



1 de abril de 2014 | Vol. 15 | Núm. 4 | ISSN 1607 - 6079

ARTÍCULO

¿ENTONCES TÚ ERES ACASO EL CONOCEDOR DE LA SANGUIJUELA?

*Alejandro Ocegüera Figueroa Anna J. Phillips, Gisela
Martínez Flores, Diego Jossué Jiménez Armenta,
Ricardo Salas Montiel*

¿ENTONCES TÚ ERES ACASO EL CONOCEDOR DE LA SANGUIJUELA?

Resumen

Se presentan aspectos de interés que se han trabajado recientemente sobre el estudio de las sanguijuelas, así como un panorama global de la diversidad de líneas de investigación que se han desarrollado en los últimos años sobre estos organismos. Los casos que presentamos incluyen desde el descubrimiento de especies y exploración, estudios

sobre anticoagulantes, historia del uso de las sanguijuelas para aliviar diversas afectaciones de la salud humana, hasta los estudios sobre las relaciones simbióticas entre sanguijuelas y bacterias.

Palabras clave: Sanguijuelas, Hirudíneos, Sistemática, Endosimbiosis, Biodiversidad, Anticoagulantes.

Then thou are perhaps an expert on the leech?

Abstract

In recent years, the study of leeches has developed a number of diverse lines of research. Herein, an overview of these interesting perspectives on these organisms is presented using case studies on recent developments in the characterization of anticoagulants, studies of the symbiotic relationships between leeches and bacteria, as well as a short history of the use of leeches to relieve various afflictions of human health.

Keywords: Leeches, Hirudineans, Systematics, Endosymbiosis, Biodiversity, Anticoagulants.

“

Desde hace cientos de años, las sanguijuelas han sido utilizadas para tratar diversos problemas de salud, como dolores de cabeza, depresión, hipertensión y fiebre, entre otros.

”

¿ENTONCES TÚ ERES ACASO EL CONOCEDOR DE LA SANGUIJUELA?

Introducción

El gran sabio Zaratustra caminaba cerca del pantano, tan concentrado en sus pensamientos estaba que sin notarlo pisó a una extraña persona que se encontraba tirada en el piso. La conversación que aconteció en tan inusual situación no comenzó bien, después de increparse mutuamente Zaratustra notó que del brazo de su interlocutor corría sangre.

—¿Pero que te ha pasado? —Preguntó inmediatamente.— Vamos a mi caverna a cuidar tus heridas, yo soy Zaratustra. —Al escuchar ese nombre, el hombre pisado reaccionó al momento:

—¿Cómo? ¿Quién me interesa en este mundo, sino únicamente tú, Zaratustra? ¿Y qué animal me interesa en este mundo, mas que únicamente el que se alimenta de sangre, es decir, la sanguijuela?

Los ríos de sangre que corrían por su brazo se debían ni más ni menos que a las heridas causadas por unas cuantas sanguijuelas y así prosiguió su conversación.

—Yo soy el concienzudo del espíritu, y en las cosas del espíritu difícilmente hay alguien que las tome con mayor rigor, severidad y dureza que yo, excepto aquel de quien yo he aprendido eso, Zaratustra mismo. —Y prosiguió diciendo:— ¡Es preferible no saber nada que saber mucho a medias! ¡Es preferible ser un necio por cuenta propia que un sabio con arreglo a pareceres ajenos! Yo voy al fondo: ¿qué importa que éste sea grande o pequeño? ¿Que se llame pantano o cielo? Un palmo de fondo me basta: ¡con tal que sea verdaderamente fondo y suelo! Un palmo de fondo: sobre él puede uno estar de pie. En la verdadera ciencia concienzuda no hay nada grande ni nada pequeño.

—¿Entonces tú eres acaso el conocedor de la sanguijuela? —preguntó Zaratustra— ¿y estudias la sanguijuela hasta sus últimos fondos, tú concienzudo?

