



**ENFERMEDAD DE CHAGAS: REVISIÓN DOCUMENTAL SOBRE EL CONTROL
VECTORIAL, TRATAMIENTO, DIAGNÓSTICO EN EL LABORATORIO Y
EPIDEMIOLOGÍA ABORDADA DESDE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO

TRABAJO DE GRADO

BOGOTÁ, 2024



**ENFERMEDAD DE CHAGAS: REVISIÓN DOCUMENTAL SOBRE EL CONTROL
VECTORIAL, TRATAMIENTO, DIAGNÓSTICO EN EL LABORATORIO Y
EPIDEMIOLOGÍA ABORDADA DESDE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

ESTUDIANTES

MIGUEL ARTURO GÓMEZ MORA

MARÍA PAZ LEYTON SÁNCHEZ

ASESOR INTERNO

**NELSON ARTURO SALAZAR
BUITRAGO, M,Sc DLSHTM, Ph D**

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO

TRABAJO DE GRADO

BOGOTÁ, 2024

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de diversas maneras a la realización de este trabajo de grado. En primer lugar, agradecemos a nuestro director de tesis, Nelson Salazar por su orientación, apoyo y dedicación a lo largo de este proceso. Su experiencia y conocimiento fueron fundamentales para el desarrollo y la finalización de este proyecto.

Agradecemos sinceramente a nuestros compañeros de clase y amigos que brindaron su apoyo moral y su ánimo durante todo este período de estudio. Sus palabras de aliento y acciones fueron un impulso importante para superar los desafíos y obstáculos encontrados en el camino.

Asimismo, queremos expresar nuestra gratitud a nuestras familias por su inquebrantable apoyo, comprensión y paciencia durante este viaje académico. Su amor y sacrificio fueron nuestra mayor motivación para alcanzar este logro.

Finalmente, agradezco a todas las personas que participaron de alguna manera en este proyecto, ya sea proporcionando ánimos, facilitándonos información o brindando su tiempo. Su colaboración fue fundamental para el éxito de este trabajo de grado.

¡Gracias a todos!

TABLA DE CONTENIDO

Resumen ejecutivo	7
Introducción	8
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
1. Antecedentes	10
1.2 Epidemiología de la enfermedad de Chagas	10
1.3 Chagas y cambio climático	11
1.4 Esfuerzo global	12
1.5 Vectores y transmisión de Chagas	13
1.6 Fisiopatología y sintomatología de la enfermedad	13
1.7 Chagas y salud pública	14
2. Marco teórico	15
2.1 Introducción a la enfermedad de Chagas	16
2.2 Historia de la enfermedad	16
2.3 Epidemiología de la enfermedad en América Latina	16
2.4 Prevalencia de la enfermedad	19
2.5 Etiología de la enfermedad de Chagas	19
2.5.1 Biología del parásito causante: <i>Trypanosoma cruzi</i>	19
2.5.2 Ciclo de vida del parásito en los insectos vectores y en los seres humanos	20
2.5.3 Biología de los insectos vectores	21
2.6 Relación entre el cambio climático y la propagación de los vectores	23
2.6.1 Cambios en las condiciones climáticas y la distribución de los vectores del Chagas	23
2.6.2 Afectación de la propagación de la enfermedad por el cambio climático	26
2.6.3 Urbanización y deforestación como factores de transmisión	27
2.7 Avances en el diagnóstico de la enfermedad de Chagas	28
2.7.1 Métodos de diagnóstico actuales	29
2.7.2 Nuevas tecnologías y herramientas en el diagnóstico de la enfermedad	32
2.8 Avances en el control y la prevención de la enfermedad de Chagas	34
2.8.1 Estrategias actuales para el control y la prevención	34
2.8.2 Programa nacional para la prevención y control	36
2.9 Avances en el tratamiento de la enfermedad de Chagas	38
2.9.1 Medicamentos actuales y su efectividad	38
2.9.2 Investigación en nuevos tratamientos para la enfermedad	40
3. Diseño metodológico	43
3.1 Universo, población, muestra	43

3.2 Hipótesis, variables, indicadores	43
3.3 Técnicas y procedimientos.	44
4. Resultados	45
5. Discusión	48
6. Conclusiones	50
7. Bibliografía	50
8. Anexos	57

TABLA DE FIGURAS

Figura 1	9
Figura 2	10
Figura 3	17
Figura 4	19
Figura 5	20
Figura 6	22
Figura 7	22
Figura 8	24
Figura 9	45
Figura 10	45
Figura 11	46
Figura 12	46
Figura 13	47
Figura 14	47

TABLA DE TABLAS

Tabla 1	25
Tabla 2	40
Tabla 3	41

Resumen ejecutivo

En América Latina, el desafío persistente de la enfermedad de Chagas se ha vuelto una preocupación de salud pública. Esta enfermedad tropical desatendida afecta a millones de personas y representa una amenaza potencialmente mortal si no se aborda adecuadamente. Un aspecto importante de esta es la falta generalizada de diagnóstico y tratamiento, ya que, según datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Coalición Global de la Enfermedad de Chagas, menos del 10% de las personas que padecen la enfermedad han sido diagnosticadas y, de estos casos, menos del 1% recibe tratamiento.

Además, debido al cambio climático se pueden provocar cambios en la distribución geográfica de los vectores responsables de la transmisión, agravando esta problemática. Por lo cual es de importancia considerar su impacto durante la planificación e implementación de programas de salud pública destinados a combatir esta enfermedad.

En respuesta a estos desafíos, este proyecto propone una serie de soluciones y objetivos integrales. Se han explorado avances en el diagnóstico, control y tratamiento de la enfermedad, incluyendo la aplicación de nuevas tecnologías y la adaptación de estrategias a diferentes contextos de la transmisión, donde resalta la importancia de la cooperación internacional en la lucha contra esta y otras enfermedades tropicales desatendidas y su relación con los desafíos climáticos. El próximo paso es la implementación de estas soluciones y la continua investigación en este campo en constante evolución.

Palabras claves: Enfermedad de Chagas, Cambio climático, *Trypanosoma cruzi*, Epidemiología, Prevención, Tratamiento, Diagnóstico, Salud Pública, Transmisión vectorial.

Introducción

En los últimos años la tasa de calentamiento global ha aumentado durante las últimas décadas y según la comunidad científica, esto afecta directamente la salud a través de cambios a lo largo de las precipitaciones, la temperatura y por supuesto los extremos climáticos como lo son las olas de calor, los huracanes e inundaciones repentinas, también se habla de la calidad del aire y el aumento del nivel mar en las costas que afecta la disposición del suelo de las poblaciones. Por ello, el cambio climático es considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) una de las mayores amenazas para la salud humana. (1,2). Todos estos cambios tienen un impacto negativo de las enfermedades infecciosas en la salud y el bienestar, además de la combinación de múltiples factores impulsores, como por ejemplo la calidad en el servicio de salud pública, el acceso de agua potable, alimentos y el saneamiento deficiente (2). El análisis del cambio climático y su relación con las enfermedades infecciosas es cada vez más relevante debido a los efectos directos del cambio climático, puesto que no solo afecta la interacción entre patógenos y humanos, sino también entre patógenos y vectores que dependen de variables físicas y biológicas, ejemplo la transmisión vectorial del *Trypanosoma cruzi*, agente etiológico de la enfermedad de Chagas (EC) (3).

Esta parasitosis es una antropozoonosis endémica de América Latina, también llamada tripanosomiasis americana, la cual produce alteraciones a nivel cardiaco, intestinal y neurológico; es causada por el *Trypanosoma cruzi*, el cual es un hemoparásito protozoario que se transmite por los triatomíneos los cuales son comunes en las áreas rurales y de escasos recursos de Latinoamérica. (4) Sin embargo, existen casos de EC en Estados Unidos, Europa y Australia debido principalmente a migrantes, pero se ha demostrado que el vector es susceptible a la temperatura, por lo cual es relevante estudiar cómo el aumento de temperatura producto del cambio climático afecta la distribución de los vectores y por ende los nuevos casos de EC (3,5). Actualmente, se observa un aumento de zonas endémicas donde se transmiten la enfermedad por vectores como se puede observar en la Figura 1 a la izquierda en rojo se resaltan las áreas endémicas donde la enfermedad es transmitida por vectores en 2002, posteriormente a la derecha una década después se resaltó en amarillo las áreas donde ocasionalmente la enfermedad es transmitida por vectores, y por último en azul se destacan las áreas donde la transmisión es causada por donaciones de sangre o trasplantes de órganos en áreas no endémicas, esto debido principalmente de la migración de personas originarias de 49 áreas endémicas, también a pesar de los países contar con programas de vigilancia entomológica para el control de la transmisión de enfermedades como Chagas, la falta de recursos, seguimiento y la generación de resistencia

a estos insecticidas son agravantes para la situación, por ello se destaca la importancia de seguir investigando y tomando medidas para controlar, diagnosticar y prevenir su propagación (6).

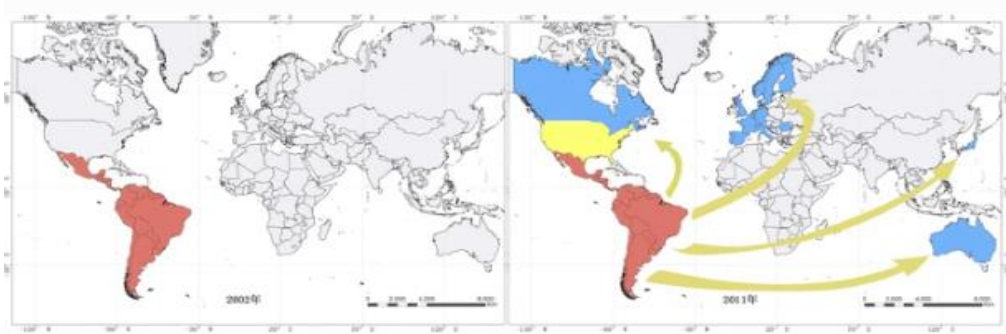


Figura 1 Tomado de: Liu Q, Zhou X-N. Preventing the transmission of American trypanosomiasis and its spread into non-endemic countries. *Infect Dis Poverty* [Internet]. 2015 [consultado el 1 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40249-015-0092-7>

La EC afecta alrededor de 6 millones de personas, principalmente en Latinoamérica, a pesar de ser una enfermedad que si se trata poco tiempo después de la infección puede ser curada, esto es debido a que es una enfermedad tropical desatendida, la cual se calculan una pérdida económica mundial de \$ 7.19 mil millones por año debido a costos médicos y disminución de productividad debido a una mortalidad temprana (4,5). Se transmite principalmente debido a que los triatominos defecan en la piel de la persona o animal que pican para alimentarse de su sangre. Si las heces del insecto están infectadas con *Trypanosoma cruzi*, el parásito puede entrar al cuerpo a través de la piel cuando la persona o animal se rasca o frota la picadura (5). Cabe resaltar que la picadura por sí misma no transmite la enfermedad, ya que también se pueden transmitir por transfusiones de sangre u órganos infectados, consumo de alimentos o bebidas contaminadas, por accidentes en un laboratorio o por transmisión vertical (7). Los vectores de la EC pertenecen al orden *Hemiptera* y comprenden 152 especies subdivididas en 16 géneros, se distribuyen principalmente en Latinoamérica, pero, existen especies de diferentes géneros en el viejo mundo, estos pueden habitar ambientes tropicales y templados como los de Colombia y Argentina respectivamente. En el pasado, los vectores de esta enfermedad han demostrado la capacidad de expandir su rango llegando a otros países, por medio de comercio marítimo o por medio de las aves, por lo cual, en un mundo globalizado, el calentamiento global y el cambio de rutas comerciales aumenta la migración de los insectos lo que conlleva el riesgo del aumento de la transmisión vertical (7).

Objetivo general

Revisar la literatura científica sobre los avances más recientes en el control vectorial, tratamiento y diagnóstico de la Enfermedad de Chagas desde el laboratorio, así como revisar la epidemiología de la enfermedad en el contexto del cambio climático.

Objetivos específicos

- Relacionar la influencia que tiene el cambio climático en la epidemiología de esta parasitosis a partir de la revisión de la literatura científica disponible en los últimos años.
- Describir los métodos más recientes para el diagnóstico de esta enfermedad, enfocado en técnicas de laboratorio, pruebas serológicas y moleculares.
- Revisar los avances más recientes en el tratamiento de esta parasitosis, incluyendo nuevos fármacos y terapias combinadas.
- Analizar y describir las estrategias actuales y futuras para el control vectorial de EC, teniendo en cuenta los efectos del cambio climático en su incidencia a nivel global y en los problemas existentes en países latinoamericanos.

1. Antecedentes

1.2 Epidemiología de la enfermedad de Chagas

La EC causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, es una enfermedad parasitaria endémica en América Latina, que fue descubierta en el año de 1909 por el médico brasileño Carlos Chagas, quien identificó el parásito y describió la enfermedad junto con un grupo de trabajadores (4). Desde su descubrimiento, la EC se ha reportado en los países de América Latina, incluyendo Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela, Brasil, Argentina y México. Estos tres últimos presentando más de un millón de casos estimados. Esto debido a la movilidad de la población en los últimos decenios, además se han detectado cada vez más casos en los Estados Unidos, en Canadá y en muchos países de Europa, como también casos documentados en Asia y el Pacífico Occidental, como se evidencia en la Figura 2 (13,14).

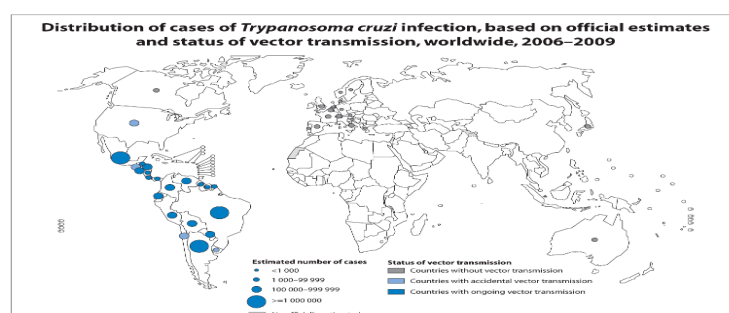


Figura 2 Tomado de WHO [Internet]. Who.int. [citado el 2 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://gamapsserver.who.int/mapLibrary/app/searchResults.aspx>

A lo largo de la historia, ha sido asociada con situaciones de pobreza, mala calidad de vida y falta de acceso a servicios de salud. A pesar de los esfuerzos para combatirla, la EC sigue siendo una amenaza para millones de personas en América Latina y en otros países. Donde se estima que alrededor de 6 a 7 millones de personas están afectadas en todo el mundo, y en cada año se producen unas 10.000 muertes debido a complicaciones de la enfermedad, donde en el año 2008 se registraron 11.000 defunciones (4,8). Sin embargo, la enfermedad sigue siendo un problema de salud pública importante para América Latina, en especial áreas rurales y periurbanas, por ello es importante seguir realizando mayores esfuerzos para prevenir y controlar la propagación de la enfermedad (4).

