

ALTERNATIVA SILENCIOSA CONTRA LOS TRIATOMINOS (HEMIPTERA: REDUVIIDAE) VECTORES DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

Helen Jineth Rincón Galvis^{a,1,*}, Fred Gustavo Manrique Abril^b, Bibiana Matilde Bernal Gómez^c

^aEstudiante de Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de investigación biomédica y de patología-GIBP. e-mail: helen.rincon@uptc.edu.co

^bDocente Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y Universidad Nacional de Colombia. Grupo de investigación biomédica y de patología -AGENF. e-mail: fred.manrique@uptc.edu.co

^cDocente universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Grupo de investigación biomédica y de patología -AGENF. e-mail: bibiana.bernal@uptc.edu.co

Resumen

La enfermedad de Chagas, es causada por el protozoario *Trypanosoma cruzi*, transmitido por el vector, conocido en Colombia como chinche o pito, de la subfamilia Triatominae. Los géneros que encontramos usualmente en el país son: *Rhodnius*, *Triatoma* y *Panstrongylus*, transmisores del parásito, constituyendo, un importante problema de salud pública. En diferentes países de Latinoamérica se han implementado diversos métodos de control, como la eliminación con insecticidas, las cuales han reportado reinfestación de las viviendas intervenidas con algunas especies silvestres. Una de las variables empíricas de reinfestación, bastante común, es la que sucede, cuando los triatominos incursionan las viviendas atraídos por la luz (fuentes de luz artificial) en lugar de la menotaxis o la llegada por casualidad. Implementar el uso de luces no atractivas puede llegar a reducir el número de insectos invasores en el entorno de la vivienda, teniendo en cuenta diferentes condiciones como: la oferta de alimento, el tipo de paisaje, la época climática, el tipo de bombillo, la estratificación del ecosistema, el dimorfismo sexual, la especie del triatomo, en general todo lo que pueda afectar la repulsión o atracción de los vectores a las viviendas.

Palabras Clave: Bombillo, Colombia, Control, Enfermedad de Chagas, *Rhodnius*, *Trypanosoma cruzi*.

1. Introducción

La tripanosomiasis americana o enfermedad de Chagas es una infección parasitaria causada por el protozoario flagelado *Trypanosoma cruzi* (1, 2, 3 y 4) que se caracteriza por ser una afección crónica, ocasionando daños cardíacos, digestivos y neurológicos (5). Transmitido por los insectos, más conocidos como chinches o pitos de la subfamilia Triatominae (6, 7 y 8), transmisores, desde sus etapas ninfales hasta las adultas (9 y 1), en ciclos superpuestos: domésticos, peridomésticos y silvestres (Figura 1.) (10 y 11).

La presente revisión narrativa tiene como objetivo compilar datos sobre antecedentes históricos de la enfermedad, las características biológicas del vector y de su agente casual, además de

recopilar todas las alternativas que se han implementado para disminuir y controlar la intrusión de los triatominos a las viviendas y mencionaremos una alternativa innovadora que estudia el fenómeno de repulsión y atracción a una fuente lumínica artificial más conocido como Bombillo en Colombia, que nombramos como: Alternativa silenciosa contra el Chagas. .

HISTORIA

Se ha detectado el Chagas en momias suramericanas de más o menos 9 mil años de antigüedad (12), estudios que llevan un siglo, iniciando en Brasil, pero cuya descripción patológica tiene formación en las crónicas de la colonización del nuevo mundo como “mal del bicho” o el “mal del culo” por su sintomatología digestiva, particularmente del colón (13).

Carlos Chagas (1879-1934) en 1909 estudió por qué los insectos encontrados en las viviendas picaban a las personas durante la noche, los cuales diseccionó, encontrando tripanosomas que denominó, protozoo flagelado *Tripanosoma cruzi*, nombre

*Autor en correspondencia.

Correos electrónicos: helen.rincon@uptc.edu.co (Helen Jineth Rincón Galvis), fred.manrique@uptc.edu.co (Fred Gustavo Manrique Abril), bibiana.bernal@uptc.edu.co (Bibiana Matilde Bernal Gómez)

¹Sometido : 02/10/2022 Publicado: 17/11/2022.

DOI: 10.5281/zenodo.7361814

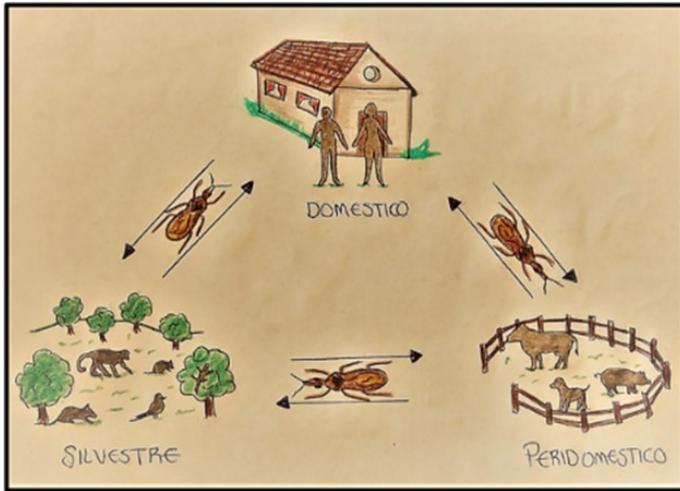


Figura 1: Ecosistema: Doméstico, Peridoméstico y Silvestre. Fuente: Autoría propia

en honor de su mentor y profesor Oswaldo Cruz (14, 15 y 16). Darwin en 1835, descubrió el vector transmisor en Argentina y murió con una sintomatología semejante, probablemente a causa de Chagas (17). Uno de los vacíos ecológicos del estudio de la enfermedad es la de investigar más sobre las interrelaciones entre el hombre y el medio ambiente con un enfoque de salud pública de una de las enfermedades parasitarias de mayor impacto social y económico (18 y 19).

VÍA DE TRANSMISIÓN

La principal vía de transmisión vectorial del hemoparásito *Trypanosoma cruzi*, es el contacto con las heces contaminadas de los insectos hematófagos de la subfamilia Triatominae, que tienen un aparato bucal de tipo succionador, con el que pican al ser humano, pertenecientes a la familia Reduviidae, del suborden Heteróptera y orden Hemiptera, especies consideradas vectores potenciales del parásito (4 y 9), aunque, también se puede infectar mediante la transfusión de sangre, trasplante de órganos, vía oral, por transmisión congénita y por accidentes de laboratorio (8).

VECTORES POTENCIALES DEL PARÁSITO

Dentro de la subfamilia Triatominae (Figura. 3), se incluyen 148 especies, de las cuales 72 son clasificadas vectores de *T. cruzi* (20); para Colombia, se registra 26 especies que, por sus características biológicas y ecológicas, y su dificultad en la exploración de sus ecotopos naturales la mayoría son desconocidas; dentro de éstas, se destacan por su importancia epidemiológica al invadir el peridomicilio humano, especies como: *Rhodnius prolixus*, *Triatoma dimidiata*, *Triatoma maculata*, *Triatoma venosa*, *Rhodnius pallescens* y *Panstrongylus geniculatus* (21,22 y 23).

