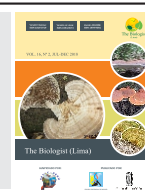




The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

FIRST OBSERVATIONS OF THE “ASIAN CLAM” *CORBICULA FLUMINEA* (MÜLLER, 1774) (VENEROIDA: CYRENIDAE) IN A DITCH OF THE MALA RIVER, LIMA, PERU

PRIMERAS OBSERVACIONES DE LA “ALMEJA ASIÁTICA” *CORBICULA FLUMINEA* (MÜLLER, 1774) (VENEROIDA: CYRENIDAE) EN UNA ACEQUIA DEL RÍO MALA, LIMA, PERÚ

Uriel Torres-Zevallos^{1,2}

¹Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú.

²Museo de Historia Natural “Vera Alleman Haeghebaert”, Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
urieltorreszevallos@gmail.com

ABSTRACT

In the present study, the first record of the presence of *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) is reported in the aquaculture systems of the Mala Basin, Lima, Peru, and some diagnostic characters are detailed for easy identification. Fifty specimens were collected from a ditch of Mala River, in which the temperature and the pH were measured. Some conchiliometric variables and characteristics of the visceral mass were analyzed. The descriptive statistics of the variables were obtained and a graph of frequencies of the valve length (LV) was made. The normality of the variables was confirmed by a Q-Q test, then this was reaffirmed by the Kolmogorov-Smirnov test. Subsequently, Pearson correlations were performed to check the morphological stability. An average of 1.57 cm was found for LV, with a maximum value of 2.50 cm. The highest proportion of individuals was found in the interval of 1.50 cm to 2 cm, calculating the age of the population of the Mala River in at least one year. The *C. fluminea* revealed a great positive correlation among all its variables. Externally, it presents conspicuous concentric ribs; internally, the inhaling and exhaling siphon are bordered by a dark coloration of pigments. The *C. fluminea* differs from *Neocorbicula limosa* (Maton, 1811) in its bathymetric distribution. The temperature found provides the appropriate conditions for the *C. fluminea* reproduction. It is presumed that the individuals found represent a satellite population, dispersed due to the El Niño phenomenon.

Keywords: ditch – asian clam – *Corbicula fluminea* – invasive alien species – River Mala

RESUMEN

En el presente estudio se realiza el primer registro de la presencia de *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) en los sistemas acuícolas de la Cuenca de Mala, Lima, Perú y se detallan algunos caracteres de diagnóstico para su fácil determinación. Se colectaron 50 ejemplares provenientes de una acequia del Río Mala, en la cual, se midió la temperatura y el pH. Algunas variables conculiométricas y características de la masa visceral fueron analizadas. Se obtuvieron los estadígrafos descriptivos de las variables y se hizo un gráfico de frecuencias de la longitud valvar (LV). La normalidad de las variables se comprobó mediante una prueba Q-Q plot, ratificada por la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Posteriormente, se realizaron correlaciones de Pearson para comprobar la estabilidad morfológica. Se encontró un promedio de 1,57 cm para LV, con un valor máximo de 2,50 cm. La mayor proporción de individuos se halló en el intervalo de 1,50 cm a 2 cm, estimándose la edad de la población del Río Mala, en por lo menos un año. *C. fluminea* reveló una gran correlación positiva entre todas sus variables. Externamente, *C. fluminea* presenta unas costillas concéntricas conspicuas; internamente, el sifón inhalante y exhalante están bordeados por una coloración oscura de pigmentos. *C. fluminea* difiere de *Neocorbicula limosa* (Maton, 1811) en su distribución batimétrica. La temperatura hallada proporciona las condiciones apropiadas para la reproducción de *C. fluminea*. Se presume que los individuos localizados representan una población satélite, dispersada por efecto del fenómeno El Niño.

Palabras clave: acequia – asian clam – *Corbicula fluminea* – especies exóticas invasoras – Río Mala

INTRODUCCIÓN

La introducción de especies exóticas en ambientes acuáticos es una preocupación mundial (Barba-Macías & Trinidad-Ocaña, 2017). Se considera como especie invasora, aquellas que, además de ser exóticas, se caracterizan por una rápida maduración sexual, gran capacidad reproductora y un formidable potencial adaptativo a los ambientes que colonizan, sean naturales, artificiales, dulceacuícolas o salobres (Darrigran, 1997). Las especies invasoras son consideradas como uno de los principales protagonistas causantes de pérdidas de biodiversidad (McNeely *et al.*, 2001; MEA, 2005). Antes de adquirir la connotación de invasoras, las especies son: (i) importadas e introducidas, (ii) establecidas, una vez que se generan poblaciones autosostenibles e (iii) invasoras, es decir, alcanzan una amplia dispersión y generan un impacto negativo en poblaciones nativas (Baptiste *et al.*, 2010).

Generalmente, aquellos ecosistemas que son un alojamiento ideal para las especies invasoras se caracterizan por carecer de depredadores naturales, asimismo, estos ambientes poseen nichos ecológicos vacíos, debido principalmente a un

factor antropogénico, este planteamiento es apoyado por Paunovié *et al.* (2007) quienes indican a los cursos de agua con cierta perturbación como áreas receptoras, adecuadas para la introducción y adaptación de tales especies.