Colombia se considera un país endémico con regiones de alto riesgo como lo son los Llanos Orientales, el Valle del Río Magdalena, Boyacá, los Santanderes, la Serranía de Perijá, la Sierra Nevada de Santa Marta, la Amazonia y la Costa Atlántica, debido a las diversas formas de transmisión. Según las estimaciones de la OMS, hay unos 4,8 millones de personas en riesgo de infección; de estas, 438.000 están enfermas y se estima la aparición de 5.274 nuevos casos cada año. Y durante el periodo comprendido entre 2008 a 2012, la tasa de letalidad de esta parasitosis fue del 12,5%. Sin embargo, el 4 de octubre de 2019, el país recibió la certificación mundial de 66 municipios por haber interrumpido la transmisión vectorial de la enfermedad, un logro por los esfuerzos continuos de los gobiernos municipales, departamentales y nacionales realizados desde el año 2017 en 34 municipios, con el objetivo de brindar mejores condiciones de salud y equidad a los ciudadanos (15).

1.3 Chagas y cambio climático

El cambio climático es un fenómeno global que ha afectado a todo el planeta. Según modelos de predicción climática, se espera que, hacia finales del siglo XXI, la temperatura global aumente en un rango estimado de 0.3 °C y 4.8 °C (1). Este aumento en la temperatura se debe principalmente a las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente causada por la quema de combustibles fósiles. Estas emisiones han resultado en un incremento en la temperatura global y cambio en los patrones de precipitación, lo cual ha generado impactos significativos en la salud humana, y en la propagación de enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, incluyendo los insectos, que son sensibles a las condiciones climáticas (1,8).

Ahora, las enfermedades infecciosas han tenido un papel importante en la historia, con brotes que se registran desde la antigua Roma y Atenas, con epidemias como la peste negra en el siglo XIV que causó la muerte a una gran cantidad de población europea. Así como también los europeos llevaron enfermedades como el Sarampión y viruela a América, Australia y Sudáfrica, causando la muerte de poblaciones indígenas enteras y en tiempos recientes, el brote del Ébola en 2014-2016 y el brote del Zika. En la actualidad, el impacto directo del cambio climático en el hábitat, el cambio de los ecosistemas y combinado con la creciente presión antropogénica, afectan aún más la aparición y transmisión de las enfermedades infecciosas, especialmente, aquellas transmitidas por vectores artrópodos. Estos vectores son altamente sensibles a los cambios climáticos, ya que su desarrollo y supervivencia está influenciado por condiciones ambientales, y la replicación de los patógenos que transmiten se acelera a causa de las altas temperaturas (2). Con lo que respecta a los vectores, se ha demostrado que son susceptibles a la temperatura, por lo cual a causa del calentamiento producido por el hombre provoca un aumento del rango de dispersión de varios vectores, incluyendo los triatominos, o un aumento de la movilidad de los vectores de su entorno selvático a construcciones hechas por el hombre, o los humanos adentrándose más a zonas selváticas. A todo esto, toca añadir que el cambio climático, la deforestación, la migración, la urbanización, los vectores selváticos y su transmisión de enfermedades requieren ser abordados de modo que se integren las dimensiones económicas, sociales y ambientales que fomenten un desarrollo sostenible y a su vez que trate el problema de salud pública que es la EC al igual que otras enfermedades vectoriales (16).

1.4 Esfuerzo global

Hay que destacar que hay esfuerzos por los cambios sociales y políticos dentro de la sociedad en las últimas décadas, siguiendo el proceso de la globalización, dentro a la superación de las enfermedades desatendidas, donde la Ex directora general de la OMS dijo que “los esfuerzos para controlar las enfermedades tropicales desatendidas constituyen una estrategia a gran escala en favor de los pobres. La lógica ha cambiado: en lugar de esperar a que estas enfermedades desaparezcan gradualmente a medida que los países se desarrollan y mejoran las condiciones de vida, ahora se considera que un esfuerzo deliberado para hacerlas desaparecer es una ruta hacia el alivio de la pobreza que puede estimular el desarrollo socioeconómico” (17,18). Es decir, hay que considerar estrategias importantes para reducir la carga de enfermedades en las poblaciones más pobres y vulnerables, lo que puede mejorar el bienestar y su capacidad en la participación de la economía. Además, la eliminación de estas enfermedades puede hacer que

se liberen recursos que antes estaban destinados a combatirlos y se pueda utilizar para fines de productividad y desarrollo del país.

Por ello, la OMS hace recomendaciones de prevención y control con el objetivo de eliminar las enfermedades tropicales desatendidas, entre ellas la enfermedad de Chagas como problema de salud pública, a través de la agenda 2030 para el desarrollo Sostenible durante la Cumbre de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, un plan de acción para las personas, el planeta, la prosperidad y la paz, celebrada en septiembre de 2015 en la conferencia RIO+20 realizada en Brasil, donde se plantearon 17 metas. (16). Por un lado, los estudios ecológicos y epidemiológicos estiman que podrían tener un impacto relevante en la reducción de las parasitosis, donde se establece el esfuerzo y el compromiso con el mantenimiento de los espacios naturales propuesto en el Objetivo 13 las naciones unidas llamado acción por el clima, el cual corresponde a la adopción de medidas para combatir el cambio climático debido a que amenazan nuestra forma de vida y futuro del planeta, esto con el fin de reducir la expansión de la distribución geográfica de los triatomos y frenar la deforestación para la construcción de nuevos asentamientos en áreas endémicas (16,19).

1.5 Vectores y transmisión de Chagas

Los triatomos son insectos vectores del *Trypanosoma cruzi*, el agente etiológico de la enfermedad de Chagas. Su distribución se extiende por América Latina, con algunas especies encontradas fuera del continente y se considera al *Triatoma rubrofasciata* como el vector cosmopolita, el cual ha sido detectado en muchos países de Asia y África. Los triatomos son en su mayoría insectos hematofagos pertenecientes al orden *Hemiptera* y comprenden 152 especies distribuidas en 16 géneros. Habitan principalmente en Latinoamérica, en entornos que van desde regiones tropicales como hasta regiones templadas con inviernos fríos. En el Viejo Mundo, las especies del género *Linshcosteus* se encuentran en India, mientras que ocho especies del género *Triatoma*, especialmente el cosmopolita *T. rubrofasciata*, se encuentran en África, Oriente Medio, el sudeste asiático y en el Pacífico occidental. A través de su ciclo de vida hematofágico, los triatomos funcionan como vectores para protozoos no patógenos para el ser humano como *Trypanosoma rangeli* y patógenos como *Trypanosoma conorhini* y *T. cruzi* (5). El *T. cruzi* se transmite más comúnmente a través de las heces infectadas de los triatomos que ingresan al torrente sanguíneo humano. Sin embargo, también puede transmitirse a través de transfusiones de sangre, trasplantes de órganos e ingesta de alimentos infectados. Además,

se ha demostrado la transmisión parasitaria congénita o transmisión vertical. Se ha observado que el clima puede influir en la dinámica de transmisión, propagación geográfica y reemergencia de enfermedades transmitidas por vectores a través de diversas vías. Esto incluye efectos directos sobre el patógeno, el vector, los huéspedes no humanos y los humanos. El cambio climático puede alterar hábitats completos de ecosistemas incluidos los hábitats urbanos, en los que los vectores o los huéspedes no humanos pueden prosperar o fracasar. Debido a lo anterior y a que los triatominos y otros vectores son ectotermos, se espera que la abundancia de vectores, la supervivencia y la actividad de alimentación aumente junto con la temperatura, al igual que la tasa de desarrollo del patógeno dentro del vector (20).

1.6 Fisiopatología y sintomatología de la enfermedad

La EC se presenta en tres fases distintas: aguda, indeterminada y crónica. Después de un período de incubación de 7 a 15 días en el caso de la transmisión vectorial y alrededor de 30 a 40 días en la transmisión por transfusión, comienza la fase aguda de la enfermedad, que dura de seis a ocho semanas. En general, la fase aguda se resuelve por sí sola sin necesidad de intervención terapéutica, lo que lleva al paciente a convertirse en un portador crónico de la infección. Como resultado, la mayoría de los pacientes desarrollan la forma indeterminada de la enfermedad, que se caracteriza por la falta de síntomas o signos de afectación cardíaca o del tracto digestivo, y sin alteraciones en el electrocardiograma o radiografía de tórax, pero con seropositividad para *T. cruzi*. Aunque la mayoría de los pacientes no muestran signos tempranos, durante esta fase pueden ocurrir síntomas inespecíficos en la fase aguda, que incluyen fiebre, malestar, dolor muscular, hepatoesplenomegalia, anorexia, vómitos y diarrea. En algunos casos, pueden presentarse signos en el sitio de la infección como el signo de Romana y chagomas (21,22). Décadas después de las fases aguda e indeterminada, menos de la mitad de los pacientes desarrollan el compromiso cardíaco y/o gastrointestinal durante la fase crónica, las manifestaciones gastrointestinales ocurren entre un 15 a 20% de los pacientes, incluyendo la dilatación del tracto gastrointestinal, principalmente del esófago y del colon. Se estima que la miocardiopatía crónica de Chagas afecta al 20-30% de los pacientes infectados y puede presentar una amplia variedad de síntomas cardíacos (21).

1.7 Chagas y salud pública

En lo que respecta a EC se estima que más de 25 millones de personas están en riesgo de contraer la enfermedad en todo el mundo y aproximadamente 8 millones están infectados, la enfermedad es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad crónicas en América Latina, y es la tercera enfermedad parasitaria más prevalente en el mundo después de la malaria y la esquistosomiasis (23). En varios países de la región se creó un programa nacional de control y prevención de Chagas, en el caso de Colombia este se diseñó enfocándose en la lucha anti vectorial, el control transfusional mediante el tamizaje obligatorio de los donantes, en control de la transmisión congénita, el tratamiento de los pacientes infectados y mejoramiento de las viviendas rurales en áreas endémicas. Además, este programa identificó a los departamentos de Arauca, Casanare, Cundinamarca, Norte de Santander y Santander como departamentos de alto riesgo de transmisión vectorial mediante una fase exploratoria (24). La prevención de la EC consiste principalmente en controlar la transmisión vectorial, al igual que tener precaución en la donación de sangre y órganos para evitar su transmisión. Para ello es importante educar a las poblaciones para que eviten vivir en casas que por sus condiciones sean propicias a ser infestadas con triatominos, a utilizar repelentes, insecticidas y evitar el consumo de alimentos o bebidas contaminadas. Es importante ofrecer exámenes médicos a las personas migrantes de América Latina, especialmente a mujeres en edad fértil y niños con madres de áreas endémicas. Un diagnóstico temprano es crucial tanto en áreas endémicas como no endémicas (25).

El diagnóstico se divide en diferentes etapas. Para detectar el parásito en las etapas aguda y congénita, se realiza una visualización directa de tripomastigotes en la sangre u otros líquidos corporales usando formatos simples como por ejemplo el uso de sangre fresca en una lámina de vidrio para posteriormente ser analizada en el microscopio, por otro lado, también se emplean métodos indirectos como el xenodiagnóstico, que se basan en la proliferación de parásitos en animales o en sistemas de cultivo in vitro. Los métodos parasitológicos indirectos, como la PCR, son más sensibles que los métodos de concentración y se utilizan para el diagnóstico de transmisión congénita. En cambio, en la fase crónica, el diagnóstico se basa en pruebas serológicas que detectan anticuerpos IgG contra *T. cruzi*, para ello se necesitan al menos dos pruebas serológicas con diferentes antígenos para confirmar el diagnóstico. Aun así, a pesar de los diagnósticos altamente sensibles y específicos, la falta de instalaciones equipadas y personal capacitado en áreas alejadas de los laboratorios de referencia limita su uso. Por lo cual se necesitan algoritmos más prácticos para proporcionar diagnósticos en el punto de atención (25, 27)

En cuanto al acceso al tratamiento es una gran problemática en algunas zonas endémicas, el benznidazol es generalmente el medicamento esencial y de primera línea para la enfermedad según la OMS, aún así, han habido fallas en la producción y distribución de este medicamento por parte del Laboratório Farmacêutico de Pernambuco, una empresa pública brasileña que en 2011 dejó a miles de pacientes sin tratamiento por esta problemática, debido a esto en Argentina surgió una asociación público-privada para mejorar la producción y distribución de este medicamento en la región (11). En el caso de Estados Unidos, el tratamiento está limitado por barreras financieras, organizacionales y de comportamiento por parte de la población, la falta de conciencia, de un seguro de salud, la preferencia a medicinas tradicionales, la falta de disponibilidad de pruebas diagnósticas y de financiamiento son las grandes problemáticas que enfrentan especialmente los migrantes, por ello se necesita un mayor esfuerzo para aumentar la conciencia pública sobre la enfermedad de Chagas y mejorar la vigilancia en las áreas donde vive la población de riesgo, además de incentivar el monitoreo de la función renal y hepática de los pacientes para ver tanto la respuesta al tratamiento como el posible daño a estos órganos ya sea por la toxicidad del tratamiento o por el mismo parásito (23).

2. Marco teórico

2.1 Introducción a la enfermedad de Chagas

Esta parasitosis, también conocida como tripanosomiasis americana, es una zoonosis descrita en Brasil, en 1909, que afecta cerca de 20 millones de personas distribuidas en todos los países de América, y debido a las migraciones, ahora se considera una enfermedad global. El agente causal de esta afección es el *Trypanosoma cruzi* y puede transmitirse a través de diversas vías, incluyendo la transmisión vectorial, por medio de los triatominos, congénita, transfusional, oral, accidentes de laboratorio, trasplantes y lactancia (28).

2.2 Historia de la enfermedad

El origen de la EC se remonta a la prehistoria, a través del estudio de cuerpos momificados. Mediante técnicas moleculares, se ha encontrado ADN del parásito en momias chilenas y peruanas entre los años 9000-500 a.C. Además, se ha reportado la presencia del parásito en una momia en Texas-Coahuila, Estados Unidos, fuera de América del Sur. Esta momia presentaba megacolon, una patología característica de la enfermedad de Chagas; con estos hallazgos arqueológicos se demuestra que la enfermedad tiene una larga historia y una amplia distribución

geográfica (16). La EC descubierta hace más de ochenta años, continúa siendo un grave problema de salud pública en América Latina, así como en Colombia. Esta enfermedad está estrechamente vinculada a la extrema pobreza que sufre la población en las áreas periféricas de las ciudades y en las zonas rurales. El Dr. Carlos Justiniano Ribeiro das Chagas, médico brasileño, descubrió la enfermedad en 1909. Durante su investigación, encontró insectos hematófagos conocidos como triatominos en la población de Lassance, Brasil. Posteriormente, identificó la presencia de tripanosomas, el parásito *Trypanosoma cruzi*, en la sangre de una niña enferma (29). Estos hallazgos condujeron al reconocimiento de una nueva tripanosomiasis humana, la enfermedad de Chagas. A lo largo de los años, se realizaron investigaciones adicionales en Argentina, donde se encontraron los primeros casos de la enfermedad en 1924. El Dr. Salvador Mazza fue uno de los principales investigadores en Argentina, y su trabajo contribuyó a un mayor entendimiento de la enfermedad. En Colombia comienza en el año 1928, cuando César Uribe Piedrahita realiza el primer reporte de la enfermedad de Chagas al describir el parásito en el tubo digestivo de un ejemplar de *Rhodnius prolixus*, y en el mismo año, el Dr. Ignacio Moreno Pérez observa en sangre humana un parásito compatible con *T. cruzi* (30).