Rhodnius prolixus es el vector más importante en Colombia, desde el punto de vista epidemiológico, por su amplia distribución geográfica, sus hábitos domiciliarios, su alta frecuen-

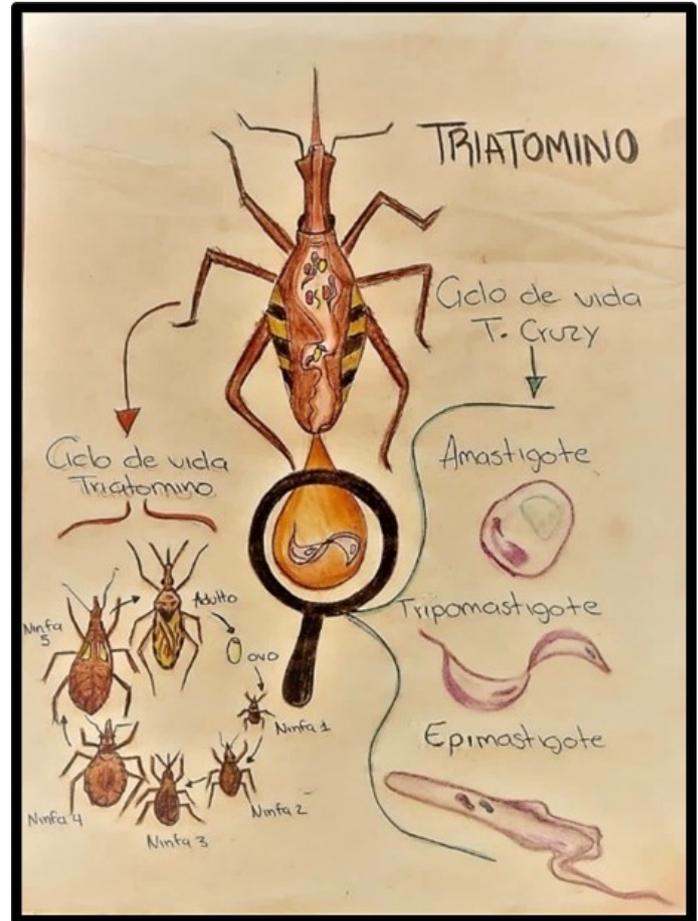


Figura 2: Ciclo de vida del triatómino y Ciclo de vida del T. cruzi Fuente: Autoría propia.

cia de dispersión y buena capacidad para infectarse y transmitir el parásito (7 y 24).

AGENTE ETIOLÓGICO Y CICLO DE VIDA

El *T. cruzi*, es un protozoo hemoparásito de la familia Trypanosomatidae, orden Kinetoplastea y género *Trypanosoma*. Existen cerca de 20 especies de las que dos son patógenas para el ser humano: *T. cruzi* (Agente etiológico de la enfermedad de Chagas o Tripanosomiasis americana) y el *T. brucei* (Agente etiológico de la enfermedad del sueño o Tripanosomiasis africana) (25 y 26).

El tripanosoma presenta las siguientes fases morfológicas: epimastigote, amastigote y tripomastigote (Figura. 1). En el hospedero mamífero se replica en forma de amastigote y la circulación de formas flageladas favorece que sea succionado por el vector, donde completa su desarrollo y maduración en el intestino posterior como epimastigote, transformándose en tripomastigote, que es la forma infecciosa que sale con las heces (27).

Este parásito *T. cruzi*, presenta 6 unidades discretas de tipificación (DTUs) (Figura. 4), *T. cruzi* I (TcI), *T. cruzi* II (TcII), *T. cruzi* III (TcIII), *T. cruzi* IV (TcIV), *T. cruzi* V (TcV) y *T.*

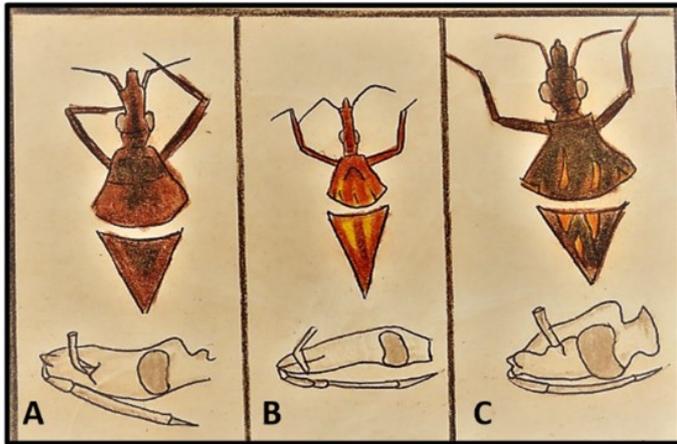


Figura 3: Géneros de triatomos (A) *Triatoma* (B) *Rhodnius* (C) *Panstrongylus*. Fuente: Autoría propia

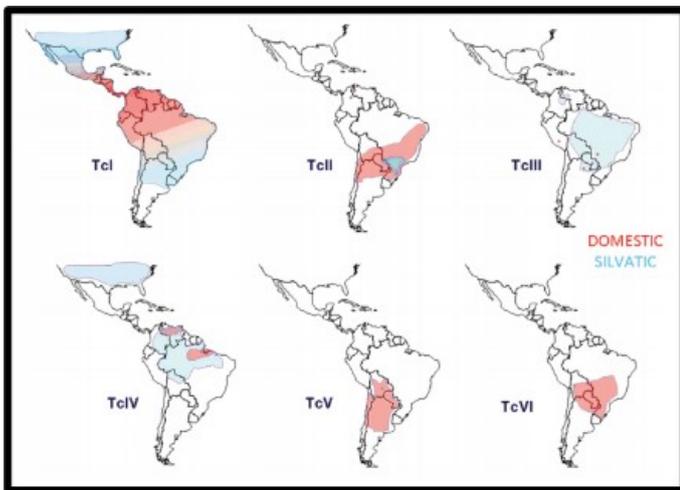


Figura 4: Distribución geográfica de las 6 DTU's con ciclos doméstico y silvestre del hemoparásito *T. cruzi*. Fuente: Guhl (28).

cruzi VI (TcVI), basada en marcadores moleculares diferentes y características biológicas, su distribución asociada al ambiente doméstico y silvestre (28).

TRANSMISIÓN DE LA INFECCIÓN Y SU PROCESO EN EL ORGANISMO

Tan pronto como el triatomo infectado se alimenta (pica a una persona o mamífero) puede transmitirle la infección a través de sus heces, ya que, al alimentarse de sangre, el triatoma defeca. Tras la picadura, cualquier pequeña solución o el contacto con la conjuntiva permite al parásito entrar en la circulación sanguínea (19).

Luego de ingresar al organismo, el tripomastigote se transforma en amastigote (Figura 2), para entonces dividirse por fisión binaria, rompiendo las células de los tejidos y distribuyéndose por el organismo a través de la circulación sanguínea y linfática, formando quistes en zonas del miocárdico y el tubo digestivo, liberándose periódicamente a la sangre, donde, puede ser

ingerido, por otro vector no infectado (13 y 29).

Sus principales hospederos, además, del ser humano, se registran los animales vertebrados domésticos (perros, cerdos, caballos y gatos) y silvestres (Armadillos, zarigüeyas, murciélagos y ratones), los cuales, no sólo se pueden infectar por la picadura sino también mediante su alimentación, comiendo estos insectos. Por el contrario, en el caso de las aves, reptiles y anfibios, son animales que no se infectan, aunque se alimenten de ellos, registrando más de 100 especies de las que se pueden alimentar (13 y 28).

RIESGO DE INFECCIÓN

Los habitantes de las zonas donde se detecta la presencia de triatomos quedan en riesgo de adquirir la enfermedad de Chagas (9 y 30), independientemente de las especies que se encuentren, todas son transmisoras, que ocasionalmente invaden casas u otros locales y entran en contacto directo con los humanos (4). Además, Reyes et al. (8), mostraron que dependiendo de la región geográfica existen especies de vectores con mayor o menor importancia epidemiológica.