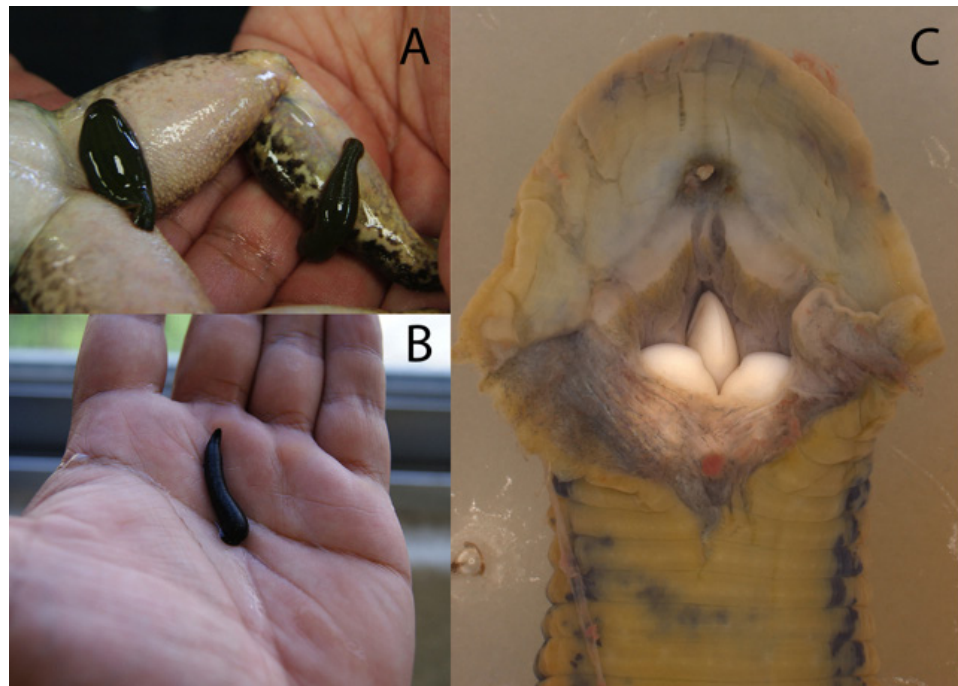
—Oh Zaratustra —respondió el pisado—, eso sería una enormidad, ¡cómo iba a serme lícito atreverme a tal cosa! En lo que yo soy un maestro y un conocedor es en el cerebro de la sanguijuela: ¡ése es mi mundo!

Si el cerebro de la sanguijuela es un mundo, en este trabajo hablaremos de múltiples mundos en las sanguijuelas, algunos de los cuales son estudiados en nuestros proyectos de investigación que realizamos en el Laboratorio de Helmintología de la UNAM. De igual forma, comentaremos sobre algunos datos interesantes sobre este grupo y compartiremos nuestra fascinación por estos gusanos, además de mostrar que a pesar de ser un grupo humilde de invertebrados son en realidad un mundo.

Generalidades sobre las sanguijuelas

Las sanguijuelas pertenecen al phylum Annelida, al igual que los poliquetos (gusanos segmentados mayoritariamente marinos), oligoquetos (lombrices de tierra) y otros grupos que históricamente habían sido considerados como grupos independientes, pero que hoy consideramos dentro del phylum gracias a la información surgida de los estudios filogenéticos (estudios sobre las relaciones de parentesco entre los distintos grupos de animales). Las sanguijuelas y los oligoquetos conforman un grupo llamado Clitellata, que ha sido sustentado tanto por datos morfológicos (p. ej. presencia de una zona glandular en el tercio anterior del cuerpo llamado clitelo) como por datos genéticos (ADN). Contrariamente a lo que la mayoría de las personas creen, no todas las sanguijuelas se alimentan de sangre, de hecho la mayoría de las especies descritas se alimentan de invertebrados acuáticos completos o bien, de hemolinfa y de los tejidos blandos de otros invertebrados. Todas las sanguijuelas, además de ser vermiformes (forma de gusano) y de presentar el cuerpo segmentado, están provistas de un par de ventosas, una en cada extremo de cuerpo (Figura 1 A, B, C). Estas estructuras desempeñan un papel muy importante en la locomoción y fijación de estos organismos a sus presas. Su aparato digestivo es completo con la boca localizada en la ventosa anterior y el ano localizado dorsalmente cerca de la ventosa posterior. El tubo digestivo es muy especializado y puede presentar numerosos ciegos laterales tanto en el buche como en el recto, especialmente las especies que se alimentan de sangre (hematófagas) ya que este es un mecanismo para incrementar el volumen de sangre que puede ser almacenada y digerida. La segmentación externa del cuerpo corresponde igualmente con la segmentación interna y con la repetición de órganos. Los segmentos completos, los cuales normalmente se encuentran hacia el centro del cuerpo, presentan un juego de órganos de los sentidos, papilas, un ganglio nervioso, un