2.3 Epidemiología de la enfermedad en América Latina

La EC, originalmente prevalente en México, centro y sur América, ha experimentado importantes cambios en su distribución geográfica debido a las migraciones a países fuera del continente, los cambios sociales que han llevado a la población a trasladarse a áreas urbanas, y el creciente interés de los gobiernos regionales e internacionales en la implementación de medidas preventivas y el tratamiento de esta y otras enfermedades vectoriales, esto debida a iniciativas de países de Centroamérica, andinos y del Amazonas, donde los mayores avances han sido en el cono sur, como se puede observar en la Figura 3 los diferentes programas nacionales para la prevención y control de la enfermedad han logrado en varias regiones interrumpir la transmisión por el vector (31).

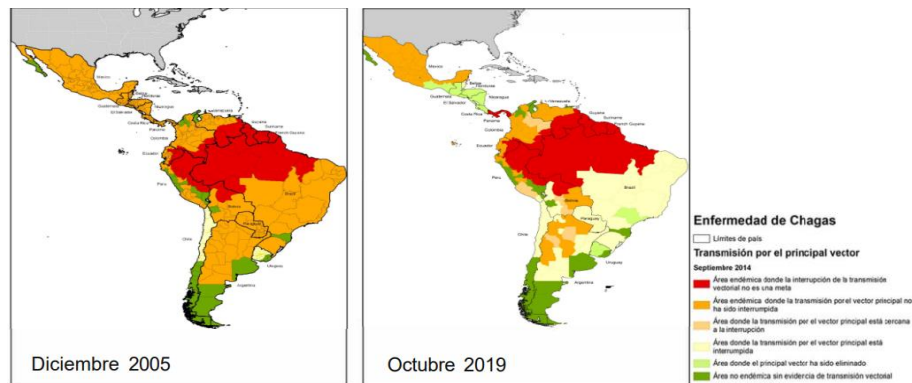


Figura 3 Tomado de Ruiz F. Epidemiología de la enfermedad de chagas [Internet]. docta.ucm.es. 2015 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/Francisco%20Ruiz%20Lander.pdf>

En la última década, se han observado cambios epidemiológicos significativos en la aparición de casos por fuera de Latinoamérica, esto debido especialmente a los fenómenos de migración que se desarrollan en la región. Estos cambios han llevado a que la enfermedad se haya extendido a países que previamente no eran considerados endémicos. Los datos geoespaciales recopilados entre 2002 y 2011 han revelado la presencia de la EC en países fuera de América Latina, lo que demuestra su expansión más allá de las regiones donde solía ser prevalente (4). Estos hallazgos han generado la necesidad de una mayor conciencia y acción a nivel global para prevenir, controlar y tratar EC en áreas no endémicas. Como se observa en la Figura 1 los países en azules son no endémicos donde la aparición de casos es debido a transfusión de sangre o trasplante de órganos provenientes de personas infectadas, en el caso de los Estados Unidos estos se dan por transmisión vectorial ocasionalmente, pero debido al aumento de las temperaturas por el cambio climático pueden aumentar las transmisiones, ya que se ha demostrado que los insectos triatomíneos son susceptibles a la temperatura, por lo cual se espera un aumento del rango de dispersión de varios vectores, volviéndose endémico en nuevas áreas (6,12).

La cadena epidemiológica de la EC empieza con el agente causal, el protozoo *Trypanosoma cruzi* transmitido por insectos triatomíneos infectados, como podemos observar en la Figura 4, también conocidos como "chinchas besuconas" o "vinchucas". Estos insectos actúan como vectores y se encuentran principalmente en áreas rurales y periurbanas de América Latina, habitando en grietas de viviendas precarias. La transmisión ocurre cuando el triatómino infectado por el parásito pica a una persona o animal y defeca cerca del sitio de la picadura, esto produce picazón en el área, lo cual provoca que el individuo al rascarse o frotarse la zona, ayude a introducir el parásito en la piel a través de las mucosas o las micro heridas que resultan

del rascado. Además de la transmisión vectorial, la enfermedad de Chagas puede transmitirse de madre a hijo durante el embarazo, por transfusiones sanguíneas, trasplante de órganos y, en raras ocasiones, a través de alimentos contaminados. Los seres humanos y otros mamíferos son huéspedes susceptibles, y aquellos que viven en áreas endémicas, en condiciones de pobreza y con falta de acceso a servicios de salud adecuados, tienen un mayor riesgo. Interrumpir la cadena epidemiológica implica prevenir y controlar los triatominos, diagnosticar y tratar tempranamente los casos infectados, y tomar medidas para evitar la transmisión vertical, transfusional y por otras vías no vectoriales (31).

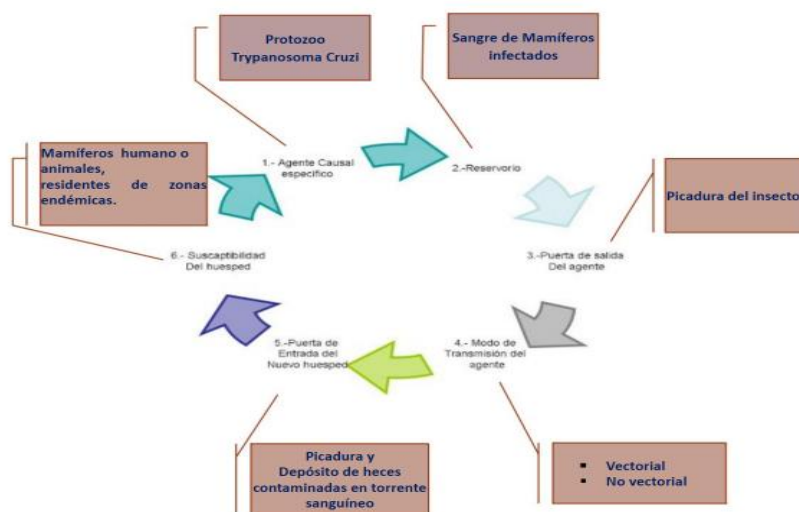


Figura 4 Tomado de Vcent HM. Cadena epidemiológica enfermedad chagas [Internet]. Issuu. 2017 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: https://issuu.com/mauriciovcent/docs/cadena_epidemiologica_enfermedad_ch

2.4 Prevalencia de la enfermedad

La prevalencia de la EC es compleja y varía ampliamente en términos de distribución geográfica y patrones de transmisión. Los principales vectores de transmisión son los insectos triatominos, que se encuentran en áreas rurales y periurbanas. La prevalencia de la enfermedad varía según la región, siendo más alta como ya mencionamos en áreas rurales y en comunidades con condiciones socioeconómicas desfavorables. Factores como la pobreza, la vivienda precaria y la falta de acceso a servicios de salud adecuados contribuyen a la propagación y persistencia de la enfermedad (20).

En Colombia, hay entre 700,000 y 1,200,000 habitantes infectados y 8,000,000 en riesgo de adquirir la enfermedad. Las áreas afectadas incluyen el valle del río Magdalena, la región del

Catatumbo, la Sierra Nevada de Santa Marta, el piedemonte de los Llanos Orientales y la Serranía de la Macarena. Estas regiones requieren atención especial para controlar la enfermedad, especialmente en la infestación domiciliar por triatomíneos, el riesgo de transmisión por triatomíneos no domiciliados y los brotes de transmisión oral. Es necesario abordar estas regiones que presenten factores de riesgo para proteger la salud de estas poblaciones (32).

2.5 Etiología de la enfermedad de Chagas

2.5.1 Biología del parásito causante: *Trypanosoma cruzi*

Clasificación científica

Dominio: *Eucariota*

Filo: *Euglenozoa*

Clase: *Kinetoplastea*

Orden: *Trypanosomatida*

Familia: *Trypanosomatidae*

Género: *Trypanosoma*

Especie: *T. cruzi*

La familia *Trypanosomatidae* comprende parásitos que afectan a vertebrados, invertebrados y plantas. Uno de estos parásitos es el *Trypanosoma cruzi*, responsable de la enfermedad de Chagas, que es endémica en América central y sur (33). Es *T. cruzi* es un protozoo heterogéneo, cuyas formas pueden ser fácilmente identificadas bajo el microscopio. La definición de estas formas se basa en la apariencia general de la célula, la posición del kinetoplasto (donde se encuentra el ADN mitocondrial) en relación con el núcleo, y la región donde el flagelo emerge del bolsillo flagelar como se observa en la Figura 5 (34). Según estos criterios, se han identificado las siguientes formas: amastigote, tripomastigote metacíclicos, epimastigote y tripomastigote de torrente sanguíneo (35). La reproducción es principalmente asexual por división binaria, pero también puede ocurrir hibridación natural y reproducción sexual (33).

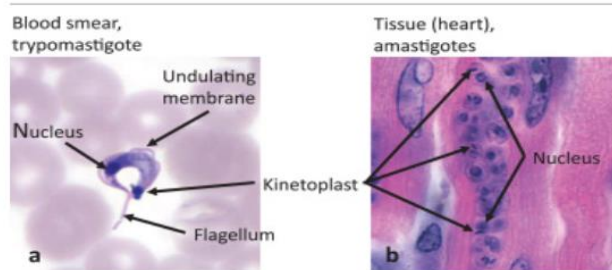


Figura 5 Guarner J. Chagas disease as example of a reemerging parasite. Semin Diagn Pathol [Internet]. 2019;36(3):164–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740257019300401>

Actualmente, *T. cruzi* es una especie heterogénea que se divide en seis unidades de tipificación discreta (DTU). Cada DTU consiste en parásitos genéticamente similares, con características similares en término de patología, bioquímica, inmunogenicidad y resistencia al tratamiento (34). En las naciones ubicadas al norte del cono sur, TcI y TcII son las Unidades de Tipificación Discretas más comunes en seres humanos, vectores y reservorios. En el caso específico de Colombia, se puede observar que TcI y TcII son las DCU más prevalentes en el insecto de *Rhodnius prolixus* (1).

2.5.2 Ciclo de vida del parásito en los insectos vectores y en los seres humanos

El ciclo de vida del *T. cruzi* abarca diversas, etapas morfológicas que se adaptan a diferentes ambientes presentes en el insecto vector, así como en mamíferos y huéspedes humanos (37). En los mamíferos, el parásito se encuentra en forma de tripomastigote de torrente sanguíneo en la sangre, los cuales son infectivos. Estos tripomastigotes invaden diferentes células y se transforman en amastigotes replicativos, es decir, que se multiplican dentro del citoplasma de las células huésped. En el vector, el *T. cruzi* presenta etapas de epimastigotes replicativos y tripomastigotes metacíclicos infecciosos (36). La transmisión del *T. cruzi* ocurre a través de la picadura de un insecto vector triatomino infectado. Durante su alimentación de sangre, el insecto libera tripomastigotes metacíclicos en sus heces cerca del lugar de la herida. Estos tripomastigotes pueden ingresar al huésped a través de la herida de la picadura, o por la mucosa conjuntiva. Una vez dentro del huésped, los tripomastigotes invaden las células cercanas al sitio de infección y se transforman en amastigotes intracelulares. Los amastigotes se multiplican por fusión binaria y luego se diferencian en tripomastigotes que son liberados en la circulación sanguínea. Estos tripomastigotes infectan células de diversos tejidos y se convierten nuevamente en amastigotes. El ciclo de replicación de los tripomastigotes en la sangre se detiene y solo se reanuda cuando los parásitos ingresan a una nueva célula o son ingeridos por otro vector. El triatomino se infecta al alimentarse de sangre humana o animal que contiene

tripomastigotes circulantes. Dentro del vector, los tripomastigotes se transforman en epimastigotes en el intestino medio, donde se multiplican y se diferencian en tripomastigotes metacíclicos infecciosos. Además de la transmisión a través de la picadura de la vinchuca, existen otras vías menos comunes de transmisión del *T. cruzi*, como transfusiones sanguíneas, trasplante de órganos, transmisión transplacentaria y transmisión por alimentos contaminados con el insecto vector o sus heces. (38).

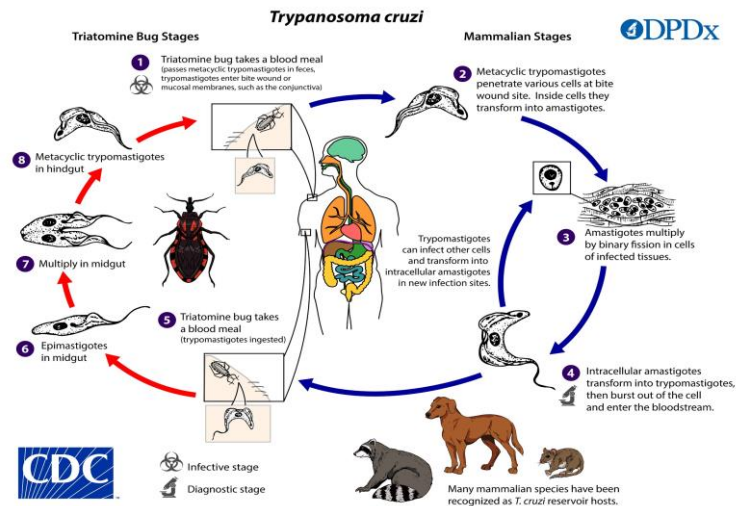


Figura 6 American trypanosomiasis [Internet]. Cdc.gov. 2021 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/dpdx/trypanosomiasisamerican/index.html>

2.5.3 Biología de los insectos vectores

Hay tres vectores principales del *T. cruzi*: *Triatoma infestans*, *Rhodnius prolixus* y *Triatoma dimidiata*. Estos insectos conocidos a través de diversos nombres en diferentes regiones de América Latina como Chinchas, Vinchuca, Chinchorro, Pitos, entre otros, (34) se sienten atraídos por las superficies húmedas de la mucosa del huésped, estos insectos son pertenecientes al grupo de los exopterigotos, que pasan por cinco etapas ninfales, como se evidencia en la figura 7, antes de convertirse en adultos y las alas solo son evidentes en las últimas etapas. A diferencia de los insectos con metamorfosis completa, los triatominos tienen una metamorfosis incompleta y la duración del desarrollo puede variar según la especie y las condiciones ambientales, tomando alrededor de 5-6 meses a temperaturas entre 20 °C y 30 °C. Durante su desarrollo, las ninfas se alimentan de sangre de vertebrados, lo que les permite infectarse y transmitir el parásito *T. cruzi*. (39,40).