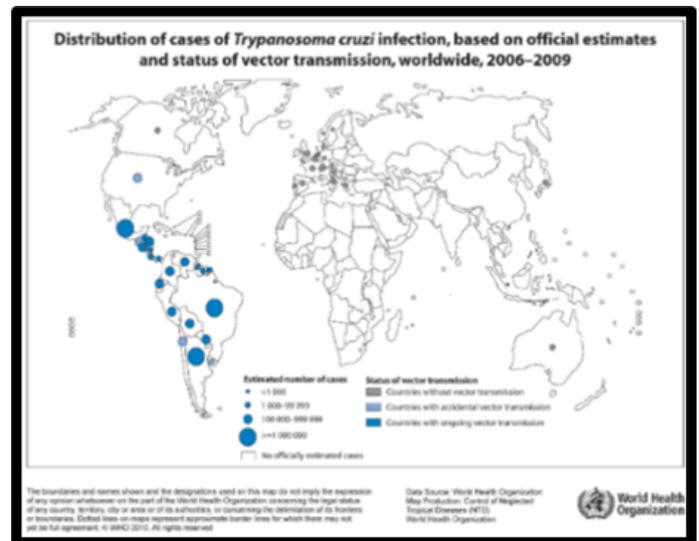


Figura 5: Distribución de la enfermedad de Chagas a nivel mundial. Fuente: Galería de mapas del Observatorio Mundial de la Salud

PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA A NIVEL NACIONAL

En países latinoamericanos, la enfermedad de Chagas, constituye un problema de salud pública importante, endémica de Centroamérica y Suramérica (Figura. 4) (2 y 9), siendo, una de las tres enfermedades infecciosas milenarias que sigue afectando el continente americano como señala Llorente (31). Además, se ha convertido en un problema global emergente debido a la creciente migración internacional (19).

Para el año 2000, estudios como el de Castillo & Wolff (15), mencionan, que alrededor de 100 millones de personas están en riesgo de infectarse, 20 millones han estado o están en contacto con el parásito y 11,2 millones están infectadas, siendo, el 4 % de la población total Latinoamericana. Para el 2019, siete millones de personas se infectaron en el mundo, constituyendo un gran problema para 21 países, tanto en áreas rurales como urbanas señala Ramos (32).

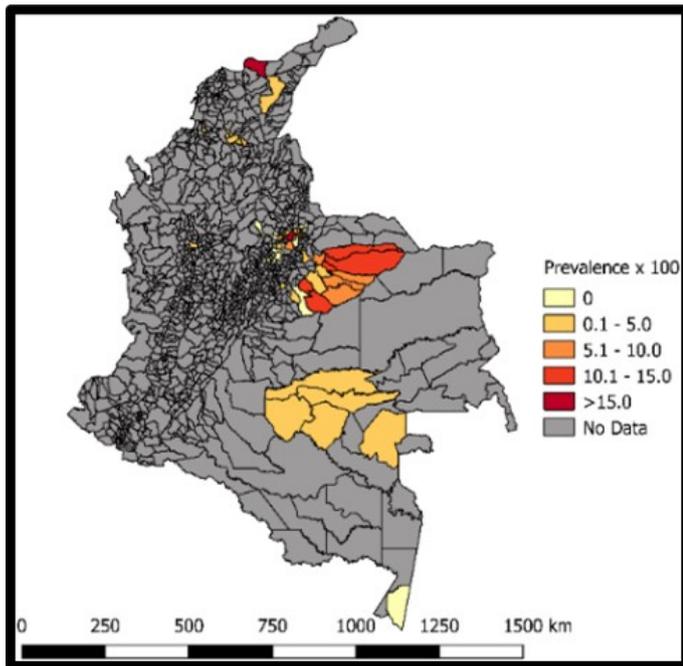


Figura 6: Distribución geográfica de la prevalencia observada de la enfermedad de Chagas en estudios publicados desde 2007 hasta 2017. Fuente: Olivera et al. (19)

En Colombia, durante el 2005 a 2007, según Guhl et al. (6) tuvo una prevalencia de la infección en la población del 5 %. Para el 2014, Llano et al. (2), mencionan que alrededor de 8 millones de personas están expuestas a la transmisión vectorial y entre 700.000 a 1200 000 infestados y que 437.000 presentan la infección y finalmente, según datos del Instituto Nacional de Salud, para el 2021, estiman que alrededor de 6 a 7 millones están infectadas, con un total de 30.000 casos nuevos por año y se han registrado 12.000 muertes anuales, además, podemos corroborar con la figura 6, la cual nos muestra la prevalencia de la enfermedad en Colombia durante el año del 2007 al 2017 (19) y su distribución en la figura 7.

TRANSMISIÓN EN EL DEPARTAMENTO DE CASANARE

Esta transmisión vectorial del *T. cruzi* en el territorio colombiano, principalmente se han reportado en los departamentos de Arauca, Boyacá, Casanare, Cundinamarca, y Santander (21 y 1) Además, en los Llanos de la Orinoquía, las principales especies de triatomíneos son: *T. dimidiata*, *T. maculata* y *R. prolixus*, las

cuales presentan un ciclo epidemiológico que involucra una distribución en el domicilio y en el peridomicilio (10 y 33).

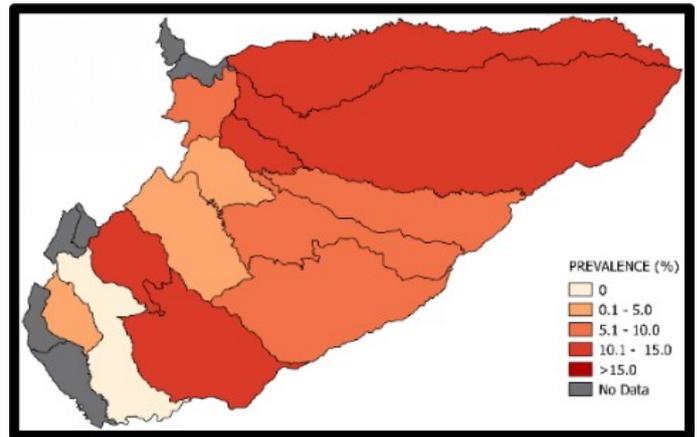


Figura 7: Distribución de la prevalencia observada de la enfermedad de Chagas en estudios publicados desde 2007 hasta 2017 en los Municipios de Casanare. Fuente: (19)

En el departamento de Casanare, los triatomíneos se han adaptado bien a las viviendas afirman Guhl et al. (6) & Montilla et al. (1), donde, la infestación por *R. prolixus* fue 74 %, su índice de colonización fue del 100 %, es decir más de la mitad de las palmas muestreadas se registraron la presencia de estos insectos lo que indica un mayor y significativo riesgo (Angulo et al. (10).

Por otro lado, Rendón Guhl (20), registraron un índice de infestación del 100 % de palmas introducidas y un índice de infección por *T. cruzi* de 70 %, además, señalan que Casanare es una zona de estudio de gran interés ya que reúne todas las características involucradas en la dinámica de los ciclos de transmisión del parásito causante de la enfermedad de Chagas. Rincón et al. (3), mostró registros de intrusión durante todo el año en las viviendas, mayor durante la época de bajas lluvias. Olivera et al. (19), señalan que Casanare es el departamento con más personas infectadas con *T. cruzi* con mayor incidencia en las zonas rurales, donde las viviendas presentan condiciones propicias, como la cercanía de ambientes silvestres y su composición, como lo podemos observar en la figura 8, que nos muestra la distribución en el cada municipio departamento de Casanare.