Figura 1. Algunas sanguijuelas hematófagas. A. *Limnodynastes* alimentándose de una rana. B. *Limnodynastes* recién colectada. C. Detalle de las tres mandíbulas con una hilera de pequeños dientes cada una de *Hirudo verbana*.



par de nefridios (órganos excretorios) y ciegos gástricos laterales. Hacia los extremos del cuerpo, es decir hacia las ventosas, los segmentos se van simplificando y pierden algunos de estos caracteres.

Las sanguijuelas pueden medir desde unos cuantos milímetros como algunas especies del género *Helobdella* hasta alcanzar tallas verdaderamente grandes, como *Hae-menteria ghilianii*, del Río Amazonas, que puede llegar a medir más de 30 cm de longitud. Las sanguijuelas habitan prácticamente todos los ambientes en todos los continentes (excepto la antártica, aunque hay registros aislados sobre su presencia en este continente), pudiendo ser de agua dulce, marina y algunas formas terrestres. Algunas especies cumplen su ciclo de vida en el agua en donde buscan a sus presas, ya sean invertebrados o bien vertebrados, de las que se alimentan y posteriormente se desprenden de ellas. Sin embargo, existen especies parásitas permanentes, algunas especies del género *Placobdella*, parásitas de tortugas de agua dulce así como *Placobdelloides jaegerskioeldi*, que al parecer se alimenta exclusivamente en el recto de los hipopótamos. Recientemente, se describió un grupo de sanguijuelas (Praobdellidae) aparentemente especializado en alimentarse en las vías respiratorias de vertebrados, entre ellas se encuentra *Tyrannobdella rex*, especie que fue encontrada en las vías respiratorias, específicamente en la cavidad nasal de unos niños, en Perú (Phillips et al, 2010).

Todas las sanguijuelas son hermafroditas, es decir, presentan aparatos reproductores masculino y femenino en el mismo individuo. Presentan fecundación interna y cruzada. Algunas especies presentan un pene bien desarrollado que se inserta en la vagina, mientras que en otras han aparecido espermatóforos, unas estructuras que asemejan a pequeñas jeringas que contienen espermatozoides y que son implantados en el cuerpo de las sanguijuelas receptoras, los espermatozoides son transferidos al cuerpo del receptor y viajan internamente hasta alcanzar los ovisacos, lugar en donde los óvulos son fecundados. La mayoría de estas criaturas tiene ciclos de vida anuales, sin embargo algunas especies, principalmente las hematófagas, pueden vivir dos o más años.

Trabajo de campo

Parte fundamental de la biología, y sorprendentemente muchas veces menospreciada, es el trabajo de campo. Los biólogos que realizan este trabajo tienen que desarrollar múltiples habilidades, la más obvia es la de saber cómo colectar el organismo que quieren estudiar y esto puede requerir un mayor o menor grado de esfuerzo, sacrificio y destreza. Algunas de las sanguijuelas que estudiamos tienen ciertas particularidades y, sin lugar a dudas, la más llamativa es su voracidad por alimentarse de sangre, un hecho del que tomamos ventaja para colectarlas. El método requiere sumergir nuestras piernas en el agua y esperar a que alguna sanguijuela se adhiera a nuestra piel. Sin embargo, para colectar otras especies de sanguijuelas es necesario adoptar otra estrategia. Algunas especies viven adheridas constantemente a sus hospederos, por lo cual es necesario colectar directamente a estos portadores involuntarios, lo cual puede ser relativamente sencillo como tomar un sapo o una tortuga de agua dulce o bien, ser extremadamente complicado como pescar un tiburón, una raya o atrapar un tapir, un hipopótamo o un

