



Control biológico de vectores de la enfermedad de Chagas con Microhimenopteros (Micro Avispas)

Biological control of vectors of Chagas disease with Microhymenopters (Micro Wasps)

NOYA, YESSENIA
JIMENES, FRESIA¹
LOPEZ, JASSIEL¹
ALIAGA, WENNY¹

COLQUE, BYRON¹
MARTINEZ, LUIS¹
CALLAPA, GIORGIA²

FECHA DE RECEPCIÓN: 14 AGOSTO DE 2019

FECHA DE ACEPTACIÓN: 30 DE SEPTIEMBRE DE 2019

Resumen

La motivación de la presente revisión bibliográfica, surgió a raíz del hallazgo de una vivienda deshabitada infestada por colmenas de avispas en la comunidad de Huayhuasi del Municipio de Mecapaca, cuando se estaban cumpliendo actividades para la práctica de Epidemiología Molecular de la enfermedad de Chagas. La vivienda tenía el antecedente de presencia de vinchucas, principales vectores de la enfermedad de Chagas. En la revisión sobre el tema vinchucas vs. avispas se encontró que las microavisas particularmente del género *Telenomus* son conocidas como parásitos endófagos de huevos de algunos *Triatominae*. Con el presente trabajo de revisión bibliográfica se tiene la intención de obtener conocimiento de interés biológico sobre las microavisas como parásitos de los huevos

Abstract

The motivation of the present bibliographic review, arose from the finding of an uninhabited house infested by wasp hives in the community of Huayhuasi of the Municipality of Mecapaca, when activities were being carried out for the practice of Molecular Epidemiology of Chagas disease. The house had a history of the presence of vinchucas, the main vectors of Chagas disease. In the review on the topic kissing vs. wasps it was found that microavisas particularly of the genus *Telenomus* are known as endophagic parasites of eggs of some *Triatominae*. With the present work of bibliographic revision intends to obtain knowledge of biological interest on the microavisas as parasites of the eggs of some *Triatominae* that transmit the Chagas disease and its application in the possible biological control and even more

1. Estudiantes de la carrera de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de san Andrés, La Paz, Bolivia

2. Investigador Servicios de Laboratorio, Diagnostico e Investigación en Salud SELADIS FCBP-UMSA

de algunos Triatominae que transmiten la enfermedad de Chagas y su aplicación en el posible control biológico y más aún cuando estos enemigos naturales seguramente contribuyan a la regulación de la población en la naturaleza, donde parasitoides y hospedadores han co-evolucionado para llegar a un estado de equilibrio.

so when these natural enemies surely contribute to the regulation of the population in nature, where parasitoids and hosts have co-evolved to reach a state of equilibrium.

PALABRAS CLAVE

Microavispa, Vinchucas, Enfermedad de Chagas.

KEY WORDS

Micro wasp, Vinchucas, Chagas disease,

INTRODUCCIÓN

Los factores causales más importantes en el aumento de las enfermedades emergentes y reemergentes transmitidas por vectores en los últimos 30 años son, medioambientales; ecológicos; sociales; económicos y políticos, que facilitan la interacción del agente infeccioso; los vectores y el ser humano (Weaver, S., Reisen, W., 2010). Estas enfermedades, causadas por parásitos, virus y bacterias son transmitidas por mosquitos; flebótomos; chinches triatomíneas; simúlidos; garrapatas; moscas tsetsé; ácaros; caracoles; piojos; entre otros. En todo el mundo se registran cada año más de 700.000 defunciones como consecuencia de enfermedades transmitidas por vectores, tales como el paludismo; dengue; esquistosomiasis; tripanosomiasis africana humana; leishmaniasis; enfermedad de Chagas; fiebre amarilla; encefalitis japonesa y oncocercosis (OMS, 2017).

La enfermedad de Chagas se transmite a los seres humanos principalmente por las heces de insectos triatomíneos conocidos como vinchucas. Su agente causativo, es un protozoo flagelado denominado *Trypanosoma cruzi* y representa un serio problema de salud pública tanto por su magnitud, trascendencia, impacto y difícil control. El control vectorial es el método más útil para prevenir la enfermedad de Chagas debido a que no existe aún vacuna contra la enfermedad y el tratamiento se traduce en solo 2 medicamentos de eficacia nula o baja según la fase de la enfermedad y con importantes efectos secundarios.