Además, las actividades antrópicas como: la búsqueda de leña para los domicilios, la caza, la deforestación entre muchas otras, hacen que se presenten grandes cantidades de reservorios domésticos disponibles (7, 8 y 34).

El gran riesgo evidente de la infección (Figura 8 y 9), nos muestra que no solo debemos fijarnos en la vivienda, sino más bien, en su peridomicilio, que serían fuente de reinfestación, haciendo, que se reinicié el ciclo de transmisión (13, 19, 21 y 33). Aumentado el contacto del hombre con los focos naturales, generando desequilibrios ecológicos y forzando a los triatomíneos silvestres a irrumpir en las diferentes viviendas y en su peridomicilio, para refugio y búsqueda de alimento en la sangre

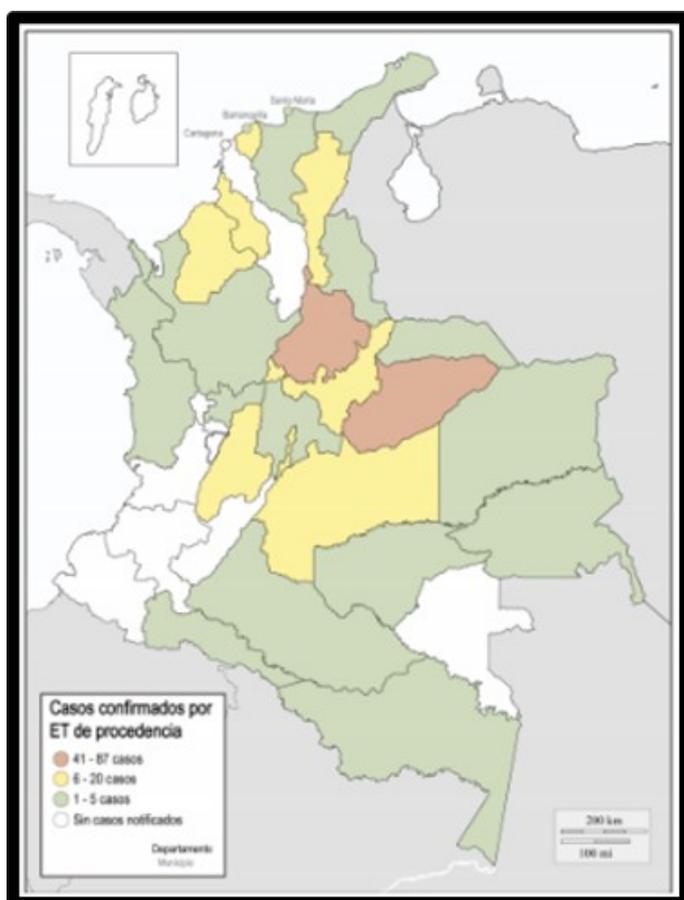


Figura 8: Distribución geográfica de casos agudos, confirmados en Colombia 2012-2019 Fuente: Último boletín epidemiológico BES con respecto al Chagas (Semana 33 /2019)

humana y de animales domésticos (22, 33 y 35).

MÉTODOS DE CONTROL CONTRA LOS TRIATOMINOS - (CONTROL QUÍMICO)

El principal mecanismo de eliminación de los triatominos domiciliados en diferentes países de América Latina es mediante el uso de insecticidas (Figura 11). Las zonas endémicas del WHOPES facilitaron el uso de insecticidas para el control vectorial de la enfermedad de Chagas entre los años 2000 a 2008 estudios como los de Organización Panamericana de la Salud, (36), Palomino et al. (37) y Costa y Lorenzo (38), muestran su aplicación en diferentes zonas del país. Tanto para los países latinoamericanos como para Colombia, los insecticidas más usados son los organofosforados y los piretroides (fenitrotion, alfacipermetrina, betaciflutrina, ciflutrina, cipermetrina, etofenprox y lambdacihalotrina) (37 y 39). Siendo, particularmente la deltametrina, la lambdacihalotrina y la beta-cipermetrina, los más exitosos (62).

En Casanare, el insecticida más utilizado desde el año 2007, según Palomino et al.(40) por la secretaria de salud para el control vectorial de la enfermedad de Chagas es el K- OTHRINE®

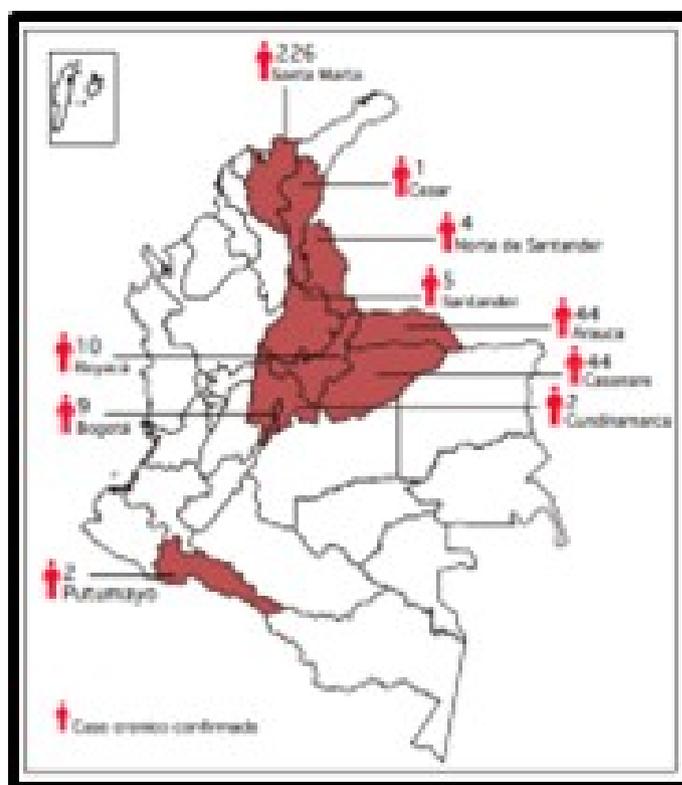


Figura 9: Distribución geográfica de casos confirmados de Chagas crónicos en Colombia. Fuente: Último boletín epidemiológico BES con respecto al Chagas (Semana 44 /2018)

SC50, categoría toxicológica III, una deltametrina (5%) disponible en suspensión concentrada, que ha sido implementada, para controlar las diferentes enfermedades tropicales como la malaria (eliminación de mosquitos) y los triatominos, actuando y bloqueando el sistema nervioso central, siendo 500 veces más letal para los insectos que los mamíferos (37).

Estas acciones de control mediante la aplicación periódica del insecticida residual han sido efectivas en amplias zonas, lo que con lleva a la eliminación del triatomino en el ambiente doméstico (41). Sin embargo, se ha evidenciado la intrusión al intradomicilio de especies que ocupan hábitats silvestres, causando dificultad en el control, pues pueden ser fuente de infestación o de reinfestación de las viviendas ya intervenidas con insecticidas, abriendo la posibilidad de que se reinicié el ciclo de transmisión a los humanos, ya que ellos, solo irían a la vivienda en búsqueda de alimento y regresan a su hábitat (6, 10, 21, 33 y 42), y no solamente esto, sino, que se han demostrado altos niveles de resistencias a estos insecticidas (43), como registra Fronza & Mougabure (39) en la Deltametrina.

FOTOTAXIS: ATRACCIÓN DE LOS TRIATOMINOS A LA VIVIENDA

La atracción de los insectos hacia un haz de luz se relaciona con la fototaxia (movimientos orientados en respuesta a la intensidad de la luz) (44), afectando el comportamiento y el desarrollo de los insectos (5).



Figura 10: Control Químico. Fuente: Autoría propia.