Entre las especies de moluscos invasores de mayor importancia a nivel mundial se encuentran la “almeja cebra” *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), la “almeja quagga” *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897) y la “almeja asiática” *Corbicula fluminea* (O. F. Müller, 1774) (Barba-Macías & Trinidad-Ocaña, 2017). Esta última especie ocasiona daños obstruyendo los canales de riego y tuberías de agua potable (Paunovié *et al.*, 2007), actuando a modo de “biofouler” (Williams & McMahon, 1986). Tan solo para EUA los costos asociados a pérdidas por la invasión de esta especie ascienden a mil millones de dólares por año (Isom, 1986; OTA, 1993). Además, *C. fluminea* puede causar problemas para la industria de arena y grava (McMahon, 1983).

El género *Corbicula* (Megerle von Mühlfeld, 1811) ha tenido una rápida y continua expansión (Darrigrán & Colauti, 1994; McMahon, 1983; Hakenkamp & Palmer, 1999), y en particular, la especie *C. fluminea* ha detentado una gran

capacidad de dispersión geográfica (McMahon, 2002), catalogada como uno de los invasores acuáticos más exitosos de la historia (Kramer-Wilt, 2008).

Según Morton (1986), *C. fluminea* es nativa de las regiones templadas y tropicales del Mediterráneo oriental hasta el suroeste de Asia, así como de partes de África, e incluso algunas zonas del este de Australia. En orden cronológico, es registrado por primera vez para Canadá en el año 1924 (Britton & Morton, 1982; Counts, 1986). Luego, en 1938 se describe su presencia en Washington, Estados Unidos (Burch, 1944). Posteriormente, su existencia para Sudamérica se inicia en Río de la Plata, Argentina, introducido entre fines de la década del 60 e inicios del 70 (Ituarte, 1981). Veitenheimer-Mendes & Olazarri (1981) lo citan en la costas de Brasil. Dos años después, Veitenheimer-Mendes (1983) lo reporta para Uruguay. Una década después Darrigrán (1992) ratifica su presencia para el Río de la Plata.

Araujo *et al.* (1993) tipifican el sustrato de *C. fluminea* de la Península Ibérica, señalando que vive en sustratos de arena, lodo y grava, siendo típicamente de aguas lóxicas, esto último, es revalidado por Takeda *et al.* (2002), adicionando, que los canales secundarios de los ríos presentan condiciones apropiadas para el establecimiento de especies exóticas. No obstante, *C. fluminea*, puede tolerar niveles de salinidad 13 ppm, durante períodos cortos de tiempo (Evans *et al.*, 1979; Morton & Tong, 1985), extendiéndose también a estuarios (Kramer-Wilt, 2008; Barba-Macías & Trinidad-Ocaña, 2017). *C. fluminea* puede mantenerse estable en un intervalo de temperatura de 2–36°C (Balcom, 1994), empero, requiere de temperaturas superiores a 16°C para poder reproducirse (Foe & Knight, 1986).

Corbicula fluminea es un hermafrodita simultáneo, posee la capacidad de autofertilizarse (Kraemer *et al.*, 1986), su fecundidad se estima en 68.678 juveniles por adulto en cada año (Aldridge & McMahon, 1978). En América del Norte se ha documentado dos períodos reproductivos anuales, uno desde la primavera hasta verano y otro desde finales del verano hasta principios del otoño (Kramer-Wilt, 2008). Park & O Foighil (2000) comentan acerca de la convergencia adaptativa que existe entre las familias Sphaeriidae y Cyrenidae,

debido a la similitud en la formación de un marsupio con la finalidad de incubación de las larvas, y el cuidado parental de los juveniles. La primera cualidad señalada, es detallada explícitamente en Mackie (1986) y Morton (1991). Sin embargo, esta estrategia reproductiva, solo se restringe a los *taxa* de agua dulce (Morton, 1986). El acelerado crecimiento, madurez temprana, vida corta, fecundidad elevada y su capacidad de incubación, típicamente “endobrancheous” (Morton, 1986; Martins *et al.*, 2006), otorgan a *C. fluminea*, un gran potencial para colonizar diferentes ecosistemas, dulceacuícolas y salobres.

Se ha demostrado que los bivalvos no nativos cambian la estructura de la comunidad y los procesos de los ecosistemas en las áreas que invaden (Strayer *et al.*, 1999). Los impactos negativos incluyen el desplazamiento o extirpación de poblaciones de moluscos nativos, la sedimentación, restricción de las fuentes de alimentos pelágicos y/o desviación de la productividad primaria (McMahon, 1983; Cohen *et al.*, 1984; Lauritsen, 1986; McMahon, 1999; Hakenkamp & Palmer, 1999; Lucas *et al.*, 2002). Se sospecha que *C. fluminea* continuará propagándose hasta que alcance su límite de temperatura más baja (Foster *et al.*, 2008).

En tal sentido, este trabajo representa el primer registro de *C. fluminea* en la Cuenca de Mala, Lima, Perú, además se enfatizan dos caracteres de diagnóstico para su fácil determinación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron especímenes de *C. fluminea* provenientes de una acequia (12°39'44.1''S; 76°39'3.18''W) paralela al Río Mala en el departamento de Lima, Perú (Fig. 1). La metodología de recolección siguió un muestreo probabilístico en un área de 0,36 m², introduciendo una pala pequeña, en un rango batimétrico máximo de 20 cm, para obtener una muestra de sedimento y posteriormente cernirla en tamices de 2 mm. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, se midió la temperatura superficial y del sedimento con la ayuda de un termómetro (0,05°C), así como el pH, con cintas de pH (Kamburska *et al.*, 2013).