En Bolivia, el principal vector de la enfermedad de Chagas es *Triatoma infestans* o vinchuca y el área endémica cubre aproximadamente el 60% del territorio nacional. La prevalencia a nivel nacional oscila alrededor del 17% al 20%, siendo la más baja en el departamento de La Paz y Potosí la más alta en los Departamentos de Chuquisaca y Tarija (Estado Plurinacional de Bolivia, Ministerio de Salud, 2016).

Una de las maneras más eficientes para frenar la enfermedad es el control vectorial y tradicionalmente se han usado insecticidas contra la vinchuca; sin embargo, se ha encontrado resistencia y en algunos casos efectos nocivos en humanos (Caceres, L., 2011).

En junio de 2018, se ubicó una vivienda deshabitada infestada por colmenas de avispas en la comunidad de Huayhuasi del Municipio de Mecapaca (Fig. 1) cuando se estaban cumpliendo actividades para la práctica de Epidemiología Molecular de la enfermedad de Chagas en esa comunidad. La vivienda tenía el antecedente de presencia de vinchucas, principales vectores de la enfermedad de Chagas (comunicación verbal de un comunario).

Figura 1. Vivienda en Mecapaca, La Paz, con presencia de colmenas de avispas



En la presente revisión, se muestra el conocimiento sobre la biología de las microavisvas del genero *Telenomus*, parasitoide de huevos de *Triatoma* y el conocimiento sobre su eficacia en el control biológico del vector de la enfermedad de Chagas.

TRANSMISIÓN VECTORIAL

Las enfermedades transmitidas por vectores en las que se incluye a la enfermedad de Chagas, son los padecimientos en los que el agente causal o infeccioso requiere la participación de un artrópodo como hospedero o transmisor para completar su ciclo de vida y para mantener su población en hospederos vertebrados susceptibles (OPS, 2012). Desde el punto de vista entomológico, en cada territorio y/o región biogeográfica y dependiendo de las especies de triatomíneos presentes, de sus características eco-biológicas y capacidad vectorial hacia las personas, para la vigilancia y el control vectorial deben considerarse desde un inicio aspectos como: La importancia de las especies presentes o las especies que intervienen en la transmisión de la infección en el ambiente domiciliario; el grado de vulnerabilidad a las medidas de control (las especies serán más vulnerables cuanto mayor sea su adaptación a la vivienda humana); la eliminación de un vector de un área determinada que dependerá fundamentalmente si la especie es invasiva o introducida y como tal, estrictamente domiciliada; entre otros (OMS, 2003).



En este contexto, conocer la procedencia del vector y el grado de adaptación a la vivienda, se convierten en elementos prioritarios para la definición de las estrategias de intervención, por lo cual, acorde con la endemividad de los triatomíneos, se definen tres escenarios de transmisión (OMS, 2003): Población de vectores estrictamente domiciliados (introducidos) sin evidencia de poblaciones silvestres locales; población de vectores autóctonos domiciliados y poblaciones silvestres.

CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

La enfermedad de Chagas, es de mucha importancia ya que afecta a las poblaciones humanas de escasos recursos, no tiene cura y es mortal, no presenta síntomas hasta después de muchos años de haber sido adquirida y es de amplia distribución en nuestro país. Entre los métodos utilizados para la prevención y el control de los vectores están: Mejoramiento de vivienda eliminando grietas; educación a la gente sobre el comportamiento de los insectos vectores de la enfermedad de Chagas y fumigación de las casas con insecticidas, que son efectivos pero por su corto efecto residual hay reinfestación por parte de los insectos vectores que viven en área silvestre, además de ser dañino para el hombre y el ambiente. Un programa de control de enfermedad de Chagas, debe tener en cuenta que la transmisión del *T. cruzi* se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones de pobreza de la gente; además, los nuevos asentamientos en áreas silvestres donde circula el parásito aumenta el riesgo de colonización (OPS, 2012).