Figura 7 CDC. Triatomine Bug FAQs [Internet]. Focus Daily News. 2020 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: https://www.cdc.gov/parasites/chagas/gen_info/vectors/index.html

Los huevos de los triatominos son elipsoides y tienen un opérculo. La forma del opérculo puede servir para diferenciar especies y, en algunos casos, incluso microhábitats o comunidades específicas. Los huevos pasan por distintos cambios de color hasta que alcanzan la madurez y eclosionan, lo que suele ocurrir entre 10 y 40 días después de la oviposición. El tiempo de desarrollo de un ciclo de vida de triatominos puede variar desde unos pocos meses hasta más de un año, dependiendo de factores como la densidad de población y la temperatura ambiente (39).

Los insectos se encuentran en muchas áreas de América del Sur y Central. Sin embargo, el contacto de las personas con el vector se observa con mayor frecuencia en las comunidades rurales, donde las casas tienen techos de paja. Algunos autores argumentan que el vector ya habita en el área sur de Estados Unidos como Texas, donde se han reportado los triatominos en las viviendas producto de las condiciones climáticas y la presencia de comunidades de inmigrantes de países endémicos que viven en condiciones de vida precarias (34,40 y 41).

2.6 Relación entre el cambio climático y la propagación de los vectores

El clima comprende una variedad de condiciones atmosféricas, como la lluvia, la temperatura, la humedad y los vientos, entre otros factores. Estas condiciones desempeñan un papel fundamental en la existencia y adaptación de los seres vivos. Por esta razón los cambios climáticos tienen un impacto directo o indirecto en los patrones de la enfermedad, desempeñando un papel creciente en la emergencia de nuevas enfermedades infecciosas, así como en la reaparición y distribución de infecciones que alguna vez fueron olvidadas. Estos cambios son especialmente significativos en los países ubicados cerca de los trópicos, donde están situados la mayoría de los países de Latinoamérica. Ahora, con el aumento de las

temperaturas globales y las precipitaciones, se presencia un incremento en la incidencia y la distribución geográfica de estas enfermedades (40).

2.6.1 Cambios en las condiciones climáticas y la distribución de los vectores del Chagas

Los cambios en las condiciones climáticas productos del calentamiento global han demostrado tener un impacto significativo en la distribución de los vectores del Chagas. Estos vectores, como los triatominos, son sensibles a factores ambientales como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de recursos. A medida que el clima se vuelve más cálido y húmedo, algunas áreas pueden volverse más propicias para la supervivencia y reproducción de los vectores, lo que podría ampliar su rango geográfico. Además, los cambios en los patrones de lluvia y la alteración de los ecosistemas naturales pueden afectar la presencia y la densidad de estos insectos. Por lo tanto, es crucial monitorear y comprender cómo los cambios en el clima pueden influir en la distribución de los vectores del Chagas como se observa en la Figura 8 donde mediante modelos binarios se realiza proyecciones donde se destacan las áreas con condiciones climáticas más propensas a albergar diferentes especies de triatominos. Al ver el posible gran alcance que tienen los triatominos es crucial el implementar estrategias efectivas de control y prevención de la enfermedad. (5)

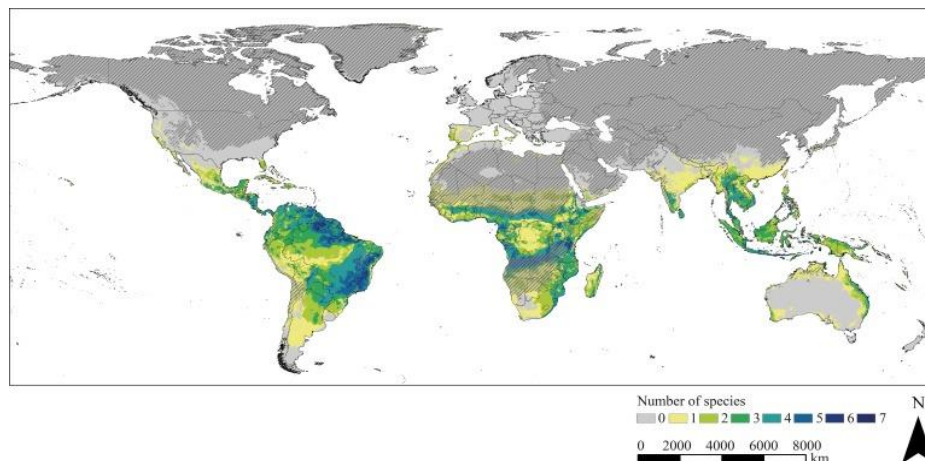


Figura 8 Eberhard FE, Cunze S, Kochmann J, Klimpel S. Modelling the climatic suitability of Chagas disease vectors on a global scale. eLife [Internet]. 2020 May 6 [citado 2023 Apr 23];9. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7237218/>

Las temperaturas más altas afectan el ciclo de vida y la reproducción de los vectores, acelerándose, atribuido, a un aumento en la tasa metabólica. Esto incrementa la frecuencia de alimentación del vector y su capacidad de invadir viviendas, aumentando las interacciones con

los seres humanos y el riesgo de transmisión de la enfermedad. Sin embargo, se ha observado que el aumento de la temperatura puede reducir la vida útil del vector y fortalecer su respuesta inmune contra el parásito *T. cruzi*. (42). Por otro lado, según los resultados obtenidos en análisis científicos, el aumento de la temperatura de 26 °C a 30 °C tuvo efectos en la duración del ciclo vital, la capacidad reproductiva del insecto y el desarrollo del parásito, donde las formas infectivas de TcI y TcII aparecían más rápido a 30 °C y el número de formas infectivas para TcI fue mayor en comparación con TcII; sin embargo, se observó un incremento en el número de formas infectivas de TcII a 30 °C, lo que sugiere que la temperatura podría influir en la capacidad del vector para transmitir el *T. cruzi*.

Esto indica que el cambio climático podría aumentar la probabilidad de infección con *T. cruzi* a nuevas regiones debido al desplazamiento de los vectores a nuevas áreas que presenten sus condiciones climáticas adecuadas, como se observa en la Tabla 1 donde se encuentra la distribución actual de las 10 especies de triatomíneos más relevantes y a que posible nuevas regiones puedan habitar a causa del cambio climático, aun así, se necesitan más estudios para comprender mejor los impactos de los factores climáticos y ecológicos en las interacciones entre el parásito y el vector, y así, predecir con mayor precisión el futuro de la enfermedad. (1)

	Especie	Distribución actual del vector	Posible distribución futura del vector	Condiciones climáticas	Referencias
1	<i>Triatoma infestans</i>	Centro América, América del Sur, principalmente en Argentina, Bolivia, Paraguay y algunas áreas de Brasil y Uruguay.	Cono Sur de América, partes de Brasil, Bolivia y Perú, México, el Caribe y Florida (EE. UU.), el Sur de África, partes de la Península Arábiga, el Oeste y Sur de Australia, Nueva Zelanda y en Europa: Portugal, España, Francia, Italia, Grecia, Irlanda y Gran Bretaña	Regiones templadas y semiáridas	5, 43
2	<i>Triatoma sordida</i>	América del Sur, especialmente en países como Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay.	Cono Sur de América, partes de Brasil, Bolivia y Perú, México, el Caribe y Florida (EE. UU.), el Sur de África, partes de la Península Arábiga, el Oeste y Sur de Australia, Nueva Zelanda y en Europa: Portugal, España, Francia, Italia, Grecia, Irlanda y Gran Bretaña	Regiones templadas y semiáridas	5
3	<i>Triatoma brasiliensis</i>	Brasil	Norte y sur de África Central y Sur de África Occidental.	Clima seco y húmedo de sabana	5, 43
4	<i>Triatoma maculata</i>	Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam y la Guayana Francesa	Norte de Brasil, Perú, África central y partes del sudeste asiático (Malasia, Indonesia, Filipinas, Nueva Guinea)	Clima principalmente tropical	5

5	<i>Triatoma dimidiata</i>	Sur de México, centroAmérica, Colombia, Ecuador y norte de Perú	Regiones tropicales de América del Sur, América Central, el Caribe, África Central y Oriental, el este de Madagascar, el sur de la India y Sri Lanka y en todo el sudeste asiático	Clima tropical húmedo	5, 43, y 44
6	<i>Rhodnius brethesi</i>	Colombia, Brasil y Venezuela	Región amazónica en América del Sur y el sudeste asiático (Indonesia, Malasia, Nueva Guinea)	Clima tropical húmedo ecuatorial	2, 45 y 46
7	<i>Panstrongylus geniculatus</i>	desde el sur de México hasta al norte de Argentina contando islas del Caribe	regiones tropicales de América del Sur, América Central, el Caribe, África Central y Oriental, el este de Madagascar, el sur de la India y Sri Lanka y en todo el sudeste asiático	Clima tropical húmedo	5, 43, 45, 46
8	<i>Panstrongylus megistus</i>	Desde el sur de México hasta el norte de Argentina	Regiones tropicales de América del Sur, América Central, el Caribe, África Central y Oriental, el este de Madagascar, el sur de la India y Sri Lanka y en todo el sudeste asiático	Clima tropical húmedo	5,46
9	<i>Rhodnius prolixus</i>	Centroamérica, Colombia y Venezuela	Regiones tropicales de América del Sur, América Central, el Caribe, África Central y Oriental, el este de Madagascar, el sur de la India y Sri Lanka y en todo el sudeste asiático	Clima tropical húmedo	5,44
10	<i>Rhodnius ecuadoriensis</i>	Ecuador	Oeste de Ecuador, partes de Indonesia, Malasia y Papúa-Nueva Guinea, así como en la cuenca del Congo	Clima tropical húmedo ecuatorial	5

Tabla 1 Posible expansión de las especies de Triatominos: Distribución Actual y Posible Futura.

2.6.2 Afectación de la propagación de la enfermedad por el cambio climático

La enfermedad es responsable de alrededor de 45 mil muertes anuales y afecta entre el 6-7 millones de personas en América Latina y en el mundo. Se espera que los cambios en la distribución de estos vectores debido al cambio climático modifiquen los patrones de riesgo de la enfermedad, incluyendo posibles expansiones de alto riesgo en zonas no endémicas.

Con base en investigaciones, se ha determinado que el sur de los Estados Unidos presenta alta vulnerabilidad a los brotes de enfermedades transmitidas por vectores. Esta situación se debe a diversos factores sociales, como su frontera con México y la actividad migratoria en la región, lo cual ha contribuido al aumento de la distribución geográfica de la enfermedad de Chagas. Para abordar esta problemática, en el estudio, se utilizó un modelo de distribución de especies basado en algoritmos de aprendizaje automático, y plataformas de sistema de información

geográfica para predecir las áreas donde los vectores (*Triatoma gerstaeckeri* y *T. sanguisuga*), responsable de la transmisión del parásito *Trypanosoma cruzi* podrían habitar debido al cambio climático en el año 2050, y los resultados indican que ambos vectores podrían experimentar desplazamientos en su distribución hacia el noroeste de los Estados Unidos, siendo *T. sanguisuga* el que muestra una mayor capacidad de dispersión y establecimiento en áreas como Michigan y New York. Además, se discute la correlación entre el aumento de la temperatura y el riesgo potencial de enfermedad de Chagas, y se menciona que *T. sanguisuga*, a pesar de no considerarse un vector eficiente para transmitir el parásito a los humanos, representa una amenaza significativa en el noreste de los Estados Unidos (47).

Lo mismo se realizó en Chile, se utilizaron modelos de distribución de especies utilizando variables climáticas para evaluar su idoneidad climática actual y predecir su distribución potencial en escenarios climáticos futuros, para las especies triatominas *Mepraia spinolai* y *Mepraia gajardoi*. Los resultados mostraron que *M. spinolai* prefiere áreas con precipitaciones moderadas y temperaturas cálidas, pero no extremas (por debajo de los 24°C). Por otro lado, *M. gajardoi* se encuentra principalmente en áreas costeras con temperaturas y humedad estables, además, también se ha reportado la presencia de otra especie de *Mepraia* como *M. parapatrica*, lo que sugiere que estas especies podrían estar coexistiendo o incluso hibridando en esta área. En resumen, se proyecta que la distribución potencial de ambas especies aumentará en escenarios climáticos futuros, aunque con una disminución en áreas de menor riesgo (48).

En otro estudio se evaluó el impacto del cambio climático en la distribución y transmisión de enfermedades transmitidas por vectores, en particular la enfermedad de Chagas, causada por el parásito *T. cruzi* y transmitida por triatominos con las especies *Rhodnius prolixus* y *Triatoma infestans*, en Venezuela y Argentina, respectivamente, donde utilizaron modelos de nicho ecológico para predecir la idoneidad climática actual y futura de las especies, considerando variables climáticas como la temperatura y la precipitación. Se determinó que las variables relacionadas con la temperatura fueron importantes para determinar la idoneidad climática de ambas especies, siendo las temperaturas mínimas de los meses más fríos las más relevantes. Sin embargo, para *R. prolixus*, las variables de precipitación también tuvieron influencia en su idoneidad climática. En Venezuela, se proyectó un aumento en la distribución geográfica de *R. prolixus*, principalmente en áreas que actualmente se consideran de bajo riesgo de transmisión. Esto indica un cambio potencial en la transmisión de la enfermedad de Chagas en el país. Por

otro lado, se previó una disminución en la idoneidad climática de *T. infestans* en Argentina, lo que sugiere una disminución en su distribución geográfica (3).

2.6.3 Urbanización y deforestación como factores de transmisión

Para comprender el concepto de calentamiento global, es necesario entender el fenómeno como el efecto invernadero. El término “efecto invernadero” fue acuñado por primera vez por el científico Jean Baptiste Fourier en el año 1827 y posteriormente demostrado por Jhon Tyndall en 1871. Este fenómeno se refiere a la capacidad de ciertos gases de retener la energía radiante del sol en la atmósfera terrestre, lo que provoca un aumento en la temperatura. Entre los gases de efecto invernadero se encuentra el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y otros compuestos generados por la quema de combustibles fósiles. En la naturaleza, el efecto invernadero es necesario para mantener una temperatura adecuada que permita la vida. Sin embargo, la actividad humana, como la deforestación descontrolada, ha aumentado la producción de gases de efecto invernadero y ha perturbado el equilibrio natural, lo que contribuye al cambio de la atmósfera impulsando el calentamiento global y podría llevar a un desastre ambiental en última instancia (41).