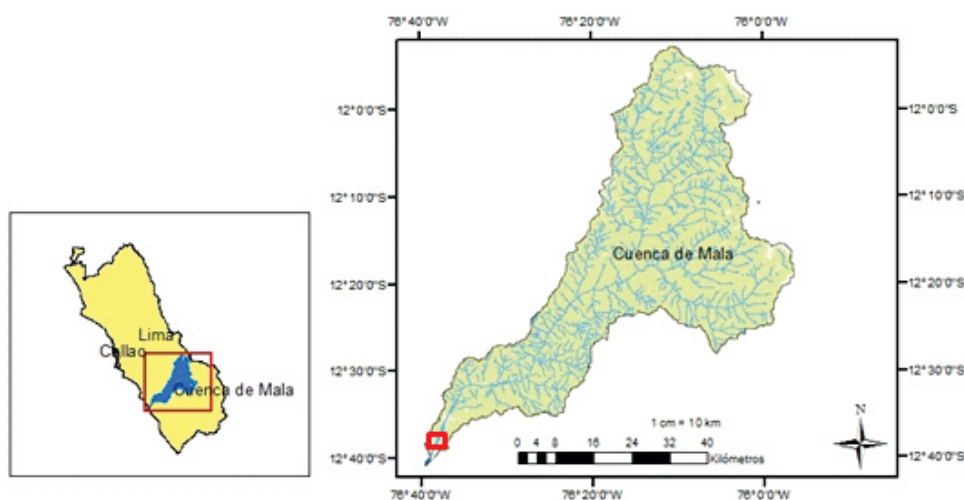


Figura 1. Localización de la población de *C. fluminea* en una acequia del Río Mala, Lima, ubicada a 22 km del mar.

Ulteriormente, se realizó el trabajo de laboratorio, para ello, se limpiaron los especímenes con agua de grifo y con la asistencia de un cepillo, evitando dejar residuos orgánicos e inorgánicos. Los ejemplares reposaron a la luz del día para eliminar toda humedad posible, a fin de manipularlos adecuadamente. La eutanasia se aplicó únicamente a los organismos que presentaban la masa visceral, los cuales fueron fijados en formol al 4% y conservados en bolsas herméticas.

Los estadígrafos conquiliométricos siguieron lo mencionado por Araujo *et al.* (1993), estas se redujeron a LV, longitud total de la valva; Li, longitud de los extremos de la charnela,

considerando los dientes laterales como inicio y fin; H, altura de la valva; Hi, distancia entre el borde superior de la charnela y el extremo inferior de la valva, para ello se usó un vernier con una precisión de 0,05 mm (Fig. 2). Las variables se sometieron a un análisis Q-Q plot para determinar la normalidad de las mismas, ratificándose con una prueba Kolmogorov-Smirnov. Asimismo, se realizó un diagrama box-plot con la finalidad de observar la dispersión de los datos y un gráfico de frecuencias para la longitud total de la valva, la que se consideró como talla. Se determinó la estabilidad morfológica (Pérez-Quintero, 1990), mediante la prueba estadística paramétrica de Pearson.

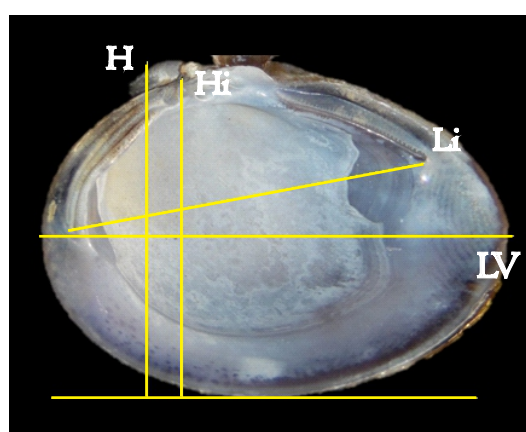


Figura 2. Parámetros conquiliométricos en *C. fluminea* en una acequia del Río Mala, Lima, Perú (LV, longitud; Li, longitud entre los extremos de los dientes laterales; H, altura; Hi, distancia entre el borde superior de la charnela y el extremo inferior de la concha).

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el software estadístico SPSS versión 24 con un nivel de significación (α) del 0,05. Los especímenes se encuentran depositados en la Colección del Museo de Historia Natural “Vera Alleman Haeghebaert” con el código UTZ2017-0001.

RESULTADOS

Se recolectaron 50 especímenes de una acequia paralela al Río Mala, Lima, Perú en el mes de mayo del 2017. Una minoría de ejemplares se encontró con masa visceral. La altura del agua del canal se encontró en 56 cm y el ancho fue de 74 cm. La temperatura superficial del canal fue de 21,4 °C y la del sustrato 20,9 °C. El pH se halló en 6. El suelo del canal se presentaba fangoso con gran cantidad de producción orgánica analizado mediante la turbidez del agua.