CONTROL QUÍMICO (INSECTICIDAS)

Los triatomíneos son particularmente susceptibles al control químico, por tener una baja tasa reproductiva comparada con otros insectos vectores, con una baja variabilidad genética lo cual hace que el desarrollo de resistencia a los insecticidas sea muy lento, aunque generalmente las ninfas de quinto instar toleran mejor el insecticida que otros instar o los adultos, también son sensibles a su contacto (Silveira, 2003).

Se debe considerar que la aplicación de insecticidas de origen piretroides tiene características residuales en muros internos, muros externos de la vivienda y en espacios peri-domiciliarios como estructuras, aleros, bardas y montones de material guardados en el patio. La mayor eficacia de esta aplicación ocurre cuando se realiza antes de la época de lluvia. La aplicación debe ser realizada con una periodicidad máxima de 6 meses y para toda comunidad se requerirá un mínimo de 3 años de control de ataque (cada 6 meses), con una fase de consolidación de rociado anual para 2 años adicionales (Silveira, 2003), pero también encuentra resistencia por parte del *Triatoma infestans* (vinchuca).

En Bolivia, en los últimos años, el insecto causante de la enfermedad de Chagas, creó resistencia al uso de insecticidas debido a varios factores, principalmente al sometimiento a una gran carga de insecticida por lo que las ge-

neraciones que sobreviven tienen una descendencia cada vez más resistente. Esta situación da lugar a que las familias se vean obligadas a aumentar la aplicación de plaguicidas de uso agrícola en las viviendas, ocasionando con el paso del tiempo el agravamiento del problema (Ministerio de Salud, 2017).

PROBLEMÁTICA EN EL USO DE INSECTICIDAS DE ORIGEN QUIMICO EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES

Las enfermedades transmitidas por vectores como la Malaria; Chagas; Dengue; Leishmania; entre otras, se constituyen en importantes problemas de salud pública debido a la alta morbimortalidad y el impacto socioeconómico que producen. El control y/o erradicación de los vectores en el transcurso de los años, ha tenido como la principal estrategia el control químico de vectores. Si bien el control químico es uno de los métodos más utilizados, no es una medida sostenible y más por el contrario representa un riesgo para la salud de las personas y el ambiente especialmente por la resistencia que puede generar en los insectos transmisores de las enfermedades y por otra parte por las medidas de control que se deberán llevar.

Después de la segunda guerra mundial, se produjo una verdadera revolución en la lucha contra las plagas, por la aparición de nuevos compuestos químicos de síntesis con propiedades biocidas con los siguientes riesgos (Andalucía, 2018):

- Intoxicación accidental
- El peligro que puede causar su uso en la salud
- La contaminación con plaguicidas en cursos de agua como arroyos, lagos, ríos y embalses que son utilizados para agua de bebida o riego e incorporados en las cadenas alimenticias.
- La pérdida de eficiencia de los insecticidas debido al desarrollo de resistencia por parte de las especies plagas.
- La eliminación de enemigos naturales y la probabilidad de aparición de nuevas plagas debido a una drástica disminución de la resistencia ambiental

La Organización Mundial de Salud ha calculado que alrededor de 20.000 personas mueren anualmente como consecuencia de la exposición a insecticidas (WHO, 1990). También se ha demostrado que algunos insecticidas han devastado poblaciones de enemigos naturales en algunos sistemas (Matlock, 2002) pero en otros, especialmente con algunos de los insecticidas más nuevos, parece tener un impacto mínimo (Naranjo y col., 2004). Algunos insecticidas han tenido grandes efectos en algunas poblaciones de aves de rapiña pero, otros han sido usados en ecosistemas aparentemente sensibles durante décadas sin evidencia de impacto en las especies que no son el objetivo (Sibly y col., 2000). Algunos han sido utilizados de manera tan intensiva que la



evolución de la resistencia ha comprometido su uso en generaciones (Zhao y col., 2002)