Estudios como el de Angulo & Esteban (22), menciona que los triatominos incursionan a las viviendas atraídos por la luz, además, se cree que este comportamiento invasivo es bastante común y se ha relacionado con la atracción de adultos a fuentes de luz artificiales (45 y 46) y al alimento (33) mostrándonos un riesgo evidente al tener la necesidad de alumbrar nuestra vivienda, sin embargo no todas las luces son atrayentes como los demuestra los siguientes estudios elaborados la mayoría en laboratorio; Bertram (41), revela, la atracción de los insectos de la especie *Triatoma maculata* por las luces bélicas, llamadas Betalights, que funcionan como atrayentes útiles en trampas o recámaras en el laboratorio en la ciudad Londres. Por otro lado, Lazzari (47), mencionan, que los insectos triatominos sincronizan varias actividades en ciclos de luz y oscuridad, como el vuelo espontaneo, la atracción por la luz y la preferencia de temperatura.

Estudios, como los de Sjogren & Ryckman (48); Noireau Dujardin (49) & Vázquez - Prokopec et al. (50), se relacionan por su éxito, empleando la recolecta de triatominos con trampas iluminadas. Minoli & Lazzari (51) estudio realizado en argentina, revela, la actividad de vuelo (Despegue y orientación) de los triatominos *Triatoma infestans* y *Rhodnius prolixus* frente a la luz artificial de diferente calidad espectral, con una tendencia significativa a volar hacia la luz blanca, demostrando una verdadera atracción en lugar de la menotaxis o la llegada por casuali-

dad, además sugieren que quizás el uso de luces no atractivas en el entorno doméstico / peri-doméstico podría reducir el número de insectos invasores del hábitat silvestre y mencionan que estos hallazgos se discuten en relación con la colonización de viviendas humanas por vectores del Chagas.

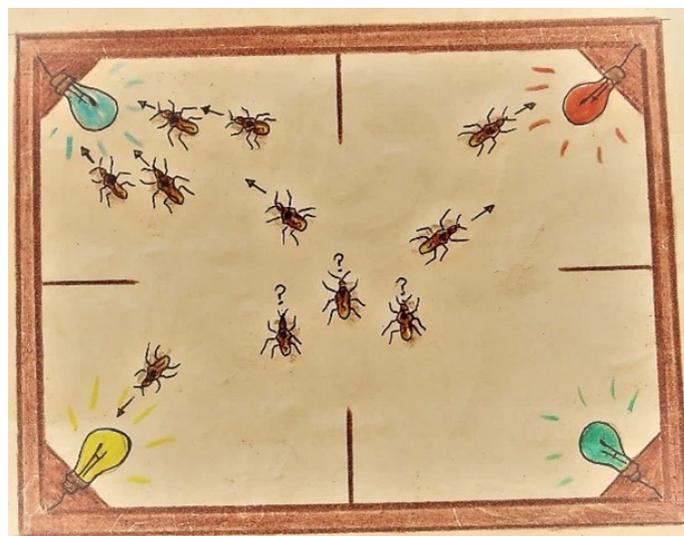


Figura 11: Atracción de los triatominos. Fuente: Autoría propia

Carbajal de la fuente et al. (52) & Rebollar et al. (53) en el noroeste de Brasil y en México respectivamente, quienes recolectaron, *Triatoma brasiliensis*, *T. pseudomaculata* y *T. dimidiata*, mediante trampas de luz blanca fluorescente en campo, los cuales mencionan, la atracción de los triatominos silvestres a la luz artificial y el efecto de algunos factores ambientales y biológicos sobre su actividad de vuelo. Barghini & Medeiros (54), después, de revisar la evidencia epidemiológica, sobre el papel de la iluminación en la propagación de enfermedades transmitidas por vectores, señala, que no se le ha considerado, sus efectos e implicaciones en la expansión de las diferentes luces artificiales.

Al mismo tiempo, Castro et al, 2010 , evaluaron su atracción a fuentes de luz artificial mediante una lámpara de vapor de mercurio y una bombilla negra en el dosel de la selva amazónica primaria, recolectando durante todo el año, siendo los machos con más frecuencia que las hembras, sugiriendo que los triatominos adventicios a menudo pueden llegar a hogares con iluminación artificial cerca de los bordes del bosque y, por lo tanto, pueden participar en la transmisión de la enfermedad de Chagas en la región. Posteriormente, Pacheco-Tucuch et al. (44) en las aldeas de Bokoba, Teya y Zudzal en México analizaron, el papel de la luz artificial en la infestación de casas, señalando que, nunca se ha demostrado y cuantificado claramente ya que dependía del color de la luz y disminuía al aumentar la longitud de onda, ellos utilizaron diodos emisores de luz (LED) de color luz blanca (400 a 750 nm), así como las luces azul (430 nm), verde (500 nm), amarilla (590 nm) y roja (630 nm), con el fin de evaluar su efecto y su distribución espacial en una cámara dentro del laboratorio, en el que registraron diferencia significativa

en las diferentes longitudes de onda probadas, siendo fuertemente atraídos por la luz de longitud de onda corta (azul) y la atracción disminuyó gradualmente a medida que aumentaba la longitud de onda. Por lo tanto, la luz azul era la más atractiva, mientras que la luz roja no lo era en absoluto.

Corroborándose con el estudio de Otálora et al. (55), donde registraron las preferencias de los triatominos por luces de colores producidas por diodos emisores de Luz, donde evidenciaron que la luz Led Azul registro mayor número de individuos, con un (P menor a 0,01) que el resto de los colores (ultravioleta, verde, amarillo, rojo y blanco), así mismo registraron que el amoniaco combinado con luz blanca o azul atrajo a estos insectos (P menor a 0,05) en laboratorio.

ALTERNATIVA SILENCIOSA

Los insectos son sensibles a un amplio espectro de longitudes de onda de la luz, sus ojos compuestos están formados por un gran número de unidades ópticas llamadas omatidios, cada omatidio contiene células fotorreceptoras, cuya sensibilidad determina su espectro visible que se expande hacia la región UV, invisible para los humanos.

No obstante, los insectos son capaces de ver en UV y este tipo de radicación les resulta especialmente atractiva, estando bajo los 400nm (radiación ultravioleta (UV)) mientras que sobre los 700 nm se encuentra la radiación infrarroja. Probablemente, la verdadera importancia epidemiológica de la atracción de triatominos a las fuentes de luz artificial, con respecto a su control y riesgos, en los diferentes estudios mencionados anteriormente, sigue sin estar clara; de hecho, no se han tenido en cuenta para muchos estudios variables como: oferta de alimento, el tipo de paisaje, la época climática, el tipo de bombillo, la estratificación del ecosistema, el dimorfismo sexual, la especie del triatomo, entre muchas otras variables que afectan, la repulsión y atracción de los triatominos a las viviendas en campo, siendo la vida cotidiana de la comunidad. Por otro lado, varios artículos reportan que las luces LED presentan: excelentes propiedades tecnológicas con eficiencia energética, precursores de innovación, amigables con el medio ambiente y ahora resultan hasta repelentes de insectos.

Este último, muy importante para el control de plagas o enfermedades transmisoras por vectores, se ha alcanzado ya que, por encima de los 550 nanómetros, se encuentran fuera del rango de atracción de los insectos ya que carecen de emisiones tanto infrarrojas como ultravioletas, teniendo una alta calidad de luz y una larga vida útil. Aunque, no todas las LED se salvan ya que se han reportado que la luz Azul (430 a 505 nm) atrae a los pequeños voladores, estando muy cerca al rango ultravioleta, puede que por este motivo sean atractivos.