La población de *C. fluminea* encontrada en un canal secundario artificial del Río Mala presentó un periostraco de color heterogéneo ocre dorado oscuro a claro en un sentido dorso-ventral ornado de numerosas costillas concéntricas marcadas. La superficie interna es lustrosa, luciendo una coloración blanquecina, a la vez, presentando bandas concéntricas violetas, siendo más oscuras cerca al margen ventral, a veces, puede carecer de aquellas bandas y ser totalmente blanca, carece de seno paleal. La valva es ligeramente inequilateral, siendo prosogira, denota un contorno subtriangular, el margen de la concha es cortante y el borde posterior es levemente elongado. Muestra una charnela heterodonta, exhibiendo tres dientes cardinales, diente lateral anterior y posterior alargado, dividiéndose en numerosos dienteillos. Ligamento articular opistodético conspicuo (Fig. 3).

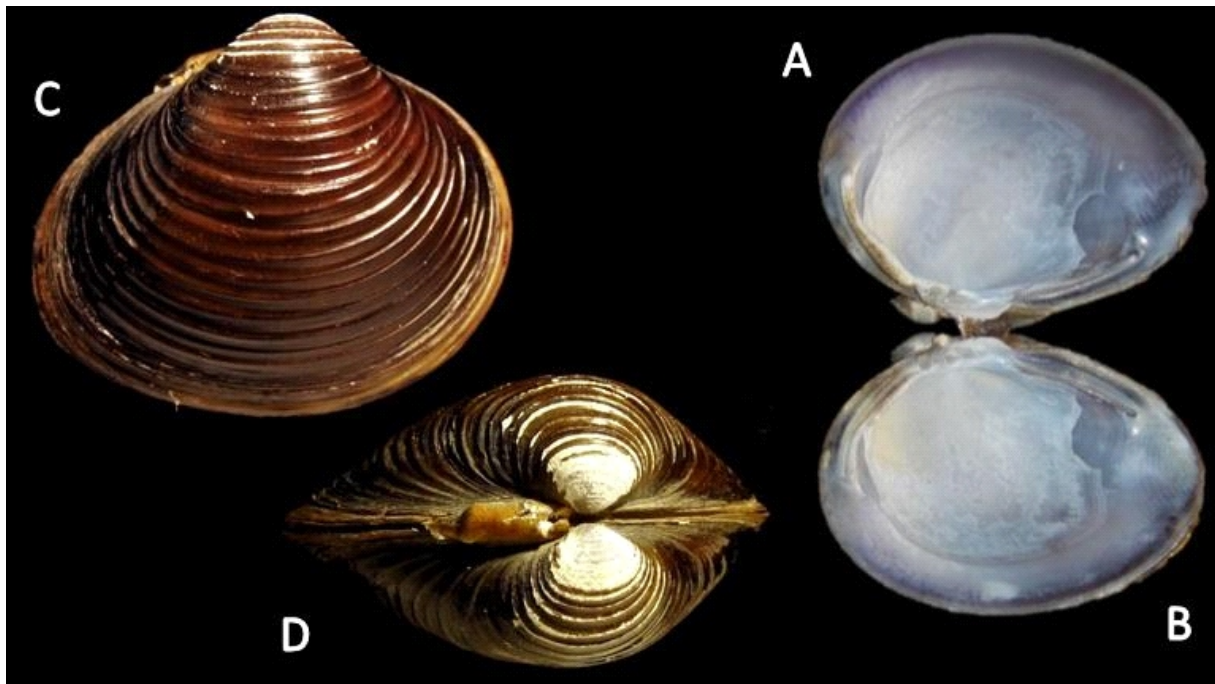


Figura 3. Interior y exterior de *C. fluminea* colectada de una acequia del Río Mala. A. Valva derecha. B. Valva izquierda. C. Vista exterior desde la valva izquierda con pronunciadas costillas concéntricas. D. Vista dorsal, obsérvese el ligamento articular conspicuo.

A continuación, se describe el carácter de diagnóstico de la especie, en base a las partes blandas del espécimen *sensu* Britton & Morton (1979), apoyado por Harada & Nishino (1995) y sustentado en Martins *et al.* (2006). Focalizándonos en los sifones, *C. fluminea* presenta unos del tipo B (Yonge, 1982), bordeando los sifones inhalante y exhalante existe una

marcada pigmentación oscura, que se hace un poco tenue en las cercanías del sifón exhalante, respecto a la organización de los tentáculos, el sifón inhalante presenta tentáculos grandes ordenados en dos filas. Britton & Morton (1982), señalan que en una fila se encontrarían los tentáculos filtradores y en la otra, los sensoriales. El sifón exhalante muestra numerosos tentáculos pequeños (Fig. 4).

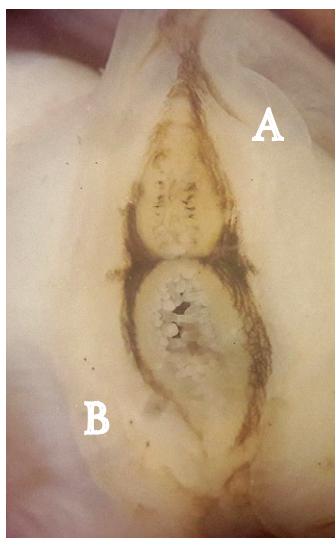


Figura 4. Individuo colectado de *C. fluminea*. Detalle de los sifones, pigmentación oscura en el sifón exhalante (A) e inhalante (B), típico de *C. fluminea*.