Las modificaciones de la composición atmosférica causada por la actividad humana están vinculada al incremento en el rango de distribución de los triatomos, así como a un aumento en la movilidad de estos vectores desde un entorno selvático hacia las edificaciones humanas, favoreciendo el aumento de la incidencia de la parasitosis. Por ejemplo, en Brasil, se han identificado 66 especies de triatomos, insectos que transmiten la enfermedad. Algunas de estas especies tienen la capacidad de colonizar viviendas y aumentar la transmisión. En los biomas brasileños de la sabana del Cerrado y la Caatinga, especies nativas transmiten *T. cruzi*, favorecida por la deforestación, como el insecto *Panstrongylus megistus* en Lassance en el pasado a principios del siglo XX. En la región norte andina, el cambio climático, la deforestación y la urbanización desordenada están relacionados con el aumento del riesgo de enfermedades transmitidas por vectores. La reducción de la variabilidad genética de los vectores y huéspedes debido a estos factores aumenta la probabilidad de contacto entre los vectores y los humanos. Aunque el cambio climático puede no incrementar directamente la transmisión de la enfermedad de Chagas por el vector *R. prolixus*, se espera que el aumento de la temperatura en áreas elevadas amplíe el hábitat del vector, lo que podría tener consecuencias importantes en la propagación de la enfermedad (16).

2.7 Avances en el diagnóstico de la enfermedad de Chagas

El diagnóstico preciso y oportuno de la EC es crucial para garantizar un tratamiento adecuado y prevenir su progresión. Sin embargo, la falta de herramientas estandarizadas y biomarcadores dificulta el diagnóstico preciso. Es importante detectar la enfermedad durante la fase aguda antes de que se produzcan daños cardíacos o digestivos esto debido a que el costo para el tratamiento de Chagas varía mucho dependiendo de la fase en la que se encuentre el paciente, el nivel de atención prestado y del avance de la enfermedad, por ello este varía entre 500 US\$ a 47 US\$ por paciente crónico al año, este costo está sujeto al daño orgánico que presente el paciente y a la evolución de la enfermedad, por lo cual el tratamiento precoz reduce el costo significativamente para el sistema de salud por ello se destaca la importancia de un diagnóstico temprano (49), el cual permite implementar medidas preventivas y terapéuticas adecuadas. Además, un diagnóstico preciso ayuda a identificar a los pacientes que requieren tratamiento específico, optimizando el uso de recursos médicos y evitando los grandes costos al sistema de salud que produce un paciente en estadio crónico. Por ello, es necesario continuar investigando y desarrollando métodos más efectivos para mejorar la detección y el manejo de esta enfermedad (11).

2.7.1 Métodos de diagnóstico actuales

A nivel mundial, se emplean diferentes enfoques diagnósticos para la detección de EC los cuales podemos dividirlos dependiendo del estadio de la enfermedad, durante la fase aguda predominan el uso de métodos directos, mientras que en la fase crónica de la enfermedad se usan métodos indirectos debido a la baja parasitemia. Actualmente, no se ha establecido un gold estándar para la detección de esta enfermedad, ya que las pruebas comerciales disponibles presentan una alta tasa de falsos positivos. Por esta razón, la OMS recomienda utilizar dos pruebas convencionales que detecten diferentes antígenos durante la fase crónica, y en el caso de obtener resultados ambiguos o discordantes, se sugiere realizar una tercera prueba para obtener un diagnóstico más preciso. Esta estrategia busca aumentar la confiabilidad del diagnóstico y reducir la posibilidad de errores en la detección de la enfermedad de Chagas (27).

Históricamente, el xenodiagnóstico fue el primer procedimiento utilizado consistía en alimentar a los insectos triatominos con la sangre de los pacientes, y de 30 a 60 días después de ser alimentados, se examina sus heces para detectar la presencia de parásitos. No obstante, rara vez

se utiliza, ya que solo se puede realizar en centros de referencia donde se crían triatominos. También se usaba el hemocultivo que requería de la recolección de sangre heparinizada de un caso sospechoso, la extracción del plasma y la adición de medios estériles para apoyar el crecimiento de cualquier tripomastigote potencial del torrente sanguíneo presente (50). Actualmente, durante la sospecha de un paciente en fase aguda de la enfermedad en Colombia se usan ciertas pruebas para su confirmación, como se observa en el Anexo 1, Se sabe que después del período de incubación, los parásitos son detectables por microscopía, en donde buscamos tripomastigotes móviles en un frotis de sangre periférica, también existe otra técnica como el de gota gruesa la cual permite concentrar varias capas de sangre y es ampliamente utilizado también para el diagnóstico de malaria (26). Cuando no se observan tripomastigotes y persiste la sospecha clínica, se puede aplicar un método de concentración para aumentar la sensibilidad como el micrométodo, microhematocrito y el método de Strout. La sensibilidad de estos métodos microscópicos depende en gran medida de la experiencia del personal de salud y de la carga de trabajo disponible para dedicar el suficiente tiempo al estudio de cada una de las muestras, el cual tienden a ser limitado en los establecimientos de salud que atienden a las comunidades endémicas de esta enfermedad (50). La búsqueda de anticuerpos IgM anti-*T. cruzi* se puede realizar cuando se sospecha un caso agudo y no se encuentran parásitos. Sin embargo, en la práctica clínica, con la introducción de técnicas moleculares, las estrategias basadas en IgM y los métodos parasitológicos indirectos se están dejando de usar gradualmente.

Para controlar la transmisión congénita y sus consecuencias futuras al bebe, el diagnóstico parasitológico debe realizarse al nacer o durante los primeros meses de vida, Se necesita una muestra fresca para permitir la detección de formas móviles de tripomastigote ayudándose del método de Strout. Los bebés infectados congénitamente corren el riesgo de desarrollar, años más tarde, patología crónica incapacitante y potencialmente mortal. Por lo tanto, es de suma importancia prevenir la transmisión congénita, así como diagnosticar y tratar rápidamente a los recién nacidos infectados congénitamente. Esto debe enfatizarse particularmente, considerando que la administración del tratamiento cerca del parto logra tasas de curación de casi el 100%. En las mujeres que dan a luz en los servicios de maternidad, es ideal tener un diagnóstico parasitológico y molecular de los recién nacidos dentro de sus primeras 72 horas después del parto, para brindarle el tratamiento en caso de hallazgos positivos y evitar la pérdida de seguimiento después de la madre y bebé al dejar el servicio de salud (50).

Se han probado métodos moleculares en recién nacidos y bebés para un diagnóstico temprano y sensible de la infección por *T. cruzi*, con el objetivo de evitar pérdidas durante el seguimiento. Entre estos métodos se encuentra la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (qPCR) TaqMan, que ofrece una mayor sensibilidad que los métodos convencionales. Esta técnica utiliza un control interno para la integridad del ADN de la muestra y ha demostrado ser efectiva al utilizar pequeñas cantidades de sangre periférica mezclada con una solución estabilizadora de ADN. Además, se ha observado que el primer mes de vida es el mejor momento para llevar a cabo el diagnóstico molecular de la transmisión congénita, ya que la carga parasitaria alcanza su punto máximo y se minimizan los falsos positivos debido a la transmisión de ADN de la madre al feto. Otro enfoque molecular alternativo es la amplificación isotérmica mediada por bucle (LAMP), que resulta más adecuada para laboratorios con recursos limitados. Esta técnica utiliza una ADN polimerasa Bst de desplazamiento de hebras y no requiere un termociclador, sino solo un termobloque o baño de agua. El LAMP ofrece la ventaja de una visualización sencilla del producto, ya sea a simple vista o mediante técnicas de turbidez o fluorescencia. Se han desarrollado kits basados en el LAMP que contienen reactivos secos y se han demostrado igualmente sensibles que la qPCR en la detección de la infección por *T. cruzi* en muestras de sangre de casos infectados congénitamente. Estos métodos moleculares ofrecen opciones efectivas para el diagnóstico temprano y preciso de la infección por *T. cruzi* en recién nacidos y bebés, contribuyendo así a una mejor gestión de la enfermedad (51).

La detección durante la fase crónica consiste en la utilización de al menos dos métodos serológicos convencionales para su confirmación, en Colombia en algunos casos se usa una tercera prueba como se observa en el Anexo 2, estas pruebas pueden ser de inmunoabsorbentes ligados a enzimas (ELISA), prueba de fijación del complemento (CFT), ensayos de hemaglutinación indirecta (IHA), inmunofluorescencia indirecta (IIF), ensayo de radioinmunoprecipitación (RIPA) y el western blot (WB) (27). Todas estas pruebas indirectas buscan los anticuerpos específicos contra *T. cruzi* y para ello utilizan plasma proveniente de una muestra de sangre venosa, estos métodos requieren de un personal calificado y de una cadena de frío para el manejo de la muestra, en el caso de ELISA e IIF que presentan un mejor rendimiento que IHA requieren de costosos equipos, un mantenimiento regular de estos y electricidad, todos estos requerimientos son un obstáculo para las regiones rurales que son extensas y donde escasean centro médico que además presentan carencias (52).

La enfermedad de Chagas requiere un enfoque integral en su diagnóstico, tratamiento y seguimiento (Anexo 3). Este anexo presenta un resumen detallado de los criterios y protocolos recomendados para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la enfermedad de Chagas en diversas situaciones clínicas, facilitando la comprensión y aplicación de los lineamientos establecidos por el Ministerio de Protección Social.

2.7.2 Nuevas tecnologías y herramientas en el diagnóstico de la enfermedad

En la actualidad existe una falla en los algoritmos de diagnóstico para diversos casos de infección por *Trypanosoma cruzi* debido a que no se implementan en las áreas alejadas y con difícil acceso a los laboratorios de referencia, lo cual dificulta el establecimiento de directrices gubernamentales tanto en países endémicos, como no endémicos, esto presenta dos inconvenientes principales: un riesgo alto en que se pierda el tratamiento durante el seguimiento, lo que conlleva una disminución en la efectividad de los medicamentos a medida que se retrasa su administración (11). En consecuencia, se busca interrumpir esta forma de transmisión mediante la ampliación del acceso al diagnóstico, lo cual se establece como uno de los principales objetivos de la hoja de ruta de OMS para el año 2030 (19).

De acuerdo con los inconvenientes, se han desarrollado avances tecnológicos para superar las limitaciones en el diagnóstico de etapas agudas y crónicas de la parasitemia. En el caso del diagnóstico en etapa aguda, se han creado métodos de amplificación isotérmica que son más accesibles y fáciles de realizar que las pruebas de PCR tradicionales. Uno de esos métodos es la amplificación isotérmica en bucle (LAMP) que ha mostrado un rendimiento comparable a la PCR en muestras de sangre; este método utiliza un ADN polimerasa microbológica que amplifica el ADN del parásito a una temperatura constante durante 45 minutos, los resultados obtenidos se visualizan a simple vista. Otro método es el ensayo polimerasa recombinasa (RPA) que, según investigaciones, ha demostrado ser efectivo y rápido, utilizando una temperatura de amplificación más baja y un tiempo más corto. Y cabe resaltar que existen RPA para la detección de otras enfermedades tropicales desatendidas. (11).

Además, se han desarrollado pruebas de diagnóstico rápido (PDR) para detectar anticuerpos IgG específicos para *T. cruzi*, con el propósito de la vigilancia epidemiológica, altamente valiosas para las regiones remotas, donde los tiempos prolongados de procedimientos serológicos convencionales, como ELISA, y la demora en la obtención de resultados, complican

el diagnóstico de infecciones crónicas por *T. cruzi*. Las PDR son similares a los ensayos inmunocromatográficos empleados en el diagnóstico de otras enfermedades como el VIH, la malaria y, por otro lado, las de embarazo. Esta prueba consiste en una membrana sensibilizada con antígenos recombinantes a la cual se le agrega una pequeña cantidad de suero o sangre (50). La PDR tiene ventajas sobre la serología convencional, ya que puede almacenarse a temperatura ambiente, puede realizarse con una pequeña cantidad de sangre obtenida de un pinchazo del dedo, lo cual facilita la logística y la disposición de los pacientes a someterse a esta prueba. No requiere de equipos específicos para incubación o lectura de resultados, obteniendo un tiempo de respuesta rápido, generalmente entre 10 minutos y menos de 1 hora (11). Se ha demostrado que algunas de estas pruebas tienen una sensibilidad y especificidad razonable, sin embargo, es de tener en cuenta que las PDR son herramientas de detección y no debe considerarse como un diagnóstico concluyente. Por lo tanto, se requiere de una segunda prueba serológica convencional para confirmar el diagnóstico. Aunque las PDR han demostrado buen rendimiento en ciertas ubicaciones geográficas, por lo que requiere de más estudios para evaluar su rendimiento en diferentes regiones (50).

En cuanto a la enfermedad de Chagas congénita (CChD), según la literatura científica pertinente, se evaluó la precisión de la prueba de antígeno de fase aguda de eliminación de inmunoglobulina M (IgM-SAPA), realizada mediante ELISA utilizando el antígeno recombinante sh-SAPA, demostrando que tiene una precisión similar a la reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa (qPCR) en el diagnóstico de CChD en recién nacidos. Se sugiere que la IgM-SAPA puede ser una herramienta diagnóstica temprana en áreas donde el diagnóstico se basa principalmente en microscopía. Además, se menciona que la IgM-SAPA como el TESA blot son pruebas útiles en el diagnóstico de CChD congénita, pero la IgM-SAPA puede ser más práctica y accesible en áreas endémicas. (53) Aunque también se ha desarrollado un ensayo de detección llamado Chunap, que utiliza nanopartículas para diagnosticar la CChD mediante una muestra de orina tomada al mes de vida. Este ensayo ha demostrado tener una sensibilidad superior al 90% y una especificidad superior al 95%. Sin embargo, su implementación puede ser complicada debido a que se requiere el uso de una ultracentrífuga, lo que lo haría inviable en muchos laboratorios. (50)

2.8 Avances en el control y la prevención de la enfermedad de Chagas

En los últimos tiempos, se ha observado un aumento en las enfermedades transmitidas por vectores, debido a diversos factores como el medio ambiente, la ecología, los aspectos sociales, económicos y políticos. Estas enfermedades son causadas por parásitos, virus, bacterias que son transmitidos por diferentes tipos de insectos y otros vectores. La EC, causada por el parásito *Trypanosoma cruzi* y transmitida principalmente por insectos triatominos, los cuales su nombre varía mucho dependiendo del país y la región, entre los más conocidos están sangrejuela en Cuba, chinche besucona o chinche picuda en México, pito o chinche picuda en Colombia, vinchuca en Argentina, Chile, Uruguay y Bolivia, chirimacha en Perú, chinchorro en Ecuador, barbeiro, chupão o bicudo en Brasil y kissing bug en Estados Unidos entre otros nombres (47); representan un importante problema de salud pública y el control vectorial es el método más efectivo para prevenir la enfermedad, ya que aún no existe una vacuna disponible y los tratamientos existentes tienen limitaciones en términos de eficacia y efectos secundarios (54).