cocodrilo. Por el contrario, aquellas que se alimentan de invertebrados acuáticos son relativamente fáciles de coleccionar ya que suelen ser muy abundantes en los cuerpos de agua dulce y normalmente viven adheridas a piedras, troncos o raíces de plantas acuáticas.

Un día cualquiera recolectando sanguijuelas

Figura 2. Método de recolecta de sanguijuelas. Es necesario esperar algunos minutos con ambas piernas en el agua y revisar constantemente si tenemos hirudíneos adheridos a nuestra piel.

Estamos cerca de Amealco, Querétaro, específicamente en una pequeña presa de la cual los pobladores locales se surten de agua y dan de beber a sus animales. Hace frío y ya llevamos varios días en el campo buscando sanguijuelas. Todo está listo, estamos ahí, con pantalones cortos y ambas piernas metidas en el agua. Se requiere un poco de paciencia, hay que mover un poco las piernas para generar pequeñas olas y cada dos o tres minutos, metódicamente, sacamos una pierna del agua y la observamos, luego la otra y así por varios minutos. El cuerpo de las sanguijuelas es tan blando que su presencia pasa fácilmente desapercibida al tacto. De pronto ahí está, aferrada a la pierna de Ricardo se encuentra una de ellas de unos 10 cm, un poco verde, un poco blanca, con el dorso cubierto de pequeños gránulos. Sus dos ventosas



se encuentran bien adheridas a la piel de la pierna del entusiasta biólogo y ésta tiene que ser removida antes de que comience a alimentarse. Rápidamente Ricardo toma a la sanguijuela con su mano y grita: ¡la tenemos! ¡la tenemos! Es *Haementeria officinalis*, la sanguijuela medicinal mexicana. Ricardo rápidamente la guarda en un frasco de plástico mientras los demás continuamos, con ambas piernas en el agua esperando a ser elegidos por otra, siguiendo el mismo método empleado desde la antigüedad para coleccionar estos organismos (Figura 2). Las sanguijuelas recolectadas son llevadas al laboratorio, donde son anestesiadas y posteriormente fijadas en alcohol.

Filogenia. Conociendo a la familia

La fascinación por las sanguijuelas no es nueva y a lo largo de la historia de la humanidad diversos autores han aportado anotaciones sobre este grupo. Por ejemplo, Linnaeus, el fundador del sistema de clasificación y nomenclatura de los seres vivos que en gran