Los estadísticos conchiliométricos se presentan en la tabla 1. El promedio de la longitud valvar (LV) fue de 1,57 cm, siendo la talla mínima 0,60 cm y la máxima 2,50 cm, la distancia entre los extremos de la charnela (desde el diente lateral anterior al posterior, Li) osciló entre 0,50 cm y 2 cm siendo el promedio 1,24 cm, el mínimo de la altura valvar

(H) fue de 0,50 cm con un valor máximo de 2 cm, teniendo una media de 1,24 cm, la altura desde el borde superior de la charnela hasta el extremo inferior de la valva osciló entre 0,40 cm y 1,80 cm, alcanzando un promedio de 1,11 cm. La mayor proporción de individuos midieron entre 1,50 cm a 2,00 cm.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos conchiliométricos en cm de la población de *C. fluminea* recolectada en una acequia del Río Mala, Lima (n, muestra; Mín., mínimo; Máx., máximo; X, promedio; s, desviación estándar; s^2 , varianza). LV = longitud total de la valva; Li = longitud de los extremos de la charnela; H = altura de la valva; Hi = distancia entre el borde superior de la charnela y el extremo inferior de la valva.

	n	Mín.	Máx.	\bar{X}	s	s^2
LV	50	0,60	2,50	1,57	0,48	0,23
Li	50	0,50	2,00	1,24	0,38	0,14
H	50	0,50	2,00	1,24	0,40	0,16
Hi	50	0,40	1,80	1,11	0,37	0,14

Según el test Q-Q plot, nuestros resultados, encajan perfectamente en una distribución normal; sin presentarse algún valor atípico. Comprobado el requisito de normalidad. La prueba paramétrica de Pearson, visualizó correlación positiva fuerte entre LV y Li ($r= 0,98$; $p= 0,00$), de igual modo, con H ($r= 0,98$; $p= 0,00$) y Hi ($r= 0,98$; $p= 0,00$). En

adición, Li presentó una correlación positiva fuerte con H ($r= 0,99$; $p= 0,00$) y Hi ($r= 0,98$; $p= 0,00$). Por último, H tuvo una correlación positiva fuerte con Hi ($r= 0,99$; $p= 0,00$). Todas las correlaciones fueron estadísticamente significativas con un nivel de confiabilidad al 95% (Tabla 2).

Tabla 2. Correlaciones de Pearson de las variables conculiométricas de la población de *C. fluminea* recolectada en una acequia del Río Mala, Lima, Perú. LV = longitud total de la valva; Li = longitud de los extremos de la charnela; H = altura de la valva; Hi = distancia entre el borde superior de la charnela y el extremo inferior de la valva.

	L	Li	H	Hi
LV	1	0,98**	0,98**	0,98**
Li		1	0,99**	0,99**
H			1	0,99**
Hi				1

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

DISCUSIÓN

Este estudio ha revelado la presencia de *C. fluminea* en una acequia proveniente del Río Mala, Lima, Perú. La investigación no presentó limitaciones en su realización. La longitud valvar máxima encontrada en nuestros resultados ha sido de 2,50 cm; el cual es un valor cercano al encontrado por Araujo *et al.* (1993), 2,00 cm para la población del Río Miño en la Península Ibérica, concordante con Mouthon (1981) para Dordogne, Francia, en el cual hallan una longitud máxima de 2,00 cm, sin embargo, el mismo autor revela una talla máxima de 4,1 cm para el estuario de Tejo, Portugal. En el Lago Maggiore, Italia se obtiene una longitud máxima de 3,1 cm (Kamburska *et al.*, 2013). Kamburska *et al.*, (2013) realizan una estimación de la edad en relación con la talla, usando la ecuación de Ludwing von Bertalanffy (Cataldo & Boltovskoy, 1998), encontrando que los individuos de 1,5 a 2,25 cm correspondían a un año de edad, siguiendo este criterio, la población estudiada tendría por lo menos un año de edad, dado que la mayor cantidad de especímenes colectados se ubicó en el intervalo de 1,5 a 2 cm. Las variables conculiométricas según, Harada & Nishino (1995) presentan una correlación

altamente positiva para las tres especies de Japón, similar a lo que se obtuvo para la población de la acequia del Río Mala.

En el mes de marzo del presente año (2017), ocurrió el fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENSO), probablemente, este evento climatológico haya actuado en favor de la dispersión de *C. fluminea*, por consiguiente, se presume que la verdadera población núcleo estaría alojada río arriba desde el punto de muestreo. La premisa anterior, se sustenta, en la pequeña proporción de especímenes vivos colectados en la acequia. Si fuera así, estas poblaciones satélites acelerarían la invasión (With, 2002).

Renard *et al.* (2000) mencionan que pueden existir diferentes morfotipos de *C. fluminea*, pudiendo tener un origen en Asia y/o América del Norte. Por otro lado, Pérez-Quintero (1990), señala que al describir la biometría en base al análisis de unos pocos individuos, se corre el riesgo de sesgar los resultados, o también, como consecuencia de diversas condiciones abióticas (Kamburska *et al.*, 2013). Sin embargo, la descripción puntual de una población en estado de crecimiento, es necesaria, debido a que nos informa acerca de la estructura general de la misma.

Morton (1979) precisó que la solución a la sistemática de *Corbicula*, se basa en el estudio morfológico de las partes blandas asociadas a los caracteres de la concha. Por tal motivo, el criterio de análisis para la determinación abarcó características de los sifones.