Por tanto, para lograr el control y/o erradicación de las enfermedades transmitidas por vectores de manera sostenible sin efectos nocivos en las personas y/o medio ambiente, se requiere el uso de otras alternativas. Existen especies de arañas, chinches, avispas, hongos y bacterias que contribuyen en la disminución y equilibrio de las poblaciones de *Triatoma*, a los cuales se les llama enemigos naturales o controladores biológicos aborígenes. Particularmente para el control de la enfermedad de Chagas en países endémicos como Argentina, en el año 2012, investigadores argentinos reportaron el éxito que tuvieron en el control de la proliferación de las vinchucas usando la cepa del hongo *Beauveria bassiana* parásito endófito de la vinchuca (OMS, 2017); asimismo, en México, vieron una alternativa para eliminar huevos de triatomíneos usando hongos entomopatógenos (*Isaria fumosorosea* y *Metarhizium anisopliae*) sobre huevos de *Meccus pallidipennis* (Mier, 2005; Toriello y col., 2006).

CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico es un método de control de plagas que consiste en utilizar organismos vivos con el objetivo de controlar las poblaciones de otro organismo. Entre los inconvenientes que se presenta están: Su aplicación requiere un planteamiento y manejo más complejo; mayor seguimiento de la aplicación; es menos rápido y drástico que el control químico. El éxito de su aplicación requiere mayores conocimientos de la biología de los organismos y la mayoría de los enemigos naturales son altamente selectivos. Entre sus ventajas: Es uno de los mecanismos más importantes para la protección fitosanitaria por su poco o ningún efecto nocivo colateral de los enemigos naturales hacia otros organismos, incluso el hombre; la resistencia de las plagas al control biológico es muy rara; el control es relativamente a largo término, con frecuencia permanente; el tratamiento con insecticidas es eliminado por completo o de manera sustancial; la relación costo/beneficio es muy favorable; evita plagas secundarias y no existen problemas de intoxicaciones (Stehr, F., 1990; Barrera, J., 2006).

El control biológico es una alternativa en la lucha contra la enfermedad de Chagas y se concreta en la utilización de enemigos naturales de los insectos triatomíneos como son las micro avispas.

PARASITOIDES DE LOS INSECTOS VECTORES DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

Muchas especies de parasitoides son actualmente estudiadas por su potencial como agentes de control biológico, ya que pueden parasitar larvas, pupas, huevos y hasta adultos; sin embargo, los que parasitan huevos son muy raros. Tres familias de parasitoides oófagos del orden Hymenóptera son

las más comunes: Encyrtidae, Eupelmidae y Scelionidae. De los pertenecientes a la familia Scelionidae hay más de 200 especies de *Telenomus* que en su mayoría son parasitoides de plagas agrícolas (Altieri, y col., 1989).

Los Scelionidae, se comportan como idiobiontes endoparásitos de huevos de arañas y completan su desarrollo en un solo huevo hospedero. La gran mayoría de los scelionidos son parasitoides solitarios, pero algunas especies de *Telenomus* muestran un desarrollo gregario. Por ejemplo, *Telenomus fariai*, especie que parasita a vectores de la enfermedad de Chagas, Reduviidae-Triatominae (Zeledon, 1957). La mayoría de estos parasitoides son pequeñas avispas, las hembras colocan 5 o 6 huevos dentro de un huevo de vinchuca que contiene el embrión más o menos desarrollado. De cada uno de los huevos de *T. fariai* nace una larva la cual inmediatamente se alimenta del embrión de la vinchuca, crece y se transforma en pupa, en cada huevo habrá 5 o 6 avispas hermanas. Después de 15 días, una de las avispas generalmente el macho, perfora la punta opuesta donde está el opérculo del huevo de la vinchuca y por allí salen al exterior las hermanas y es cuando el macho las insemina, estas avispas hermanas, cuando salen buscan nuevos huevos de vinchuca para colocar sus huevos (Gorla, D., Rivarosa, A., 2013).