Evidentemente, se ha demostrado que mediante investigaciones o estudios se podría generar información que sirva de orientación, para las autoridades sanitarias o competentes como las secretarías de salud, que son las encargadas de realizar

el control vectorial y evaluar los riesgos epidemiológicos de la comunidad, con el fin de lograr e implementar un programa de control; como en este caso, podríamos, implementar el bombillo adecuado para repeler estos triatominos, asimismo, mejorando la salud y las condiciones de la vivienda.

Mediante la investigación, resolveremos dudas o incógnitas, por consiguiente, en la figura 12 se mostrarán investigación con más de 3 fuentes lumínicas artificiales que fueron comparadas en sus estudios, además, esta figura muestra investigaciones con menos de tres fuentes lumínicas. Los estudios oscilaron entre 1971 hasta la actualidad, con la intención de seguir informándonos y motivarnos para resolver todas estas dudas ampliando nuestro y el conocimiento científico.

Estudios con Fuentes lumínicas (+3)				
Autor	Año	Lugar	Especie	Fuentes Lumínicas Cuales
Reisenman et al. (58)	2000	Laboratorio	<i>Triatoma infestans</i>	Control sin Luz
				Luz Roja (620-780 nm)
Minoli & Lazzari (51)	2006	Laboratorio	<i>Triatoma infestans</i> & <i>Rhodnius prolixus</i>	Luz blanca (~400 a 750 nm)
				Luz ultravioleta (315-400 nm)
Reisenman & Lazzari (59)	2006	Laboratorio	<i>T. infestans</i>	Control sin Luz
				Luz Roja (620-780 nm)
Castro et al. (46)	2010	Campo (Selva amazónica primaria)	<i>Panstrongylus geniculatus</i> , <i>Panstrongylus lignarius</i> , <i>Panstrongylus rufotuberculatus</i> , <i>Rhodnius robustus</i> , <i>Rhodnius pictipes</i> , <i>Rhodnius amazonicus</i> & <i>Eratyrus mucronatus</i>	Luz blanca (~400 a 750 nm)
				Lampara de vapor de mercurio
Pacheco-Tucuch et al. (44)	2012	Campo (México) y Laboratorio	<i>T. dimidiata</i>	Luz Roja (620-780 nm)
				Luz Verde (490nm-570nm)
Indacochea et al. (56)	2017	Laboratorio	<i>Triatoma rubida</i>	Luz Verde (490nm-570nm)
				Luz Azul (455-490 nm)

Figura 12: Estudios con más de tres fuentes lumínicas Artificial

Estudios con Fuentes lumínicas (-3)				
Autor	Año	Lugar	Especie	Fuentes Lumínicas Cuales
Bertram (41)	1971	Laboratorio	<i>Triatoma maculata</i>	Control sin Luz
Lazzari (47)	1992	Laboratorio	<i>T. infestans</i>	Luz beta (Luz verde esférica)
Carbajal de la fuente et al. (52)	2007	Campo (Noreste Brasil)	<i>Triatoma brasiliensis</i> & <i>Triatoma pseudomaculata</i>	Luz blanca (~400 a 750 nm)
Hernández et al. (7)	2010	Campo (México)	<i>T. dimidiata</i>	Luz blanca (~400 a 750 nm)
Jácome-Pinilla et al. (60)	2015	Campo (Casanare-Colombia)	<i>Rhodnius prolixus</i> , <i>P. geniculatus</i> , <i>Psammolestes arthuri</i> & <i>T. maculata</i>	Incandescente
Reyes et al. (8)	2017	Campo (Santander-Colombia)	<i>R. pallenscens</i> & <i>P. geniculatus</i>	Alumbrado publico
Ayala Hoyos et al. (5)	2018	Campo (Sucre-Colombia)	<i>P. geniculatus</i> , <i>R. pallenscens</i> , <i>Eratyrus cuspidatus</i> & <i>T. dimidiata</i>	Trampa de Luz de tipo Shannon
Carbajal de la Fuente et al. (52)	2019	Campo selvático (Argentina)	<i>T. infestans</i> , <i>T. patagonica</i> , <i>T. garcibesi</i> & <i>T. eratyrusiformis</i>	Luz blanca (~400 a 750 nm)
Casaccia et al. (61)	2019	Campo (Paraguay)	<i>Triatoma sordida</i> & <i>Triatoma gusayana</i>	Fluorescente de Luz blanca

Figura 13: Estudios con menos de tres fuentes lumínicas Artificial

2. Conclusiones

Con lo anterior, podemos recalcar que la mayoría de las investigaciones están diseñadas para realizarse en condiciones de

laboratorio, donde a partir de allí nace una visión alternativa dirigida a implementar en campo, en el que se pretende determinar la eficacia y efectividad de estas longitudes de onda lumínica artificial con relación a la intrusión de los triatominos en la vida cotidiana, teniendo en cuenta factores como el material de la vivienda, la estratificación del paisaje, su peridomicilio, las diferentes fuentes de alimentación.

Si llegan más las hembras y/o los machos, su época climática entre muchos otros factores, que pueden influenciar su fototaxis, denominada alternativa silenciosa contra el Chagas, siendo, su principal función disminuir la llegada de los triatominos a las diferentes viviendas con el fin de reducir los casos de personas infectadas con *T. cruzi* y de una o de otra manera poder controlar los insectos, de una forma más amigable con el medio ambiente e importante para la salud pública, con el fin disponer con la información necesaria e importante que abarcamos durante todo el documento, dado diferentes puntos de vista acerca de la tripanosomiasis americana o enfermedad de Chagas.

English Summary

Silent alternative against triatomines (Hemiptera: reduviidae) vectors of chagas disease.

Abstract

Chagas disease is caused by the protozoan *Trypanosoma cruzi*, transmitted by the vector, known in Colombia as chinche or pito, of the subfamily Triatominae. The genera that we usually find in the country are: *Rhodnius*, *Triatoma* and *Panstrongylus*, transmitters of the parasite, constituting an important public health problem. In different Latin American countries various control methods have been implemented, as the elimination with insecticides, which have reported reinfestation of the intervened houses with some wild species. One of the empirical variables of reinfestation, quite common, is what happens, when the triatomines enter the houses attracted by light (artificial light sources) instead of the menotaxis or arrival by chance. Implementing the use of unattractive lights can reduce the number of invasive insects in the home environment, taking into account different conditions such as: the offer of food, the type of landscape, the climatic epoch, the type of bulb, the stratification of the ecosystem, the sexual dimorphism, the triatomine species, in general everything that can affect the repulsion or attraction of the vectors to the dwellings.

Keywords:

Bombillo, Colombia, Control, Chagas disease, *Rhodnius*, *Trypanosoma cruzi*.

Conflicto de Interés

Ninguno Declarado

Financiación

Proyecto sin recursos institucionales.