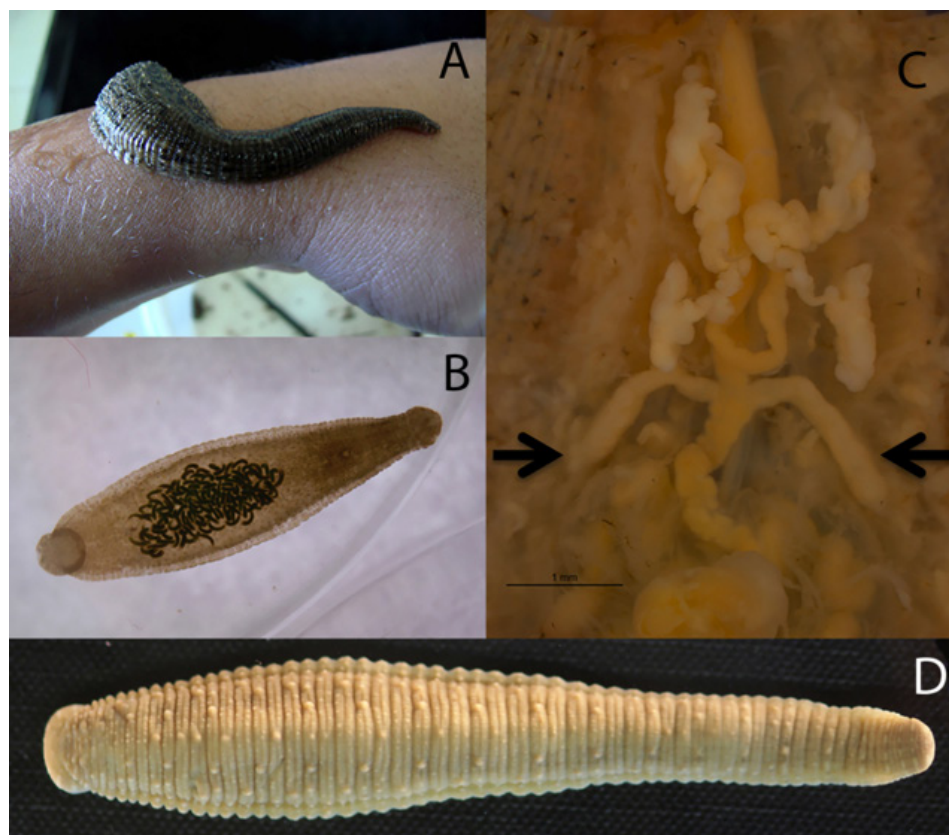
medida se sigue usando, describió ocho especies de ellas: *Hirudo medicinalis*, la sanguijuela medicinal europea; dos especies parásitas de peces marinos (*Pontobdella muricata* y *Piscicola geometra*) y cinco especies más que se alimentan de invertebrados acuáticos y que son muy comunes en cuerpos de agua dulce en Europa: *Helobdella stagnalis*, *Alboglossiponia heteroclita*, *Glossiphonia complanata*, *Erpobdella octoculata* y *Haemopsis sanguisuga*. Desde entonces, descripciones, registros y observaciones sobre sanguijuelas se han elaborado desde prácticamente todos los rincones del planeta y muchas de las personalidades más importantes de la biología han aportado datos interesantes del grupo, como Lamarck, Cuvier y el mismo Darwin, quien observó el comportamiento de los gusanos de tierra, primos cercanos de las sanguijuelas, al ser sometidos a los estridentes ruidos producidos por su hijo Francis al practicar con su fagot. Mucho del conocimiento sobre sanguijuelas producido a lo largo de la historia fue recuperado en una obra enciclopédica, fruto de años de trabajo y de una pasión desbordada por estos invertebrados por parte de Roy T. Sawyer, titulada *Leech Biology and Behaviour* o *Biología y comportamiento de las sanguijuelas* (SAWYER, 1986). En este trabajo, que consta de tres volúmenes, se resume el conocimiento sobre sanguijuelas hasta el año de su publicación y se abordan los más diversos temas como ecología, conducta, fisiología, neurofisiología, desarrollo, morfología, taxonomía y evolución, y es en estos tres últimos temas en los que hemos centrado nuestra atención en los últimos años.

En el esquema taxonómico o de clasificación propuesto por Sawyer, que implicaba la existencia de trayectorias o tendencias evolutivas, las sanguijuelas se clasificaban en dos grandes grupos. Uno de ellos es llamado Rhynchobdellida (Figura 3A, B, C, D), el cual incluía a las especies provistas de una proboscis eversible (un tipo de popote) la cual se inserta en el tejido de sus hospederos con el fin de succionar los líquidos internos. Mientras el otro grupo, denominado Arhynchobdellida, carecía de dicha proboscis y en su lugar presenta una faringe muscular, algunas veces armada con mandíbulas y dientes. Dicho esquema sugería que ambos grupos presentaban especies primitivas que se alimentaban de invertebrados así como especies derivadas o más avanzadas que se alimentan de sangre de vertebrados. De este esquema se infiere que las especies hematófagas de vertebrados serían el resultado de algún tipo de convergencia o paralelismo evolutivo, es decir, los dos grupos transitarían, independientemente, de alimentarse de invertebrados a alimentarse de vertebrados. En este sentido, el grupo de Rhynchobdellida culminaría con la aparición de la sanguijuela gigante del Amazonas: *Haementeria ghilianii*, mientras en Arhynchobdellida culminaría con la aparición de la sanguijuela medicinal europea *Hirudo medicinalis*.