T. fariai, fue descrito como un parásito endófago de los huevos de *Triatoma* y tiene amplia distribución geográfica en América (Monroy, 1998). Esta microavispa, mostró en laboratorio las características más promisorias para constituirse en un eventual enemigo natural en un programa de control biológico. Liberaciones experimentales de las avispas en campo (en un diseño que combinó el efecto exclusivo de las avispas y su combinación con la acción de un insecticida) mostraron que ellas no tienen capacidad de regular la densidad (ni solas ni en combinación con insecticidas), aunque en cortos períodos son capaces de parasitar hasta el 60% de los huevos de *T. infestans* presentes (Gorla, D., 1994).

Sin embargo, la historia del control biológico para triatominos es escasa, y sin éxitos aparentes en las experiencias de campo. Como se ha podido ver, varios estudios se han realizado con distintos himenópteros parasitoides de huevos de diferentes especies de triatominos (Rabinovich, 1985). Específicamente, el efecto depresor de *Telenomus fariai* sobre la abundancia poblacional de *Triatoma infestans* bajo condiciones naturales no tuvo resultados exitosos y no se tienen hechos tangibles de su aplicación rutinaria y comercial para el control biológico de esta protozoosis (Cazorla, D., 2011).

CONCLUSIÓN

En el año 2012, los resultados de un estudio de investigación científica en Bolivia, demostraron la amplia distribución de *T. infestans* en medio silvestre andino, alertando a las autoridades que estas poblaciones altamente infectadas por el parásito, pueden moverse hacia los hogares (Breniere, F. y col, 2012). Las autoridades recomendaron un manejo integrado de control de vectores en poblaciones afectadas recomendando monitoreos de la sen-

sibilidad, resistencia y residualidad del insecticida usado (Ministerio de Salud, 2016). Sin embargo, es necesario buscar métodos de control alternativos a largo plazo y que además se caractericen por su economía y ante todo por su seguridad para el ambiente y los seres humanos. El uso de *T. farii* como control biológico de triatominos, tiene el inconveniente de que ataca solamente una de las etapas de desarrollo de los vectores de la enfermedad de Chagas, los huevos, dejando sin control los 5 estados ninfales y los adultos. Empero; no se han completado estudios repetidos para su aplicación; además, es importante continuar los estudios monitorizados sobre la fauna de las microavispas en nuestro medio. Por otro lado, la viabilidad de los huevos en ejemplares infestados y mortalidad en los instares ninfales, son elementos importantes en la evaluación de microhimeinoptero como biocontrol de triatominos y demuestran la potencialidad de este acaro entomopatogeno en reducir sensiblemente las poblaciones de estos insectos responsables de la transmisión de nuevos casos de la enfermedad de Chagas.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo académico de la Dra. Susana Revollo y Dra. Giorgia Callapa, docentes de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas de la Universidad Mayor de San Andrés.

REFERENCIAS

- Altieri, M., Trujillo, J., Campos, L., Klein, C., Gold, C., Quezada, J. (1989), El control biológico clásico en América Latina en su contexto histórico, Manejo integrado de plagas, 12: 82-107
- Andalucía, (2018), Contaminación, Artículos de opinión, Extraído el 1 de octubre del 2017 desde: <https://www.ecologistas-nacion.org>
- Barrera, J. (2006), Introducción, filosofía y alcances del control biológico. Memorias del XVII curso Nacional de Control Biológico, Sociedad Mexicana de Control Biológico, Manzanillo. Col. México.
- Breniere, S. y col. (2012), Sistema vectorial emergente debido a las poblaciones salvajes de *Triatoma infestans*: la enfermedad de Chagas en Bolivia, proyecto TiBo, Biofarbo, 20 (1): 1-7
- Caceres, L., Rovira, J., Clazada, J., Saldaña, A. (2011), Evaluación de la toxicidad de los insecticidas piretroides deltametrina y lambda-cihalotrina en dos poblaciones de campo de *Rhodnius pallescens* (Hemiptera: Reduviidae) de Panamá, Biomedica, 31 (1)
- Cazorla, D. (2011), El uso de hongos entomopatogenos para el control biorracional de Triatominae, vectores de la enfermedad de Chagas, Avances Cardiol., 31 (4): 333-352
- Estado Plurinacional de Bolivia, Ministerio de Salud (2016), Programa Nacional de Chagas, En: <http://minsalud.gob.bo>, revisado el 10-10-2018.
- Gorla, D. (1994), Perspectivas biológicas y ecológicas para el desarrollo de resistencia en triatominos, Acta Toxicol. Argent., 2 (1 y 2): 29-58
- Matlock RB, de la Cruz R. (2002), An inventory of parasitic Hymenoptera in banana plantations under two pesticide regimes. Agric Ecosyst Environ, 93 (1): 147-64.
- Mier, T., Olivares-Redonda G, Navarro-Barranco H, Pérez-Mejía A, Lorenzana M, Pérez-Torres A, Toriello C. (2005). Acute oral intragastric pathogenicity and toxicity of *Paecilomyces fumosoroseus* isolated from whiteflies in mice. Antonie Van Leeuwenhoek, 88:103-111.
- Ministerio de Salud, 2017, tomado de: <https://www.minsalud.gob.bo>, revisado el 20-11-2018
- Ministerio de Salud, 2016, Programa Nacional de Chagas realiza controles dentro y fuera de domicilios para eliminar la transmisión del vector, Unidad de Comunicación, En: <http://minsalud.gob.bo>, revisado el 20-11-2018.
- Monroy, (1998), Evaluación de la eficacia de *Telenomus farii* rabinovichii De Santis

