarum* Lea 1834, (Gastropoda: Pulmonata). *Rev. Biol.*, 14(2): 160-166.
- Reyes-Tur, B., J.A. Allen, N. Cuellar-Araujo, N. Hernández *et al.* (2015) Mating behaviour, dart shape and spermatophore morphology of the Cuban tree snail *Polymita picta* (Born, 1780). *J. Moll. Stud.* 81: 187-195. doi: 10.1093/mollus/eyu089
- Roff, D.A. (1993) *The evolution of life histories: theory and analysis*. Chapman y Hall, Nueva York. 548 pp.
- Rollo, C.D. (1991) Endogenous and exogenous regulation of activity in *Deroceras reticulatum*, a weather sensitive terrestrial slug. *Malacologia*, 33: 199-220.
- Staikou, A.E. (1999) Shell temperature, activity and resistance to dessication in the polymorphic land snail *Cepaea vindobonensis*. *J. Moll. Stud.* 65(2): 171-184.
- Stearns, S.C. (1992) *The evolution of life histories*. Oxford University Press, Oxford. 264 pp.
- Torre, C. de la (1950) El género *Polymita*. *Mem. Soc. Cub. Hist. Nat.* "Felipe Poey" 20: 1-20.
- Vermeij, G.J. y Ph.W. Signor (1992) The geographic, taxonomic and temporal distribution of determinate growth in marine gastropods. *Biol. J. Linn. Soc.* 47: 233-247.

• • •

Editor para correspondencia: Dr. Alejandro Barro