Gracias al enorme desarrollo de la sistemática filogenética en los últimos años, es decir, al desarrollo de una disciplina capaz de proponer hipótesis explícitas sobre las relaciones evolutivas entre los distintos grupos, así como a la existencia de métodos para evaluar estas hipótesis y discernir y escoger entre ellas, se han podido elaborar esquemas de clasificación que reflejan las relaciones evolutivas entre las especies. En el caso de las sanguijuelas, al incorporar los métodos de la sistemática filogenética se ha logrado mejorar significativamente nuestro entendimiento del grupo. El Dr. Mark Siddall, del Museo Americano de Historia Natural de Nueva York, ha sido uno de los principales impulsores de esta disciplina y, particularmente, del estudio de las sanguijuelas (APAKUPAKUL *et al.*, 1999; SIDDALL *et al.*, 2001). Uno de los principales hallazgos que conllevan una reinterpretación de la evolución de las sanguijuelas es la propuesta que sostiene que el

último ancestro común, es decir, el ancestro de todas las ellas a partir del cual todas las especies que conocemos actualmente evolucionaron, era hematófago. Esto significa que los grupos de hirudíneos que actualmente no se alimentan de sangre no son especies primitivas como lo sugería Sawyer, si no que en realidad sus hábitos alimenticios son una pérdida secundaria de la habilidad de alimentarse de sangre. Este nuevo esquema explicativo nos abre un nuevo panorama para la búsqueda de anticoagulantes, ya que todas las especies de sanguijuelas, hematófagas o no, podrían producir, potencialmente, anticoagulantes en sus glándulas salivales.

Figura 3. Algunas sanguijuelas de la familia Glossiphoniidae. A. *Haementeria depressa* de Uruguay. B. *Theromyzon* sp. con individuos jóvenes adheridos a su superficie ventral. C. Detalle de la base de la proboscis de *Placobdella mexicana*. Se distinguen los dos pares de glándulas salivales en blanco y un par de bacteriomas señalados con flechas. D. Vista dorsal de la sanguijuela medicinal mexicana *Haementeria officinalis*.



Uso de las sanguijuelas en la medicina

Desde hace cientos de años, las sanguijuelas han sido utilizadas para tratar diversos problemas de salud humana, como dolores de cabeza, depresión, hipertensión y fiebre, entre otros. Los registros más antiguos que dan cuenta del uso de las sanguijuelas datan entre el 1600 y 1300 a. C. en Tebas, Egipto. Los griegos y romanos las emplearon con regularidad, según lo revelan diversos escritos. De hecho, Plinio el Viejo (23-79) recomendaba su uso para aliviar los síntomas de la flebitis y hemorroides. François-Joseph-Victor Broussais, médico personal de Napoleón, aplicaba entre 5 y 50 sanguijuelas por persona con el fin de aminorar diversos problemas gástricos. La importancia del uso de las sanguijuelas con fines médicos fue tal, que se calcula que a Francia entraron alrededor de 41.5 millones de éstas provenientes de otros países.

En 1823, la aduana de Hanóver en Alemania dictó normas para regular el tráfico de estos invertebrados y en Rusia se establecieron temporadas de recolecta en el campo, representando algunos de los primeros esfuerzos para controlar el uso indiscriminado de estos animales (HYSON, 2004).