Existen dos especies similares a *C. fluminea*, una es la especie *Neocorbicula limosa* (Maton, 1811), la única especie del género sudamericano (Focht & Veitenheimer-Mendes, 2001), *N. limosa*, presenta unos sifones alargados y se diferencia evidentemente por la ausencia de costillas concéntricas, además, es exclusiva de lechos arenosos, donde se ubica a profundidades inferiores a los 2 m. La otra especie, comparte el mismo origen asiático, *Corbicula largillierti* (Philippi, 1844), su disimilitud radica en las costillas concéntricas, siendo más próximas entre sí; asimismo no son tan marcadas en comparación con *C. fluminea* (Mansur & Pereira, 2006). Martins *et al.* (2006) mencionan que *C. fluminea* posee un denso anillo de pigmentos alrededor de los sifones inhalante y exhalante, mientras que en *C. largillierti* el anillo de pigmentos está restringido únicamente a la región del sifón exhalante. Yonge (1982) señala que los tentáculos del sifón inhalante funcionan como filtros para evitar que las grandes partículas sean inhaladas.

El éxito invasivo y la posterior dispersión de *C. fluminea* depende de una infinidad de características propias de la especie y ajenas a ella. La gran variabilidad genética y plasticidad fenotípica, los tiempos de generación cortos, acelerado crecimiento y madurez sexual, así como su comportamiento oportunista, típico de r-estrategas (Sousa *et al.*, 2008). Sumado a las innumerables adaptaciones reproductivas, luego de la liberación de las larvas, los juveniles se anclan a superficies duras o blandas, e inclusive a las plumas de algunas aves (McMahon, 1999; McMahon, 2002), debido a la presencia de un hilo mucilaginoso en la fase pediveliger (Sousa *et al.*, 2008). McMahon (2002) menciona que el período de maduración se da entre los primeros 3 a 6 meses, cuando el tamaño de la concha alcanza de 6 a 10 mm, su ciclo de vida, varía de 1 a 5 años. Cabe resaltar, que *C. fluminea*, paralelamente a su activa filtración, puede presentar una alimentación pedal, con alteraciones consecuentes en la capa superior de sedimentos (Sousa *et al.*, 2008). Una

peculiaridad es que también se ha reportado individuos hermafroditas, que tienen la capacidad de reproducirse a través de un mecanismo denominado androgénesis (Pigneur *et al.*, 2011).

Corbicula fluminea se está propagando sigilosamente por el mundo entero, sin el más mínimo conocimiento de las entidades gubernamentales, sobretudo, en países donde aún no se reconoce el potencial económico que “esconde” la biodiversidad de especies, genética y de ecosistemas. La almeja asiática tiene una relación directa en perjuicio de la biodiversidad. El principal motor de esta silenciosa proliferación es el hombre, se debe educar teniendo en cuenta la riqueza con la que convivimos y que, lastimosamente “poseemos”, no bastan normativas que prohíban y/o incriminen.

La especie encontrada en una acequia con aguas que provienen de la Cuenca de Mala, Lima, Perú es *C. fluminea*. Probablemente, su introducción se haya dado hace un año, fundamentándose en la mayor proporción de individuos que se obtuvieron con la talla de 1,5 cm a 2 cm. La temperatura hallada genera condiciones apropiadas para su establecimiento y reproducción. Se desconoce la modalidad de introducción, aunque, se presume, que los acuaristas hayan iniciado su establecimiento, debido a que constantemente frecuentan los ríos cercanos a Lima, en búsqueda de especies ornamentales. Asimismo, no se descarta la posibilidad de que los fenómenos climatológicos favorezcan la dispersión de especies exóticas invasoras, en nuestro caso, el ENSO, posiblemente generó esta población satélite observada en la acequia, donde innumerables valvas esculpen una frontera hacia el ingreso del canal. Se enfatiza la necesidad de realizar estudios de monitoreo, asimismo, debe realizarse estudios sobre la dinámica poblacional de *C. fluminea* en el Río Mala y conocer con certeza su distribución.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Pedro Huamán Mayta por el asesoramiento y motivación inculcada. A Rubén Guzmán Pittman por las fotografías. A mí mentor, José Iannacone Oliver por la revisión y sugerencias