2.8.1 Estrategias actuales para el control y la prevención

La EC afecta principalmente a comunidades desfavorecidas, los métodos utilizados para prevenir y controlar los vectores incluyen el mejoramiento de viviendas para eliminar grietas, la fumigación de casa con insecticidas, la educación sobre los insectos vectores, como protegerse de las picaduras de insectos y la manipulación segura de alimentos, especialmente en áreas donde la enfermedad es endémica o está en riesgo de expansión por el cambio climático. En áreas de México, América Central y América del Sur, la mejora de vivienda y la pulverización de insecticidas dentro de la vivienda han sido eficaces para reducir la propagación de la EC (55). También, es importante realizar la detección de la enfermedad en donaciones de sangre para prevenir la transmisión a través de transfusiones, siempre siguiendo los pasos de la cadena de seguridad transfusional. Además de priorizar la detección temprana y el tratamiento adecuado de los nuevos casos, especialmente los casos congénitos, pues son un objetivo en la hoja de ruta de la OMS para enfermedades infecciosas debido a que se estima que al año nacen de 8.000 a 15.000 bebés infectados, por lo cual se recomienda realizar un tamizaje universal a las gestantes y proporcionar un tratamiento etiológico a las mujeres durante todas las etapas de gestión, desde previo al embarazo hasta después de la lactancia exclusiva para reducir de esta manera la parasitemia y evitar transmisiones congénitas futuras. Por otro lado, en áreas donde la enfermedad tiene una presencia limitada, como lo es Estados Unidos, se enfocan en prevenir principalmente la transmisión a través de transfusiones sanguíneas, trasplantes de órganos y transmisión vertical de madre e hijo. (55,54).

La lucha anti vectorial con insecticidas ha sido eficaz, ya que estos son susceptibles al control químico, debido a su baja tasa de reproductividad y baja variabilidad genética, lo que dificulta el desarrollo de resistencia a los insecticidas. Aunque las ninfas de quinto instar son más tolerantes que otros instares y adultos, siguen siendo sensibles al contacto con insecticidas. Se debe tener en cuenta que la aplicación de insecticidas a base de piretroides tiene propiedades residuales en diferentes áreas de la vivienda, como muros internos, muros externos, estructuras peri-domiciliarias y montones de material almacenado en el patio. La máxima eficacia se logra cuando se realiza antes del inicio de la temporada de lluvias. Se recomienda aplicar los insecticidas cada 6 meses durante al menos 3 años para lograr un control efectivo, seguido de una fase de consolidación con un rociado anual durante 2 años adicionales (54). Por consiguiente, los métodos de tratamiento y control actuales no son un método sostenible y representan riesgos para la salud y el medio ambiente, además de enfrentar el desafío de la resistencia a los medicamentos y los insecticidas. Solo en Argentina y Bolivia se han reportado focos de resistencia, en los demás países sus datos son escasos y carecen de continuidad, por lo cual la manera de abordar esta problemática de resistencia es limitada (55). Es necesario invertir más recursos y atención en el desarrollo de estrategias y tecnologías mejoradas. Asimismo, se aconseja actualizar las tácticas existentes con el fin de comprender los patrones epidemiológicos y los resultados del tratamiento de la patología en el contexto del cambio climático, estos esfuerzos son necesarios para mantener y expandir los logros alcanzados en el control de la enfermedad en las áreas endémicas (56). Las nuevas tecnologías pueden utilizar para los programas de control con el uso de herramientas geoespaciales y sistemas de información geográfica para el uso y desarrollo de aplicaciones telefónicas que use la comunidad para notificar los casos nuevos o los hallazgos de triatominos en viviendas para ser evaluados posteriormente esos datos por un personal capacitado, estas aplicaciones podrían fortalecer los sistemas de vigilancia de la enfermedad, pero requiere de capacidades humanas y tecnológicas para su aplicación. De este modo se puede garantizar la supervisión y vigilancia de la calidad del proceso en la red de atención primaria de salud. Lo cual implicaría que el personal responsable del sistema de salud debe asegurar un mejor manejo de la enfermedad de Chagas como problema de salud pública, con un compromiso político sólido para respaldar estas acciones (55). Es importante también respetar la capacidad de las instituciones de salud locales y establecer plazos realistas, así como aumentar progresivamente el número de personas diagnosticadas y tratadas. Esto permitirá satisfacer adecuadamente las necesidades de la población afectada por la enfermedad. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que factores

externos, como la escasez de medicamentos para el tratamiento de la enfermedad, pueden tener un impacto negativo en la implementación de estos planes (11).

Además, de los métodos convencionales, se están explorando alternativas más sostenibles como el uso de controladores biológicos nativos. Estos organismos han demostrado éxito en el control de la proliferación de triatomíneos, como el uso del hongo *Beauveria bassiana* en Argentina y hongos entomopatógenos (*Isaria fumosorosea* y *Metarhizium anisopliae*) en México para eliminar huevos de triatomíneos. Estas alternativas ofrecen una forma más segura y efectiva de controlar la enfermedad de Chagas sin depender exclusivamente de productos químicos (54).

2.8.2 Programa nacional para la prevención y control

En Colombia, se han alcanzado varios hitos importantes en el estudio y control de la enfermedad de Chagas. En 1990, se logró establecer claramente la distribución de los principales vectores de *Trypanosoma cruzi* en el país. En 1995, se implementó la obligatoriedad del tamizaje de la infección en todos los bancos de sangre, logrando una cobertura del 100% y una baja prevalencia. En 1997, Colombia se unió al Convenio Hipólito Unanue, comprometiéndose a controlar la transmisión vectorial y transfusional de la enfermedad en la región andina. En 2013, la enfermedad de Chagas fue reconocida como un problema de salud pública prioritario en el Plan Decenal de Salud Pública de Colombia. Se establecieron metas para lograr la certificación de la interrupción de la transmisión vectorial y la reducción de la letalidad por casos agudos. Se asignaron recursos para el programa nacional de prevención, control y eliminación de la enfermedad. Además, según la hoja de ruta de la OMS de 2021 a 2030 para esta enfermedad la cual consta de cinco objetivos específicos, Colombia ha logrado avanzar en los primeros dos verificando la interrupción de la transmisión vectorial domiciliaria y transfusional y también en disminuir el problema de salud pública de Chagas congénita. Sin embargo, todavía tiene retos en lograr la verificación de la interrupción en los trasplantes de órganos y en suministrar el tratamiento al 75% de la población. Este último objetivo es el más lejano debido a que a nivel general solo el 7% de las personas han sido diagnosticadas y el 1% reciben tratamiento. (57)

En Colombia, ante la detección de un caso probable de Chagas, es importante confirmar el diagnóstico de manera eficiente y precoz, iniciando un tratamiento integral y oportuno según las indicaciones establecidas. Asimismo, se debe notificar de inmediato el caso a las autoridades sanitarias y seguir los pasos recomendados por la OMS en caso de un posible brote. Con la

presencia de dos casos confirmados y relacionados, se ratifica la ocurrencia de un brote por enfermedad de Chagas. Los objetivos frente a la confirmación de un caso o brote de Chagas incluyen captar precozmente los casos, determinar los factores de riesgo y mecanismos de transmisión, identificar a las personas expuestas al riesgo, establecer medidas de control y comunicar de manera efectiva la situación a las instancias pertinentes y al público en general. Además, se busca desarrollar un plan que mejore y monitoree las condiciones de salud de la población afectada.

Las acciones para el control de la enfermedad de Chagas involucran el mejoramiento de vivienda para prevenir la presencia de los vectores, el fomento de cambios conductuales mediante estrategias educativas, el uso de insecticidas de acción residual para controlar los vectores, y la implementación de medidas sanitarias y fitosanitarias para evaluar y gestionar el riesgo de alimentos en zonas de alto riesgo de transmisión. Aunque ha habido mejoras significativas en la prevención y control de la enfermedad, se han quedado estancados sus avances debido a los desafíos que se presentan en el diagnóstico y tratamiento en toda la región (57). Es decir, se establecen programas integrales y regulares que abordan la promoción, prevención, vigilancia y control de la parasitosis. Involucrando a las comunidades y respetando sus creencias. También se debe capacitar a los profesionales de la salud y promover una comunicación efectiva con la comunidad, con el fin de lograr una participación en el control de la enfermedad y mejorar las condiciones de salud de las personas afectadas (58).

2.9 Avances en el tratamiento de la enfermedad de Chagas

El tratamiento etiológico oportuno para la enfermedad de Chagas puede retrasar o prevenir el desarrollo de la cardiopatía con un costo aproximado de 30 US\$ por paciente, sin embargo, menos del 1% de las personas afectadas en Colombia y en otros países reciben tratamiento oportuno. Actualmente, existen dos medicamentos, nifurtimox (NFX) y benznidazol (BNZ), para tratar la enfermedad, pero su eficacia se limita a las fases iniciales de la infección, especialmente en recién nacidos menores de un año. Sin embargo, puede causar efectos secundarios adversos. Además, se ha observado resistencia a estos fármacos en algunas cepas del parásito, lo que dificulta aún más el tratamiento. (59, 60)

2.9.1 Medicamentos actuales y su efectividad

El tratamiento todavía se basa en dos medicamentos aprobados hace más de 50 años: NFX, lanzado por Bayer en 1965, y BNZ, lanzado por Roche en 1971 (61). La efectividad de estos medicamentos varía dependiendo de la fase y la ubicación geográfica, así como la variabilidad genética de los pacientes y la presencia de cepa del parásito. En la fase aguda se observa una tasa de curación aceptable, con resultados aproximadamente del 65% al 80%. En casos de transmisión congénita tratados tempranamente, se puede alcanzar tasas de curación superiores al 95%. Sin embargo, en los casos de infección crónica, la tasa de curación es baja entre el 15% y 40% (64). Para evitar que lleguen a fase crónica y que el tratamiento actual pueda evitar mayores complicaciones, es necesario eliminar las barreras en el tratamiento. En Colombia, la cual comparten problemáticas similares con los demás países de la región, se encuentran múltiples barreras para su tratamiento, las cuales empiezan con el diagnóstico, debido al desconocimiento de la enfermedad o la falta de suministros, equipo y protocolos. También existen barreras en los medicamentos a causa de los retrasos en las importaciones y distribución de los mismos a nivel regional y municipal, las barreras en el tratamiento son a causa de la gran distancia de los pacientes rurales con los centros de salud y por último, barreras sistemáticas como la falta de metas y mediciones en torno al tratamiento, cada una de estas barreras son las que generan complejidades y retrasos en el proceso de diagnóstico y tratamiento. (60)

El BNZ es un medicamento derivado del nitroimidazol y es considerado el tratamiento de primera línea de la enfermedad, como profármaco, el cual requiere activación por una enzima parasitaria llamada nitroreductasa tripanosomal I. Esta activación libera moléculas que bloquean el ADN y el ARN del parásito, lo que lo hace susceptible al daño oxidativo. Este medicamento se absorbe principalmente en el tracto gastrointestinal y se elimina principalmente por los riñones, aunque el 20% se excreta en las heces. Tiene una buena biodisponibilidad oral y su concentración máxima en plasma se alcanza aproximadamente 3,5 horas después de la administración. El medicamento tiene una vida media de 12,1 horas antes de ser completamente eliminado (61). El NFX es derivado de un nitrofurano, que se ha observado que este medicamento genera radicales nitroaniones por medio de nitroreductasas, los cuales, en presencia de oxígeno, producen radicales libres que dañan al parásito. Este radical también bloquea la síntesis de ADN y acelera su degradación, lo que lo hace eficaz para eliminar las formas parasitarias como el amastigote y su forma reproductiva. Este medicamento se absorbe en el tracto gastrointestinal y luego se somete a un extenso metabolismo hepático, para luego ser eliminada en la orina, aunque su eliminación por esta vía es mínima, representando menos

del 1% del fármaco. Es de destacar, que el NFX ha experimentado restricciones en su comercialización en algunos países debido a su perfil de toxicidad (61).

El acceso a estos medicamentos también es un desafío en áreas endémicas. El BNZ, recomendado como de primera línea, es considerado un medicamento esencial por la OMS. Sin embargo, hubo una escasez significativa debido a problemas de producción y distribución por parte de una empresa brasileña, lo que dejó a muchos pacientes sin tratamiento, y en respuesta a esto se establece una asociación en Argentina para asegurar la disponibilidad equitativa. Por otro lado, el NFX, utilizado como opción de segunda línea, es producido por Bayer y distribuido por la OPS. De esta manera se está garantizando una producción regular, segura y accesible a los pacientes con la EC. Una limitación, también significativa, de los tratamientos actuales, es la aparición de las reacciones adversas a los medicamentos. Lo que afecta la adherencia y la eficacia del tratamiento. Estas se pueden manifestar de varias formas, como dolores de cabeza, manifestaciones dermatológicas y síntomas gastrointestinales con el BNZ, y síntomas digestivos con el NFX. Sin embargo, con un buen manejo clínico, la mayoría de los pacientes pueden completar el tratamiento a pesar de las reacciones adversas a los medicamentos (11).

Otro factor que complica el manejo farmacológico de esta enfermedad es la aparición de resistencias de ciertas cepas de *T. cruzi* a los fármacos utilizados, un factor que puede conducir al fracaso del tratamiento. En un análisis de cepas colombianas de *T. cruzi*, se encontró que el 36% eran sensibles, el 48% moderadamente sensible y el 16% resistentes al BNZ. Así mismo, un estudio también identificó una forma latente del parásito *T. cruzi* que puede persistir después del tratamiento con BNZ durante 30 días, lo que podría explicar también el hecho del porqué el tratamiento no siempre logra curar la enfermedad. (59) En resumen, aunque el BNZ y el NFX siguen siendo los medicamentos principales, su efectividad va a variar según la fase de la enfermedad y la ubicación geográfica. Por ello, se requiere de más opciones o alternativas, por ende, más investigaciones terapéuticas para mejorar las tasas de curación en los casos de la enfermedad en los pacientes. Aun así, su uso es crucial para aumentar los años de vida saludables y productivos de los pacientes y, al mismo tiempo, reducir significativamente la carga económica sobre el sistema de atención médica. (60)

2.9.2 Investigación en nuevos tratamientos para la enfermedad

En los últimos años, se han realizado importantes avances en la búsqueda de alternativas terapéuticas para la EC. Los estudios han explorado el uso de medicamentos en monoterapia o en combinación con los tratamientos convencionales. Además, se han investigado productos naturales como posibles opciones para tratar a las personas infectadas. Paralelamente, se han identificado dianas terapéuticas que permitirían desarrollar fármacos más específicos y reducir los efectos tóxicos durante el tratamiento. En la fase preclínica de la investigación, se han estudiado diferentes enfoques como la reutilización y re-dosificación de fármacos actuales secundarios, así como la combinación de medicamentos para mejorar la eficiencia y reducir los efectos secundarios. También se están desarrollando nuevos compuestos, como el fexinidazol y el GNF6702, como potenciales tratamientos para la enfermedad, como se detalla en la Tabla 2. Además, se han observado resultados alentadores utilizando medicamentos previamente utilizados para otras enfermedades como los triazoles, que han demostrado actividad contra *T. cruzi* (59).