Pierre Charles Alexander Louis, considerado como el fundador de la "medicina basada en evidencia", puso seriamente en duda el uso de las sanguijuelas en la medicina, sin embargo, su uso siguió siendo común por al menos cien años más, desapareciendo definitivamente de las farmacias de Francia en 1938. Por algunas décadas, estas criaturas fueron expulsadas de la práctica médica occidental y no fue hasta alrededor de 1960 que regresaron, en un principio mediante el aislamiento de algunos anticoagulantes como la hirudina, una potente antitrombina aislada de la saliva de la sanguijuela medicinal europea *Hirudo medicinalis*. Desde entonces un número creciente de proteínas han sido caracterizadas y han demostrado una alta eficacia como anticoagulante, como los inhibidores del factor Xa: antistasina, ghilanteina y lefaxina, el inhibidor del factor XIIIa: la tridegina o bien la hementina, la cual presenta propiedades fibrinogenolíticas, además de ciertas proteínas que inhiben la agregación de las plaquetas, como la decrosina. El estudio de los mecanismos mediante los cuales las sanguijuelas pueden interrumpir múltiples pasos de la cascada coaguladora de los vertebrados es una pujante área de investigación con muy claras implicaciones en el desarrollo de fármacos. En el 2004, la Administración de alimentos y medicamentos (Food and Drug Administration o FDA) de Estados Unidos admitió el uso de sanguijuelas para procedimientos quirúrgicos, así que podemos afirmar, con toda seguridad, que las sanguijuelas han vuelto y, al parecer, lo han hecho para quedarse.

¿Entonces tú eres acaso el conocedor de la sanguijuela?

<http://youtu.be/UatyKuxMd9g>



Sanguijuelas y bacterias

Las asociaciones simbióticas, definidas como la relación estrecha entre individuos de distintas especies, son extremadamente comunes en la naturaleza y hoy más que nunca se ha puesto en manifiesto que todos los organismos en la tierra tienen al menos un tipo de relación simbiótica. Un tipo de simbiosis muy común y que ha sido estudiada detalladamente es el que se establece entre animales y bacterias. Se ha estimado que entre un 15-20% de todos los insectos mantienen relaciones simbióticas con bacterias (BUCHNER, 1965). Estas asociaciones son particularmente interesantes en aquellos insectos con dietas muy especializadas, como en el caso de los pulgones (Aphidae), que se alimentan exclusivamente de savia de angiospermas y mantienen asociaciones simbióticas estrictas con la bacteria *Buchnera aphidicola*. Otro ejemplo es el de la mosca Tse-Tse (*Glossina morsitans*) que se alimenta únicamente de sangre de vertebrados y a su vez se encuentra asociada con la bacteria *Wigglesworthia glossinidia*. En estos casos, las bacterias se encuentran alojadas dentro de un tipo particular de células que se denominan bacteriocitos, las cuales forman agregados llamados bacteriomas, órganos cuya única función conocida es el alojamiento de las bacterias simbiotas (Figura 3C). En estos casos, las bacterias son llamadas endosimbiontes, ya que habitan en el citoplasma de una célula hospedera. Una característica clave de este tipo de asociaciones es que las bacterias son heredadas en los insectos de una generación a la otra de forma vertical, por vía materna. Una de las principales dificultades para estudiar bacterias endosimbiontes radica en que es virtualmente imposible cultivarlas en el laboratorio, además de que las diversas preguntas relacionadas con la función que realizan estas bacterias en sus hospederos no habían podido ser respondidas satisfactoriamente hasta hace relativamente poco tiempo. Actualmente, contamos con los desarrollos tecnológicos necesarios para poder generar genomas completos de organismos con relativa facilidad y en poco tiempo. Un genoma completo incluye toda la información genética (ADN) presente en determinado organismo, en particular todos los genes con la información necesaria para la construcción y funcionamiento de dicho organismo. Gracias a estas tecnologías, llamadas en su conjunto “secuenciación de nueva generación”, se han podido obtener los genomas completos de diversas especies bacterianas endosimbiontes de animales, con lo cual se han identificado patrones generales comunes a las bacterias participantes en dichas asociaciones.