del manuscrito. A Jackelyn Espejo Viacava por la revisión del idioma inglés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldridge, D.W. & McMahon, R.F. 1978. Growth, fecundity, and bioenergetics in a natural population of the Asiatic freshwater clam, *Corbicula manilensis* Phillippi, from north central Texas. *Journal of Molluscan Studies*, 44: 49–70.
- Araujo, R.; Moreno, D. & Ramos, M.A. 1993. The Asiatic clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Europe. *American Malacological Bulletin*, 10: 39–49.
- Baptiste, M.P.; Castaño, N.; Cárdenas, D.; Gutiérrez, F.P.; Gil, D.L. & Lasso, C.A. (Eds). 2010. *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 200 p.
- Balcom, N.C. 1994. Aquatic immigrants of the Northeast, No. 4: *Asian clam, Corbicula fluminea*. *Connecticut Sea Grant College Program*.
- Barba-Macías, E. & Trinidad-Ocaña, C. 2017. Nuevos registros de la almeja asiática invasora *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Veneroidea: Cyrenidae) en humedales de las cuencas Papaloapan, Grijalva y Usumacinta. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88: 450-453.
- Britton, J.C. & Morton, B. 1979. *Corbicula in North America: the evidence reviewed and evaluated*. In: *Proceedings of the First International Corbicula Symposium*. Texas Christian University Research Foundation, Texas, pp. 249-287.
- Britton, J.C. & Morton, B. 1982. A dissection guide, field and laboratory manual for the introduced bivalve *Corbicula fluminea*. *Malacological Review Suppl.* 3: 1-82.
- Burch, J.W. 1944. Checklist of west American mollusks. *Minutes*. Conchological Club of Southern California, 38:18.
- Cataldo, D. & Boltovskoy A. 1998. Population dynamics of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) in the Parana River Delta (Argentina). *Hydrobiologia*, 380: 153–163.
- Cohen, R.R.H.; Dresler, P.V.; Phillips, E.J.P.; Cory, R.L. 1984. The effect of the Asiatic clam, *Corbicula fluminea*, on phytoplankton of the Potomac River, Maryland. *Limnology and Oceanography*, 29: 170–180.
- Counts, C.L. 1986. The zoogeography and history of the invasion of the United States by *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae). *American Malacological Bulletin*, Special Edition, 2: 7-39.
- Darrigrán, G.A. 1992. Variación Temporal y espacial de la distribución de las especies de *Corbicula* Megerle, 1811 (Bivalvia, Corbiculidae), en el estuario del río de la Plata, República Argentina. *Neotropica*, 38: 59-63.
- Darrigran, G. 1997. Invasores en la Cuenca del Plata. *Ciencia Hoy* (Revista de Divulgación y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy), 7: 17-22.
- Darrigran, G. & Colautti, D. 1994. Potencial control biológico del molusco invasor *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) en el Río de la Plata. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay*, 7:368-373.
- Evans, L.P. Jr.; Murphy, C.E.; Britton, J.C. & Newland, L.W. 1979. Salinity relationships in *Corbicula fluminea* (Müller). In *Proceedings First International Corbicula Symposium*. Texas Christian University Research Foundation. Fort Worth, TX pp. 194-214.
- Focht, T. & Veitenheimer-Mendes, I.L. 2001. Distribuição sazonal e reprodução de *Neocorbicula limosa* (Maton, 1811) (Bivalvia, Corbiculidae) no lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18: 35-43.
- Foe, C.A. & Knight, A.W. 1986. Growth of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) fed artificial and algal diets. *Hydrobiologia*, 133:155-164.
- Foster, A.M.; Fuller, P.; Benson, A.; Constant, S.; Raikow, D.; Larson, J. & Fusaro, A. 2008. *Corbicula fluminea*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database.
- Hakenkamp, C.C. & Palmer, M.A. 1999. Introduced bivalves in freshwater ecosystems: the impact of *Corbicula* on organic matter dynamics in a sandy stream.

- Oecologia, 119: 445–451.
- Harada, E. & Nishino, M. 1995. Differences in inhalant siphonal papillae among the Japanese species of *Corbicula* (Mollusca: Bivalvia). Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 36: 389-408.
- Isom, B.G. 1986. *Rationale for sampling and interpretation of ecological data in the assessment of freshwater ecosystems*. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, Special Technical Publication.
- Ituarte, C.F. 1981. Primera noticia de la introducción de pelecípodos asiáticos en el área Rioplatense (*Mollusca, Corbiculidae*). Neotropica, 27: 79-82.
- Kamburska, L.; Lauceri, R.; Beltrami, M.; Boggero, A.; Cardeccia, A.; Guarneri, I.; Manca, M. & Riccardi, N. 2013. Establishment of *Corbicula fluminea* (OF Müller, 1774) in Lake Maggiore: a spatial approach to trace the invasion dynamics. BioInvasions Records, 2: 105-117.
- Kraemer, L.R.; Swanson, C.; Galloway, M. & Kraemer, R. 1986. Biological basis of behavior in *Corbicula fluminea*. II. Functional morphology of reproduction and development, and review of evidence for self-fertilization. American Malacological Bulletin. Special Edition, 2: 193–201.
- Kramer-Wilt, E. 2008. *Corbicula fluminea* (OF Müller, 1774)–Asian Clam. Aquatic Invasion Ecology Fall. Depts. Washington.
- Lauritsen, D.D. 1986. Assimilation of radiolabeled algae by *Corbicula*. American Malacological Bulletin. Special Edition, 2: 219-222.
- Lucas, L.V.; Cloern, J.E.; Thompson, J.K. & Mosen, N. E. 2002. Functional variability of habitats within the Sacramento–San Joaquin Delta: restoration implications. Ecological Applications, 12: 1528-1547.
- Mackie, G.L. 1986. Adaptations of Pisidiidae (Heterodonta: Corbiculacea) to freshwater habitats. American Malacological Bulletin, Special Edition, 2: 113-124.
- Mansur, M.C.D. & Pereira, D. 2006. Bivalves límnicos da bacia do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Unionoidea, Veneroidea e Mytiloidea). Revista Brasileira de Zoologia, 23:1123-1147.
- Martins, D.S.; Veitenheimer-Mendes, I.L. & Faccioni-Heuser, M.C. 2004. *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) em simpatria no lago Guaíba, RS, Brasil. Biociências, Porto Alegre, 12: 129-138.
- Martins, D.S.; Mendes, I.L.V. & Heuser, M.C.F. 2006. Aspectos morfológicos e de incubação em três espécies de *Corbicula* (Mühlfeld), no lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Corbiculidae). Biota Neotropica, 6, 1-11.
- McMahon, R.F. 1983. *Ecology of an invasive pest bivalve, Corbicula*. In: *The Mollusca* (W.D. Russel-Hunter ed.). Academic Press, New York, vol.6, p. 505-561.
- McMahon, R.F. 1999. *Invasive characteristics of the freshwater bivalve, Corbicula fluminea*. In: Claudi, R. & Leach, J.H. (eds), *Nonindigenous Freshwater Organisms: Vectors, Biology and Impacts*. Lewis Publishers, CRC Press, London, UK, pp 305-313.
- McMahon, R.F. 2002. Evolutionary and physiological adaptations of aquatic invasive animals: *r* selection versus resistance. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 59: 1235–1244.
- McNeely, J.A.; Money, H.A.; Neville, L.E.; Scchei, P. & Waage, J.K. (Eds). 2001. *A Global strategy on invasive alien species*. UICN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK., in collaboration with the Global Invasive Species Programme.
- MEA (Millenium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and Human Well-being. Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington D.C. 100p.
- Morton, B. 1979. *Corbicula in Asia*. In: *Proceedings of the First Internacional Corbicula Symposium, Fort Worth, Christian Univ. Research Foundation*. pp. 15-38.
- Morton, B. & Tong, K.Y. 1985. The salinity tolerance of *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) from Hong Kong. Malacological Review, 18:91-95.
- Morton, B. 1986. *Corbicula in Asia – an updated synthesis*. American Malacological Bulletin, Special Ed., 2:113-124.
- Morton, B. 1991. Do the Bivalvia demonstrate environment-specific sexual strategies? A Hong Kong model. Journal of Zoology, 223: 131-142.