Referencias

1. Montilla, M., Soto, H., Parra, E., Torrez, M., Carrillo, P., Lugo, L., Arias, M. T. (2011). Infestación por triatominos en comunidades indígenas de Valledupar, Colombia. *Rev Saúde Pública*, 45(4):773-80.
2. Llano, M., Pavía, P., Flórez, C., Cuéllar, A., & Gonzáles, J. (2014). Evaluación preliminar de la prueba comercial Chagas (*Trypanosoma cruzi*) IgG-ELISA® en individuos colombianos. *Biomédica*, 34, 228-236.
3. Rincón Galvis, H. J., Urbano, P., Hernández, C., & Ramírez, J. (27 de Septiembre de 2019). Temporal Variation of the Presence of *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae) Into Rural Dwellings in the Department of Casanare, Eastern Colombia. *Journal of Medical Entomology*, 57(1), 173-180.
4. Rauda Esquivel, L., López Arroyo, L., Castillo Gamboa, D., Benítez Martínez, S., & Pérez Eguía, E. (2020). Chagas disease in Ciudad Juárez, México, migration and poverty. Preliminary research 2019. *Medicina Interna de México*, 36(5), 641-651.
5. Ayala Hoyos, C., Hernández Mendoza, C., Eyes Escalante, M., Roberto Romero, L., Álvarez Rodríguez, R., & Tuirán, B. (2018). DETECCIÓN DE INFECCIÓN NATURAL POR *Trypanosoma cruzi* (TRYPANOSOMATIDAE) EN TRIATOMINOS DEL MUNICIPIO DE COLOSÓ, COLOMBIA. *ACTA BIOLÓGICA COLOMBIANA*, 24(1), 180-184.
6. Guhl, F., Aguilera, G., Pinto, N., & Vergara, D. (2007). Actualización de la distribución geográfica y ecoepidemiología de la fauna de triatominos (Reduviidae: Triatominae) en Colombia. *Biomédica*, 27, 143-162.
7. Hernández, J., Rebollar-Téllez, E., Infante, F., Morón, A., & Castillo, A. (2010). Indicadores de Infestación, Colonización e Infección de *Triatoma dimidiata* (Latreille) (Hemiptera: Reduviidae) en Campeche, México. *Neotropical Entomology*, 39(6), 1024-1031.
8. Reyes, M., Torres, A., Esteban, L., Flórez, M., & Angulo, V. M. (2017). Riesgo de transmisión de la enfermedad de Chagas por intrusión de triatominos y mamíferos silvestres en Bucaramanga, Santander, Colombia. *Biomédica*, 37, 68-78.
9. Becerril, M., Perez, V., Garcia, J., & Palafox, J. (2010). Riesgo de Transmisión de *Trypanosoma cruzi* en el Municipio de Metztlán, Estado de Hidalgo, México, Mediante la Caracterización de Unidades Domiciliarias y sus Índices Entomológicos. *Neotropical Entomology*, 5(39), 810-817.
10. Angulo, V. M., Esteban, L., & Luna, K. (2012). *Attalea butyracea* próximas a las viviendas como posible fuente de infestación domiciliaria por *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae) en los Llanos Orientales de Colombia. *Biomedica*(32), 277-285.
11. Solís Medina, C., Zuluaga Aguirre, S., Triana Chavez, O., & Cantillo Barraza, O. (2020). Natural infection with

- Trypanosoma cruzi (TRYPANOSOMATIDAE) in intradomestic triatomine bugs from Guainía department. *ACTA BIOLÓGICA COLOMBIANA*, 26(1), 127-130.
12. Moncayo, A. (1997). Progress towards the elimination of transmission of Chagas disease. *World Health Stat*, 5-8.
 13. Ayala Balzola, A. (2011). LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN ESPAÑA: PARADIGMA DE UNA ENFERMEDAD EMERGENTE. Obtenido de Tesis Doctoral, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.
 14. Chagas, C. (1909). Nova tripanozomíaze humana: estudos sobre a morfologia e o ciclo evolutivo do Schizotrypanum cruzi n. gen., n. sp., agente etiologico de nova entidade morbida do homem. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 1(2).
 15. Castillo, D., & Wolff, M. (2000). Aspectos del comportamiento de los triatominos (Hemiptera: Reduviidae), vectores de la enfermedad de Chagas. *Biomédica*, 20, 59-64.
 16. Haro Artega, i. (2003). Algunos hechos históricos relacionados con la enfermedad de Chagas. *Revista Mexicana de Patología Clínica*, 50(2), 109-112.
 17. Payá, E., & Domic, D. (2008). La Misteriosa Enfermedad de Charles Darwin. *Rev Chil Infect*, 25(03), 207.
 18. Moncayo. (2003). Chagas Disease: Current Epidemiological. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 91-97.
 19. Olivera, M., Fory, J., Porras, J., & Buitrago, G. (2019). Prevalence of Chagas disease in Colombia: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 14(1).
 20. Rendón R., L. M., & Guhl, F. (2018). Dinámica de transmisión de Trypanosoma cruzi en áreas endémicas en el departamento de Casanare, Colombia. Nuevos escenarios de transmisión de Tripanosoma cruzi en la Región de la Orinoquía Colombiana. Bogotá, Colombia: Proyecto de tesis - Doctorado.
 21. Parra Henao, G., Angulo, V., Jaramillo, N., & Restrepo, M. (2009). Triatominos (Hemiptera: Reduviidae) de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Aspectos epidemiológicos, entomológicos y de distribución. *CES Med*, 23, 17-26.
 22. Angulo, V., & Esteban, L. (2011). Nueva trampa para la captura de triatominos en hábitats silvestres y peridomésticos. *Biomedica*, 31, 264-268.
 23. Quirós Gómez, Ó., Jaramillo, N., Angulo, V., & Parra Henao, G. (2017). Triatoma dimidiata en Colombia; distribución, ecología e importancia epidemiológica. *Biomédica*, 37, 274-285.
 24. Morocoima, A., Barroeta, R., Virguez, M., Roschman González, A., Chique, J., Ferrer, E., & Herrera, I. (2018). Infección natural por Trypanosoma cruzi en triatominos que habitan en la palma corozo (Acrocomia aculeta) en regiones del oriente de Venezuela. *Rev Peru Med Exp Salud Pública.*, 35(4), 563-572.
 25. Suárez Quevedo, Yazmin; Barbosa Vinasco, Hamilton Julian; Guitiérrez Garnizo, Sneider Alexander; Olaya Morales, Jenny Lorena; Zabala Gonzales, Daniel; Carranza Martinez, Julio Cesar; Guhl Nannetti, Felipe; Cantillo Barraza, Omar; Adolfo Vallejo, Gustavo (2020). Factores tripanolíticos innatos contra Trypanosoma rangeli y T. cruzi en la hemolinfa de triatominos: un estudio comparativo en ocho especies de vectores de la enfermedad de Chagas. *Ciencias Biomédicas*, 44(170), 88-104.
 26. Souza Bayao, T., Carmo Cupertino, M., Joseph Mayers, N., & Siqueira Batista, R. (2020). Una revisión sistemática de los aspectos diagnósticos y el uso de Trypanosoma rangeli como inmunógeno para la infección por Trypanosoma cruzi. *Revista de sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 53, 1-7.
 27. Hernández, I., Hernández, M., Gonzales, J., Gonzales, I., Zulueta, O., & Ramos, G. (2021). Evaluación del Umelisa Chagas con la incorporación de nuevos péptidos monoméricos y quiméricos representativos de diferentes regiones de Trypanosoma cruzi. *Biomédica*, 41(1), 1-23.
 28. Guhl, F. (2013). Epidemiología molecular de Trypanosoma cruzi. *Revista Española de Salud Pública*, 1-8.
 29. Pérez de Ayala Balzola, A. (Junio de 2010). LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN ESPAÑA: PARADIGMA DE UNA ENFERMEDAD EMERGENTE. Madrid: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID- FACULTAD DE MEDICINA-Departamento de Microbiología I.
 30. Fernandez, S., & Romero, M. (2020). Enfermedades Infecciosas: cuando los microorganismos ponen en riesgo a la salud. Tesis maestría Univerdiad de JAÉN, 1-108.
 31. Llorente, A. (2019). Enfermedades infecciosas milenarias que siguen afectando a América Latina. *BBC News Mundo*, 1-8.
 32. Ramos Ligonio, A. (2019). Enfermedad de Chagas: Una enfermedad desatendida. *Portafolio Doctorado ciencias Biomedicas*, 1-8
 33. Esteban, L., Montes, J. M., & Angulo, V. M. (2017). Diversidad de Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) en Santander, Colombia: implicaciones epidemiológicas. *Biomédica*(37), 42-52.
 34. Siqueira-Batista, R., Gomez, P., Rôças, G., Minardi Mítre Cotta, R., Cárdenas Nogueira Rubião, E., & Pissinatti, A. (2011). Chagas's disease and deep ecology: the anti-vectorial fight in question. *Cien Saude Colet*, 16(2), 677-687.
 35. González Tomé, M. I., López Hortelano, M., & Fregonese, L. (2018). *An Pediatr*, 88(3), 119-121.
 36. Organización Panamericana de la Salud. (2002). Relevamiento de insecticidas empleados por los Programas Nacionales de Control de la enfermedad de Chagas del Cono Sur de América. 2ª edición. Washington OPS/HCP/HCT/231/03. Obtenido de XIa. Reunión de INCOSUR.
 37. Palomino, M., Villaseca, P., Cárdenas, F., Ancca, J., & Maritza, P. (2008). eficacia y residualidad de dos insecticidas piretroides contra Triatoma infestans en tres tipos de viviendas. *EVALUACIÓN DE CAMPO en AREQUIPA, Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica.*, 25(1): 9-16.
 38. Costa, J., & Lorenzo, M. (2009). Biology, diversity and strategies for the monitoring and control of triatomines