En general, se ha encontrado que los genomas de las bacterias endosimbiontes se encuentran radicalmente reducidos, es decir, que se infiere una gran pérdida de información genética por parte de la bacteria, en la cual sólo se conservan genes relacionados con su propia supervivencia, y aquellos genes que proveen a los hospederos de vitaminas o elementos no presentes en su propia dieta. En este sentido, sabemos que la sangre de los vertebrados es muy rica en ciertos elementos, pero particularmente pobre en algunas vitaminas, como la vitamina B. En uno de los hallazgos más interesantes, se ha establecido que *Wigglesworthia glossinidia*, la bacteria endosimbionte de la mosca Tse-tse, provee a su hospedero, que exclusivamente se alimenta de sangre, de dicha vitamina (MOYA y PERETÓ, 2011). Si este fenómeno fue observado en moscas, es también probable que ocurra en las sanguijuelas hematófagas. Una de las líneas de investigación que actualmente desarrollamos se centra en la caracterización de las bacterias asociadas a

sanguijuelas, particularmente en las especies de hirudíneos de la familia Glossiphoniidae (Figura 3), que incluye alrededor de 30 especies con órganos llamados bacteriomas. Esta línea de investigación nos permitirá conocer los detalles mas finos de la compleja red de interacción entre bacterias y sanguijuelas.

Conclusiones

El estudio de las sanguijuelas, como creemos haberlo demostrado, es todo un mundo. Es tal la diversidad de temas que se pueden investigar usando a estos organismos como modelo que se requiere la vida de más de un investigador para abordarlos. El estudio de la biodiversidad de sanguijuelas, de sus anticoagulantes, de sus relaciones evolutivas y de sus bacterias simbiotes son sólo algunos de los temas que actualmente nos mantienen ocupados. Sin embargo, otros aspectos como la ecología, la embriología o la fisiología son igualmente interesantes y representan otros mundos, los cuales son investigados por otros grupos de científicos. ¡Remanguémonos los pantalones y salgamos al campo a buscar sanguijuelas, hay todo un mundo por descubrir al alcance de nuestra curiosidad!.

Bibliografía

- [1] APAKUPAKUL, Kathleen; Siddall, Mark; Burreson, Eugene. “Higher level relationships of leeches (Annelida: Clitellata: Euhirudinea) based on morphology and gene sequences”. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 1999, vol 12, núm 3, p. 350-359.
- [2] BUCHNER, Paul. *Endosymbiosis of Animals with Plant Microorganisms*. Nueva York: Interscience, 1965. p. 909.
- [3] HYSON, John. “Leech therapy: A History”. *Journal of History of Dentistry*. 2005, vol. 53, núm. 1, p. 25-27.
- [4] MOYA, Andrés; Peretó, Juli. *Simbiosis. Seres que evolucionan juntos*. Madrid: SESBE, 2011, 204 p.
- [5] NIETZSCHE, Friederich. *Así habló Zaratustra*. Madrid: Ediciones Cátedra, 2009. 520 p.
- [6] OCEGUERA-FIGUEROA, Alejandro. “Sanguijuelas, aliadas de la ciencia médica”. *¿Cómo ves?*. 2007, núm. 103, p. 22-25.
- [7] OCEGUERA-FIGUEROA, Alejandro; García-Prieto, Luis; Siddall, Mark. “Sanguijuelas”. *Biodiversitas, Boletín bimestral de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. 2010, núm 90, p. 1-5.
- [8] PHILLIPS, Anna *et al.* “Tyrannobdella rex n. gen. n. sp. and the evolutionary origins of mucosal leech infestations”. *PlosOne*. 2010, vol 5, núm 4. doi:10.1371/journal.pone.0010057.
- [9] SAWYER, Roy. *Leech Biology and Behaviour*. Oxford: Clarendon Press, 1986, p. 1065.
- [10] SIDDALL, Mark, *et al.* “Validating Livanow’s Hypothesis: Molecular Data Agree that Leeches, Branchiobdellidans and Acanthobdella peledina form a Monophyletic Group of Oligochaetes”. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2001, vol 21, núm 3, p. 346-351.