Fármacos/Compuesto	Actividad contra <i>T. cruzi</i>	Resultados en estudios	Estado de desarrollo
Benznidazol combinado	Reducción de efectos secundarios, mayor eficiencia	Reducción de la detección de parásitos, resultados variables según ubicación geográfica.	Uso clínico, en investigación.
Fexinidazol	Alta eficiencia en curar infecciones agudas y crónicas en modelos animales	Buen perfil farmacológico y toxicológico	En ensayos clínicos de fase II
Triazoles (itraconazol, voriconazol, posaconazol, ravuconazol)	Actividad tripanocida in vitro e in vivo	Resultados variables en ensayos clínicos	Algunos en ensayos clínicos, otros en desarrollo
Alopurinol	Eficacia controvertida en humanos, efecto sinérgico en combinación con benznidazol en ratones	Algunos resultados positivos en pacientes crónicos	Resultados mixtos en ensayos clínicos
AN4169 (Oxaborol)	Alta eficacia in vitro, cura en infección aguda en ratones con administración continua	En investigación preclínica	En investigación
GNF6702 (azabenzoxazol)	Efectivo en infección crónica en ratones	Bien tolerado en ratones	En pruebas toxicológicas preclínicas

Tabla 2 Actualización del Estado de Desarrollo de Tratamientos contra *T. cruzi* (59)

El uso de medicinas tradicionales también sigue siendo común en muchas partes del mundo, y se está investigando su potencial efectividad para tratar enfermedades, incluida la enfermedad

de Chagas. Aunque es difícil encontrar plantas medicinales específicas para esta enfermedad, algunas utilizadas para otras enfermedades protozoarias resultan prometedoras contra el parásito *T. cruzi*. En países como Colombia, Brasil, México y Argentina, se han realizado numerosos estudios analizando extractos de plantas y compuestos derivados, encontrando que especies como *Guarea polymera*, *Annona muricata*, *Piper jericóense*, *Physalis angulata*, entre otras, han demostrado actividades prometedoras contra el parásito en diferentes etapas, tanto in vitro como en modelos animales. Sin embargo, la mayoría de estos estudios se encuentran en etapas tempranas de investigación, y ninguno ha llegado a la fase clínica para el desarrollo de nuevos fármacos.(59)

País	Plantas con actividad antiparasitaria	Formas de <i>T. cruzi</i> afectadas	Resultados
Colombia	<i>Guarea polymera</i> , <i>Marila laxiflora</i> , <i>Conobea scoparioides</i> , <i>Otoba novogranatensis</i> , <i>Otoba parviflora</i> , <i>Annona muricata</i> , <i>Rollinia exsucca</i> , <i>Rollinia pittieri</i> , <i>Xylopia aromatica</i> , y otras	Epimastigotes, tripomastigotes, amastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro e in vivo
Brasil	<i>Trichilia catigua</i> , <i>Polygala sabulosa</i> , <i>Polygala cyparissias</i> , <i>Baccharis platypoda</i> , <i>Eugenia jambolana</i> , <i>Handroanthus impetiginosa</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Ruta graveolens</i> , y otras	Epimastigotes, tripomastigotes, amastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro e in vivo
México	<i>Eryngium heterophyllum</i> , <i>Haematoxylum brasiletto</i> , <i>Marrubium vulgare</i> , <i>Schinus molle</i> , <i>Serjania yucatanensis</i> , <i>Bourreria pulchra</i> , <i>Persea americana</i> , <i>Carica papaya</i> , y otras	Epimastigotes, tripomastigotes, amastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro e in vivo
Argentina	<i>Eupatorium buniifolium</i> , <i>Lippia integrifolia</i> , <i>Mulinum spinosum</i> , <i>Satureja parvifolia</i> , <i>Vernonanthura nebularum</i> , <i>Elephantopus mollis</i> , <i>Mikania micrantha</i> , <i>Smallanthus sonchifolius</i> , y otras	Epimastigotes, tripomastigotes, amastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro e in vivo
Chile	<i>Podanthus ovatifolius</i> , <i>Berberis microphylla</i> , <i>Kageneckia oblonga</i> , <i>Drimys winteri</i> , y otras	Tripomastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro
Otros países	<i>Scoparia dulcis</i> , <i>Acnistus arborescens</i> , <i>Maianthemum paludicola</i> , <i>Chromolaena leivensis</i> , <i>Piper aeruginosibaccum</i> , <i>Caesalpinia paraguariensis</i> , <i>Argemone subfusiformis</i> , <i>Piper barbatum</i> , <i>Annona muricata</i> , y otras	Epimastigotes, tripomastigotes, amastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro

Tabla 3 Actualización plantas medicinales usadas contra la infección por *T cruzi* (59)

Por otro lado, se han identificado dianas terapéuticas en el parásito *T. cruzi* que podrían mejorar el tratamiento de la enfermedad de Chagas y, a su vez, reducir los efectos secundarios. La

Unidad de Descubrimiento de Fármacos de la Universidad de Dundee establece ciertos criterios para evaluar estas dianas, buscando características como esencialidad genética y química, sitio activo farmacológico, ausencia de homólogos humanos esenciales y falta de isoformas en el parásito para evitar resistencias. Además, se han identificado enzimas y vías metabólicas como potenciales dianas terapéuticas. Algunas de ellas son la síntesis de ergosterol, el sistema antioxidante, las enzimas de invasión celular y evasión inmune, las trans-sialidasa y la vía de rescate de purinas. El ergosterol es esencial para el parásito y los científicos han buscado y evaluado enzimas inhibidores de su vía biosintética como el esteroide 14 α -desmetilasa (CYP51), escualeno sintasa (SQS), escualeno monooxigenasa (SQLE), lanosterol sintasa (OSC), entre otros. Siendo la 14 α -desmetilasa (CYP51) la más estudiada a detalle como diana terapéutica, ya que la misma se encuentra en hongos, como azoles, aunque no ha tenido éxito clínico. También se han identificado objetivos antioxidantes prometedores, como la tripanotione reductasa y el superóxido dismutasa de hierro (Fe-SOD). Además, enzimas como la cruzapaina, involucrada en la nutrición y evasión del sistema inmune, ha sido estudiada como diana terapéutica y potencial vacuna. La trans-sialidasa, esencial para el parásito, también se investiga como objetivo. Además, la vía de rescate de purina y el sistema ubiquitina-proteosomas son esenciales y pueden ser potenciales dianas terapéuticas (59).

3. Diseño metodológico

La investigación realizada es de naturaleza cualitativa, principalmente de carácter descriptivo y exploratorio. Se realizó una revisión documental que clasificó los documentos según el idioma, año, lugar de publicación, tema de interés y tipo de documento. Se incluyeron artículos científicos, protocolos, informes de organismos internacionales, tesis y estudios epidemiológicos entre otros, que abordaron temas como el diagnóstico desde el laboratorio clínico, tratamiento, control vectorial y la epidemiología enfocada desde los restos del cambio climático de la EC. La búsqueda abarcó publicaciones recientes y antiguas provenientes de diferentes bases de datos por medio del uso de las siguientes palabras clave en español y en su respectiva traducción al inglés, Enfermedad de Chagas, Cambio climático, *Trypanosoma cruzi*, Epidemiología, Prevención, Tratamiento, Diagnóstico, Salud Pública y Transmisión vectorial. Además de información de páginas web oficiales como las de la OMS y la OPS, con el objetivo de recopilar y sintetizar la información más relevante sobre los diversos aspectos relacionados con esta enfermedad. (ver anexo

3.1 Universo, población, muestra

Universo

El universo de esta investigación comprende todos los estudios, informes y documentos relevantes relacionados con la EC. Este universo abarca publicaciones académicas, artículos de revistas científicas, informes gubernamentales, guías de organizaciones internacionales y otras fuentes pertinentes en el tema.

Población

La población incluyó un conjunto de documentos relevantes, tales como artículos científicos, informes de organismos internacionales, tesis y estudios epidemiológicos. Estos documentos provienen de bases de datos reconocidas, como Science Direct, NCBI, SciELO y Elsevier, páginas web oficiales como la OMS y la OPS. Además, se consideraron tesis, informes epidemiológicos, protocolos y guías que abordan temas relacionados con el tratamiento, diagnóstico en el laboratorio, control vectorial y epidemiología de la EC, abordando este último tema en un contexto del cambio climático.

Muestra

Para la muestra de esta investigación consiste en el uso de los documentos más relevantes y representativos mediante un proceso de búsqueda y de selección que se basó en criterios de relevancia, calidad científica, actualidad y disponibilidad. Para asegurar la representatividad de la muestra, se utilizaron herramientas como SCImago Journal Rank para determinar los cuartiles únicamente de los artículos, lo que ayudó a definir el alto impacto y calidad de los artículos tanto de investigación como de revisión seleccionados, asegurando así la representatividad de la muestra.

Criterios de inclusión

Como criterios de inclusión se consideró toda la literatura científica de carácter relevante, incluyendo artículos de revisión, ensayos clínicos, tesis, informes, revisiones sistemáticas, protocolos, guías y notas informativas publicadas en revistas científicas o de organismo internacionales reconocidos. Se abordaron temas específicos relacionados con los objetivos planteados, como la influencia del cambio climático en la epidemiología de la enfermedad de Chagas, así como los avances en diagnóstico en el laboratorio, control vectorial y tratamiento de la enfermedad. Se dio prioridad a las publicaciones de los últimos años para asegurar la

actualidad de la información, aunque no se descartaron artículos anteriores que proporcionan datos relevantes acerca del tema.

Criterios de exclusión

Como criterios de exclusión, se excluyeron aquellas publicaciones que no abordaban directamente los temas definidos en los criterios de inclusión, así como documentos publicados hace más de diez años, a menos que proporcionarán información histórica relevante. Además, se descartaron publicaciones de carácter no científico, como opiniones, cartas al editor o informes no técnicos. Se descartan documentos que no estén publicados en sitios que no cuenten con una revisión sobre su calidad y por último, publicaciones que no puedan ser consultados en su totalidad o no se pueda obtener acceso completo al documento.

3.3 Técnicas y procedimientos.

Para la recolección de datos, se realizó una revisión documental de la literatura científica por medio de las palabras claves en bases de datos especializadas, como Science direct, NCBI, SciELO, Elsevier entre otros, así como datos de páginas oficiales como la OMS y la OPS, a los cuales se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión definidos previamente para seleccionar los artículos relevantes. La magnitud de la muestra se determinó en función de los criterios de inclusión y exclusión y tipo de publicación incluidos en el análisis. Este enfoque metodológico permitió abordar de manera integral los objetivos de la investigación y garantizar la calidad y validez de los resultados obtenidos.

Análisis de la información

Se realizó un análisis multicriterio que incluyó aspectos como el idioma, fecha de publicación, distribución geográfica de las publicaciones, tipos de documentos, clasificación de cuartiles y en áreas temáticas como últimos avances en tratamiento, control vectorial, diagnóstico en el laboratorio y epidemiología abordada desde el cambio climático (Anexo 4).

4. Resultados

Para la realización de esta revisión documental se utilizaron un total de 82 documentos bibliográficos de los cuales 21 se excluyeron por no cumplir con los criterios de inclusión, dejando un total de 61 documentos de carácter científicos de diferentes bases de datos y países, los cuales aportaron la información requerida para la elaboración de este trabajo (Anexo 4). Se

busca en su gran mayoría usar bibliografía escrita en inglés. Pero debido a tratarse de una enfermedad tropical desatendida que afecta principalmente países cuyo idioma oficial es el español mucha de la información relevante se encontraba en este idioma, sin embargo, en su gran mayoría las referencias bibliográficas utilizadas fueron en inglés correspondiendo a un 74% de los documentos consultados. (Figura 9)

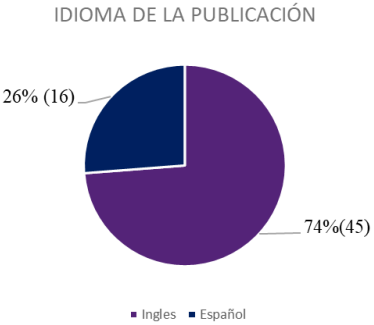


Figura 9 Distribución porcentual de las referencias según el idioma de publicación. Elaboración propia

Las referencias consultadas para la elaboración de este trabajo van desde el 2023 hasta el 2008, donde la mayoría fueron publicadas entre 2019 y 2020. Las referencias publicadas durante 2008 a 2016 fueron utilizadas en menor cantidad.

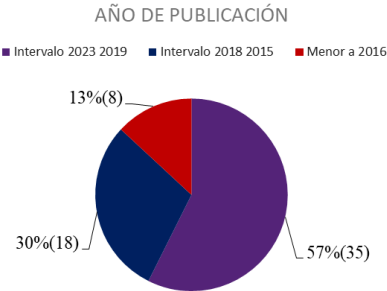


Figura 10 Distribución porcentual de las referencias según año de publicación. Elaboración propia

Los tipos de referencias usadas fueron principalmente artículos de investigación en un 34 %, artículos de revisión en un 33%, notas informativas y páginas oficiales como el ministerio de salud de Colombia o la OMS en un 23%, tesis en un 5% y finalmente guías y protocolos oficiales también en un 5% (ver gráfica 11)

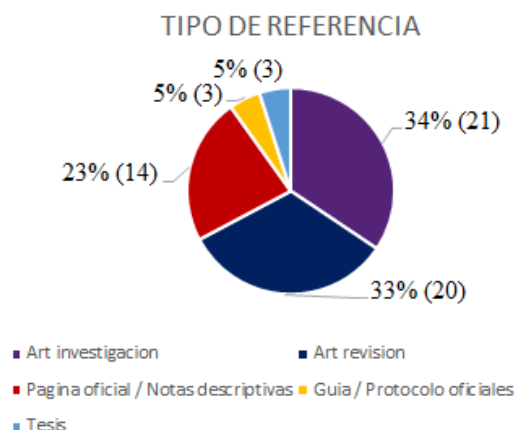


Figura 11 Distribución porcentual de la bibliografía según el tipo de referencia. Elaboración propia

Para determinar la calidad y el impacto de los artículos de revisión y de investigación se tuvo en evaluado los cuartiles los cuales se pueden ver en el anexo 5 para cada artículo, en cuanto a los cuartiles observamos que el 73% de los artículos utilizados pertenecen a los cuartiles Q1 y Q2, el 22% en Q3 y solo el 5% estando en Q4, estos últimos pertenecen principalmente a artículos utilizados para información básica y antecedentes de los temas.