- el Vidal como enemigo natural a nivel de huevos de *Triatoma dimidiata*, principal vector del mal de Chagas en Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, pp 45.
- Naranjo SE, Ellsworth PC y Hagler JR. (2004), Conservation of natural enemies in cotton: role of insect growth regulators in management of *Bemisia tabaci*. *Biol Control*, 30 (1): 52-72.
- OMS, (2017), Respuesta para el control de vectores, Extraído el 15 de octubre del 2018 desde: <http://www.who.int>
- OMS, (2003), Control de la Enfermedad de Chagas. Segundo informe comité de expertos. 117 p
- OPS, (2012), Guía de Vigilancia Entomológica y Control de la enfermedad de Chagas. Producción y Uso De *Trichogramma* en Anzoátegui, Venezuela.
- Rabinovich, J. (1985). Ecología poblacional de los triatomíneos. In RU Carcavallo, JE Rabinovich, RJ Tonn (eds), Factores Biológicos y Ecológicos de la Enfermedad de Chagas, OPS, Buenos Aires, p. 121-148
- Sibly, R., Newton, I. y Walker, C. (2000), Effects of dieldrin on population growth rates of sparrowhawks (1963-1986.) *J. Appl. Ecol.*, 37(3): 540-46.
- Silveira, A. (2003), Iniciativa de Salud del Cono Sur (INCOSUR). Guía para muestreo en actividades de vigilancia y control vectorial de la enfermedad de Chagas. OPS/DPC/CD/276/03. 46 pp.
- Stehr, F., (1990), Parásitos y depredadores en el manejo de plagas. En: Metcalf, R.L & W.H. Luckman. *Introducción al Manejo de Plagas de Insectos*. México. Editorial Limusa, 173-222 p.
- Toriello, C., Pérez-Torres, A., Burciaga-Díaz, A., Navarro-Barranco, H., Pérez-Mejía, A., Lorenzana Jiménez, M., Mier, T. (2006), Lack of acute pathogenicity and toxicity in mice of an isolate of *Metarhizium anisopliae* var. *Anisopliae* from spittlebugs, *Ecotoxicol. Environ Saf*, 65: 278-287
- World Health Organization (WHO), (1990), *Public Health impact of pesticides used in agriculture*. Geneva: WHO.
- Weaver, S., Reisen, W., (2010), Present and future arboviral threats. *Antiviral Res.* 85:328-45.
- Zhao J., Li Y., Collins H., Gusukuma-Minuto L., Mau R., Thompson, G., (2002), Monitoring and characterization of diamondback moth (*Lepidoptera: Plutellidae*) resistance to spinosad. *J. Econ. Entomol.*, 95 (2): 430-36.
- Zeledon, R., (1957), Sobre la biología de *Telenomus fariai* Lima, 1927 (Hymenoptera: Scelionidae) parásito endófago de huevos de algunos Triatominae. *Rev. Biol. Trop.* 5: 1-17.