- Chagas disease vectors. Mem Inst Oswaldo Cruz, 104, 46-51.
39. Fronza, G., & Mougabure, G. (2019). Estudio integral de la resistencia a insecticidas en *Triatoma infestans* (Reduviidae: Triatominae) del Gran Chaco. Buenos Aires: Tesis doctoral de la Universidad de Buenos Aires en el área de Ciencias Biológicas.
 40. Palomino S, M., León C, W., Valencia V, P., Cárdenas, F., & Ancca J, Y. (2007). EVALUACIÓN DE CAMPO DEL EFECTO RESIDUAL DE LA DELTAMETRINA SOBRE LA MORTALIDAD Y KNOCKDOWN EN *Triatoma infestans*, SEGÚN TIPO DE SUPERFICIE EN AREQUIPA, PERÚ. Rev Peru Med Exp Salud Publica, 24(2):136-43.
 41. Bertram, D. (1971). Attraction of Triatomine Bug Vectors of Chagas's Disease to Betalights. Nature, 231, 268.
 42. Cortés, L., & Suárez, H. (2005). Triatomines (Reduviidae: Triatominae) en un foco de enfermedad de Chagas en Talaigua Nuevo (Bolívar, Colombia). Biomédica, 25, 568-574.
 43. Torres, F., Angulo, V., & Reyes, M. (2013). Resistencia a lambda-dihaloctrina y fenitrotión en una población de campo de *Panstrongylus geniculatus* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). Revista de la Universidad Industrial de Santander. 45(6), 19-24.
 44. Pacheco-Tucuch, F., Ramírez-Sierra, M., Gourbière, S., & Dumonteil, E. (2012). Public Street Lights Increase House Infestation by the Chagas Disease Vector *Triatoma dimidiata*. (J. Pone, Ed.)
 45. Valente SAS, Valente VC, Pinto AYN, Barbosa CMJ, dos Santos MP, Miranda CO, Cuervo P, Fernandes O (2009). Analysis of an acute Chagas disease outbreak in the Brazilian Amazon: human cases, triatomines, reservoir mammals and parasites. Trans R Soc Trop Med Hyg 103: 291-297.
 46. Castro, M., Barrett, T., Santos, W., Abad-Franch, F., & Rafael, J. (2010). Attraction of Chagas disease vectors (Triatominae) to artificial light sources in the canopy of primary Amazon rainforest. Mem Inst Oswaldo Cruz, 105(8), 1061-1064.
 47. Lazzari, C. (1992). Circadian organization of locomotion activity in the haematophagous bug *Triatoma infestans*. J. Insect Physiol., 38(11), 895-903.
 48. Sjogren, RD y RE Ryckman. (1966). Epizootiología de *Trypanosoma cruzi* en el suroeste de América del Norte. Parte III. Vuelos nocturnos de *Triatoma protracta* (Uhler) como lo indican las recolecciones en trampas de luces negras. J. Med. Entomol. 3: 81 - 92.
 49. Noireau, F. y JP Dujardin. (2001). Vuelo y estado nutricional de *Triatoma sordida* y *Triatoma guasayana*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 96: 385 - 389.
 50. Minoli, S., & Lazzari, C. (2006). Take-off activity and orientation of triatomines (Heteroptera: Reduviidae) in relation to the presence of artificial lights. Acta Tropica, 97, 324-330.
 51. Carbajal de la fuente, A., Minoli, S., Lopes, C., Noireau, F., Lazzari, C., & Lorenzo, M. (2007). Flight dispersal of the Chagas disease vectors *Triatoma brasiliensis* and *Triatoma pseudomaculata* in northeastern Brazil. Acta Tropica, 101, 115-119.
 52. Rebollar, E., Reyes, F., Escobedo, J., Balam, P., & May, I. (2009). Abundancia y comportamiento de actividad nocturna de una población selvática de *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) de Yucatán, México. Revista de ecología vectorial, 304-310.
 53. Barghini, A., & Medeiros, B. (2010). Artificial Lighting as a Vector Attractant and Cause of Disease Diffusion. Environmental Health Perspectives, 118(11), 1503-1506.
 54. Otálora Luna, F., Inciarte, I., Páez Rondón, O., & Aldana, E. (2018). Ammonia and colors as attractants to *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae, Triatominae). Biomedicina, 30, 253-264.
 55. Indacochea, A., Gard, C. C., Hansen, I. A., Pierce, J., & Romero, A. (2017). Short-Range Responses of the Kissing Bug *Triatoma rubida* (Hemiptera: Reduviidae) to Carbon Dioxide, Moisture, and Artificial Light. Insects, 8(3), 90.
 56. Reisenman, C., Insausti, T., & Lazzari, C. (2002). Light-induced and circadian changes in the compound eye of the haematophagous bug *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae). The Journal of Experimental Biology, 2(205), 201-210.
 57. Reisenman, C., Lorenzo Figueiras, A., Giurfa, M. (2000). Interaction of visual and olfactory cues in the aggregation behaviour of the haematophagous bug *Triatoma infestans*. J Comp Physiol A 186, 961-968 (2000).
 58. Reisenman CE, Lazzari C. (2006). Spectral sensitivity of the photonegative reaction of the blood-sucking bug *Triatoma infestans* (Heteroptera: Reduviidae). J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol. Jan;192(1):39-44.
 59. Jácome-Pinilla, D., Hincapie-Peñalosa, E., Ortiz, M. I., Ramírez, J. D., Guhl, F., & Molina, J. (2015). Risks associated with dispersive nocturnal flights of sylvatic Triatominae to artificial lights in a model house in the northeastern plains of Colombia. Parasites & vectors, 8, 600.
 60. Casaccia, P., González-Britez, N., Acosta, N., & López, E. (2019). Vectores de *Trypanosoma cruzi* en ambientes domésticos y silvestres de las comunidades Ayoreo Totobiegosode del Alto Paraguay. Revista de la Sociedad Científica del Paraguay, 24(01), 218-229.
 61. Reyes, M., Angulo, V., & Sandoval, C. (2007). Efecto tóxico de -cipermetrina, deltametrina y fenitrotión en cepas de *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) y *Triatoma maculata* (Erichson, 1848) (Hemiptera, Reduviidae). Biomédica, 75-82.