- Mouthon, J. 1981. Sur la présence en France et au Portugal de *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) originaire d'Asie. *Basteria*, 45: 109-116.
- OTA (Office of Technology Assessment). 1993. *Harmful non-indigenous species in the United States*. Washington, D.C.: United States Congress.
- Park, J.K. & Ó Foighil, D. 2000. Sphaeriid and Corbiculid clams represent separate heterodont bivalve radiations into freshwater environments. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 14: 75-88.
- Paunović, M.; Csányi, B.; Knežević, S.; Simić, V.; Nenadić, D.; Jakovčev-Todorović, D.; Stojanović, B. & Cakić P. 2007. Distribution of Asian clams *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) and *C. fluminalis* (Müller, 1774) in Serbia. *Aquatic Invasions*, 2: 99-106.
- Pérez-Quintero, J.P. 1990. Primeros datos sobre la presencia de *Corbicula fluminea* Muller (Bivalvia, Corbiculidae) en España. I. *Biometría. Scientia gerundensis*, 16: 175.
- Pigneur, L.M.; Marescaux, J.; Roland, K.; Etoundi, E.; Descy, J-P. & Van Doninck, K. 2011. Phylogeny and androgenesis in the invasive *Corbicula* clams (Bivalvia, Corbiculidae) in Western Europe. *BioMedCentral Evolutionary Biology*, 11:147.
- Renard, E.; Bachmann, V.; Cariou, M.L. & Moreteau, J.C. 2000. Morphological and molecular differentiation of invasive freshwater species of the genus *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) suggest the presence of three taxa in French rivers. *Molecular Ecology*, 9: 2009-2016.
- Sousa, R.; Dias, S.; Guilhermino, L. & Antunes, C. 2008. Minho River tidal freshwater wetlands: threats to faunal biodiversity. *Aquatic Biology*, 3: 237–250.
- Strayer, D.L.; Caraco, N.F.; Cole, J.J.; Findlay, S. & Pace, M.L. 1999. Transformation of freshwater ecosystems by bivalves - A case study of zebra mussels in the Hudson River. *Bioscience*, 49: 19-27.
- Takeda, A.M.; Fujita, D.S.; Fontes, H.M. & Bolzon, V. 2002. *Limnoperna fortunei* dispersion – a new macrobenthic population in the Itaipu Reservoir (Brazil). In: INCOLD 70th Annual Meeting. Anais do INCOLD 70th Annual Meeting, Foz do Iguaçu – PR.
- Veitenheimer-Mendes, I.L. 1981. *Corbicula manilensis* (Philippi, 1844), molusco asiático, na bacia do Jacuí e do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Corbiculidae). *Iheringia. Série Zoologia*, 60: 63-74.
- Veitenheimer-Mendes, I.L. & Olazarri J. 1983. Primeros registros de *Corbicula* Megerle, 1811 (Bivalvia: Corbiculidae) para el río Uruguay. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay*, 1: 50-53.
- Williams, C.J. & McMahon, R.F. 1986. Power station entrainment of *Corbicula fluminea* (Müller) in relation to population dynamics, reproductive cycle and biotic and abiotic variables. *American Malacological Bulletin, Special Edition*, 2: 99-111.
- With, K.A. 2002. The landscape ecology of invasive spread. *Conservation Biology*, 16: 1192–1203.
- Yonge, C.M. 1982. Mantle margins with a revision of siphonal types in the Bivalvia. *Journal of Molluscan Studies*, 48: 102-103.

Received May 20, 2018.
Accepted June 30, 2018.