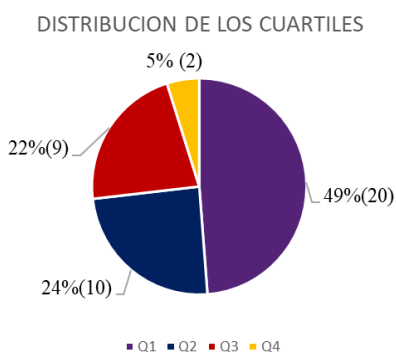


Figura 12 Distribución porcentual de las referencias según los cuartiles. Elaboración propia

Las 61 referencias bibliográficas provienen de publicaciones de un total de 13 países, los cuales clasificamos en la siguiente gráfica ver figura 13, de esta podemos observar que la mayoría pertenecen a países de Latinoamérica donde afecta principalmente la enfermedad, de los cuales destacamos Brasil y Colombia. Cabe resaltar que más de la mitad de los documentos utilizados fueron publicados en Estados Unidos y varios países de Europa, de los cuales resaltan España y Reino Unido.

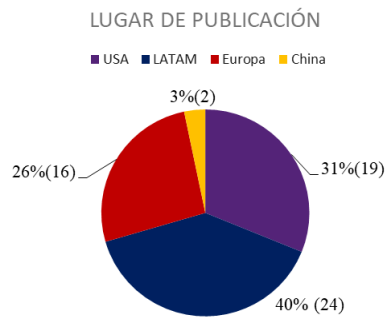


Figura 13 Distribución porcentual de las referencias según el lugar de publicación. Elaboración propia

También se clasificó la totalidad de la bibliografía utilizada en los dos temas de interés principales de este trabajo. Dando como resultado un 67% de la documentación utilizada en los temas que abarcan a los últimos avances en el diagnóstico en el laboratorio, tratamiento y control vectorial de la EC, y con un 33% el impacto del cambio climático en la epidemiología de EC (ver figura 9)

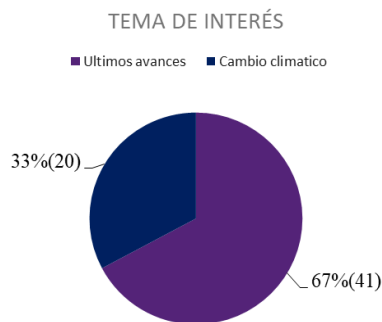


Figura 14 Distribución porcentual de las referencias según el lugar de publicación. Elaboración propia

Por último, se organizó toda la información en una tabla donde se consolida cada referencia con su autor, cuartil, idioma, tipo de la referencia, año y lugar de publicación, ver Anexo 5.

5. Discusión

La enfermedad de Chagas (EC), causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, es endémica en varios países del hemisferio sur de América. El vector de esta enfermedad son los triatominos, insectos que suelen habitar en áreas rurales de bajos recursos. Aunque la EC es prevalente en esta región, se han registrado casos en otras partes del mundo, incluyendo Estados Unidos, Europa y Australia, debido a las migraciones y los efectos del cambio climático. Es crucial analizar la relación entre el cambio climático y la EC, ya que el aumento de la temperatura y los cambios en las precipitaciones afectan la distribución y expansión de los vectores de la enfermedad. Como resultado, se anticipa una modificación en los patrones de riesgo de la EC, con expansiones a posibles zonas no endémicas, incluyendo el sur de Estados Unidos y áreas

específicas de América Latina como el noroeste de Chile, Brasil, Venezuela y Argentina. (1, 5, 12, 40, 41, 44, 46, 48).

La detección temprana y precisa de enfermedad de Chagas es crucial para garantizar un tratamiento adecuado y la prevención de complicaciones. Sin embargo, el diagnóstico oportuno se ve obstaculizado por la falta de herramientas estandarizadas y biomarcadores específicos. Durante la fase aguda se emplean exámenes directos como frotis de sangre periférica o la gota gruesa para detectar tripomastigotes. En la fase crónica, se usan métodos indirectos como ELISA, IIF, WB, los cuales últimamente han sido desplazadas por métodos moleculares, destacando el uso qPCR y LAMP, especialmente útiles en el diagnóstico temprano en recién nacidos y bebés. A pesar de estos avances, la ausencia de una prueba gold estándar y la dificultad de acceso a laboratorio de referencia en áreas de difícil acceso se requieren pruebas adicionales. Las pruebas rápidas (PDR) se presentan como una alternativa práctica a las serológicas convencionales, pero solo sirven como herramientas de detección inicial, siendo necesaria una segunda prueba confirmatoria para un diagnóstico definitivo. (26, 27, 50, 51, 52, 53).

Por lo anterior, se ha determinado que la mejor manera de abordar la enfermedad es la prevención frente a la falta de vacunas y tratamientos más efectivos y menos tóxicos. Las medidas preventivas actuales incluyen mejorar las condiciones de vivienda para reducir la presencia de vectores, fumigaciones en áreas de alta prevalencia, educación a comunidades en zonas endémicas, detección temprana de síntomas, control en donación de sangre y enfoque en prevenir la transmisión congénita. No obstante, a la implementación de estos esfuerzos, se enfrentan desafíos como la resistencia a pesticidas y medicamentos, por ello se requieren de una inversión en investigación y desarrollo de tecnologías sostenibles, como el uso de herramientas geoespaciales para la identificación de áreas vulnerables, así como una fuerte voluntad política para proponer y apoyar planes preventivos. Recientemente, se han explorado alternativas más sostenibles, como agentes de control biológico, que prometen ser soluciones más seguras y efectivas a largo plazo contra la parasitosis. (11, 54, 55, 56, 57, 58).

El tratamiento de la EC sigue siendo un desafío significativo en América Latina, con menos del 1% de los afectados recibiendo tratamiento oportuno. Los medicamentos principales, benznidazol y nifurtimox, tienen limitaciones en su eficacia, especialmente en la fase crónica, y pueden causar efectos secundarios adversos. La aparición de resistencia a estos fármacos en ciertas cepas del parásito complica aún más el panorama terapéutico. En países como Colombia,

múltiples barreras, desde el diagnóstico hasta el acceso a los medicamentos, dificultan el tratamiento efectivo y el control de la enfermedad. A pesar de los esfuerzos actuales, aún no se han desarrollado medicamentos innovadores y seguros para tratar la parasitemia, resaltando aún la necesidad urgente de impulsar la investigación y la colaboración interdisciplinaria para encontrar soluciones más beneficiosas y accesibles. (11, 59, 60, 61).

En el campo de la investigación para el tratamiento de la enfermedad, se han registrado avances notables, explorando nuevos medicamentos y enfoques, ya sea en monoterapia o combinados con tratamientos convencionales. Además, se investigan productos naturales como posibles terapias alternativas, y se han identificado dianas terapéuticas prometedoras que podrían mejorar la eficacia de los tratamientos y disminuir los efectos secundarios. Aun así, requiere de realizar mayores esfuerzos para encontrar soluciones efectivas contra la EC, como la reutilización de fármacos y la búsqueda de plantas medicinales con efecto antiparasitario, ninguno de los enfoques ha avanzado lo suficiente como para proporcionar una solución a la enfermedad. Durante esta revisión documental los artículos revisados se han publicado en revistas alto impacto con una considerable calidad en su campo, ya que la mayoría de ellos se encuentran en los cuartiles superiores (Q1 y Q2).

6. Conclusiones

La enfermedad de Chagas continúa siendo un desafío de salud pública tanto a en las áreas endémicas de América como a nivel global debido a la transmisión vertical, por transfusiones de sangre y trasplante de órganos, además de la exacerbación por el cambio climático y la migración. A pesar de las estrategias actuales, como las mejoras en viviendas y la educación sobre vectores, se necesita un enfoque más sostenible e innovador. Colombia ha logrado avances significativos como la certificación de 66 municipios donde se ha interrumpido la transmisión vectorial. Sin embargo, se requiere mayor apoyo y compromiso político para sostener y expandir estos logros. Es importante recordar que es una enfermedad olvidada que no recibe el interés ni la inversión necesaria, dificultando varios aspectos de su control, como el diagnóstico preciso de la parasitosis debido a la falta de laboratorios de referencia y tecnologías accesibles, especialmente en etapas crónicas. Aunque se han desarrollado nuevas tecnologías y herramientas para mejorar el diagnóstico, es esencial continuar investigando y desarrollando métodos, más precisos y accesibles, especialmente en áreas donde la EC sigue siendo un problema de salud pública, sin olvidar la necesidad de continuar con la investigación

y el desarrollo de nuevos fármacos que sean menos tóxicos y más efectivos para combatir esta enfermedad.

7. Bibliografía

1. Tamayo LD, Guhl F, Vallejo GA, Ramírez JD. The effect of temperature increase on the development of *Rhodnius prolixus* and the course of *Trypanosoma cruzi* metacyclogenesis. *PLOS Neglected Tropical Diseases* [Internet]. 2018 Agosto 15 [citado 2023 Apr 23];12(8):e0006735–5. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6110519/>
2. Caminade C, McIntyre KM, Jones AE. Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences* [Internet]. 2019 Enero 1 [citado 2023 Apr 24];1436(1):157–73. Recuperado de <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nyas.13950>
3. Medone P, Ceccarelli S, Parham PE, Figuera A, Rabinovich JE. The impact of climate change on the geographical distribution of two vectors of Chagas disease: implications for the force of infection. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* [Internet]. 2015 Apr 5 [citado 2023 Apr 23];370(1665):20130560–0. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4342964/>
4. World. La enfermedad de Chagas (trpanosomiasis americana) [Internet]. Who.int. World Health Organization: WHO; 2023 [citado 2023 Apr 23]. Recuperado de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis))
5. Eberhard FE, Cunze S, Kochmann J, Klimpel S. Modelling the climatic suitability of Chagas disease vectors on a global scale. *eLife* [Internet]. 2020 May 6 [citado 2023 Apr 23];9. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7237218/>
6. Liu Q, Zhou X-N. Preventing the transmission of American trypanosomiasis and its spread into non-endemic countries. *Infect Dis Poverty* [Internet]. 2015 [consultado el 1 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40249-015-0092-7>
7. Graves BN. Climate change and chagas disease in the americas: A qualitative systematic review [Internet]. The Texas Medical Center Library. 2019 [citado 2023 Apr 23]. Recuperado de https://digitalcommons.library.tmc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1090&context=uthsph_dis_sertsopen
8. Enfermedad de Chagas - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. Paho.org. 2018 [citado 2023 Apr 23]. Recuperado de <https://www.paho.org/es/temas/enfermedad-chagas#:~:text=En%20las%20Am%C3%A9ricas%2C%20se%20registran%2030.000%20nuevos%20casos,y%20est%C3%A1n%20en%20riesgo%20de%20contraer%20la%20enfermedad.>
9. Menos del 10% de las personas con Chagas han sido diagnosticadas [Internet]. Paho.org. 13 abril de 2023 [citado el 25 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/13-4-2023-menos-10-personas-con-chagas-han-sido-diagnosticadas>
10. Moriana S, Ortiz G, Fanjul G,. Una oportunidad para los pacientes de Chagas [Internet]. Coalicionchagas.org. Abril 2016 [citado el 25 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.coalicionchagas.org/documents/5415804/5524305/Informe+Rompiendo+el+silenicio/03be7d65-ff10-4b8d-bd1d-efc3f7673b44>
11. Padilla JA, Serra NC, Pinazo MJ, Bottazzi ME, Abril M, Barreira F, et al. Strategies to enhance access to diagnosis and treatment for Chagas disease patients in Latin America. *Expert Review of Anti-infective Therapy* [Internet]. 2019 enero 30 [Citado Abril 29, 2023];17(3):145–57. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/14787210.2019.1577731?needAccess=true&role=button>

12. Día Mundial de la Enfermedad de Chagas 2023 [Internet]. Paho.org. [citado el 25 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/campanas/dia-mundial-enfermedad-chagas-2023>
13. 62a Asamblea mundial de la salud A62/17 Punto 12.12 del orden del día provisional Enfermedad de Chagas: control y eliminación Informe de la Secretaría [Internet]. 2009 [citado 2023 Apr 29]. Recuperado de https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/a62/a62_17-sp.pdf#:~:text=La%20enfermedad%20de%20Chagas%2C%20tambi%C3%A9n%20llamada%20tripanosomiasis%20americana%2C
14. Enfermedad de Chagas WHO [Internet]. Who.int. [citado el 2 de agosto de 2023]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis))
15. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Otros 33 municipios de Colombia bloquearon la transmisión de la enfermedad de Chagas [Internet]. Gov.co. 2019 [citado el 2 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Otros-33-municipios-de-Colombia-bloquearon-la-transmision-de-la-enfermedad-de-Chagas.aspx>
16. De Cassia R, Gorla DE, Chame M, Jaramillo N, Monroy C, Diotaiuti L. Chagas disease in the context of the 2030 agenda: global warming and vectors. Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz [Internet]. 2022 Jan 1 [citado 2023 Apr 26];117. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9150778/>
17. WHO Working to Overcome the Global Impact of Neglected Tropical Diseases Annexe I First WHO report on neglected tropical diseases,[Internet]. 2010. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44440/9789241564090_eng.pdf
18. Dias JM. Human Chagas Disease and Migration in the Context of Globalization: Some Particular Aspects. Journal of Tropical Medicine [Internet]. 2013 Mar 30 [citado 2023 Apr 29];2013:1–9. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3625591/>
19. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) | Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Internet]. Cepal.org. 2017 [citado 2023 Apr 29]. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
20. Rocklöv J, Dubrow R. Climate change: an enduring challenge for vector-borne disease prevention and control. Nature Immunology [Internet]. 2020 May 1 [citado 2023 Apr 29];21(5):479–83. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7223823/>
21. Santos, É., & Menezes L. (2020). Chagas cardiomyopathy and heart failure: From epidemiology to treatment. Revista Portuguesa de Cardiologia (English Edition), 39(5), 279–289. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2019.12.006>
22. Echeverria LE & Morillo CA. American trypanosomiasis (Chagas disease). (2019) Infectious Disease Clinics of North America, 33(1), 119–134. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2018.10.015>
23. Mills RM. Chagas Disease: Epidemiology and Barriers to Treatment. The American Journal of Medicine [Internet]. 2020 Jun 24 [citado 2023 Apr 29];133(11):1262–5. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002934320305209>
24. Giraldo JD, Parra DJ, Pínel V, Vargas YC. Situación actual del programa de control de la enfermedad de chagas en Colombia. logros y perspectivas [Internet]. Edu.co. [citado el 2 de agosto de 2023]. Disponible en: https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/1892/Situacion_actual_programa_control_enfermedad_chagas.pdf?sequence=1#:~:text=En%20Colombia%2C%20el%20Programa%20Nacional,de%20los%20pacientes%20infectados%20y
25. Pérez JA, Molina I. Chagas disease. The Lancet [Internet]. 2018 Enero 1 [citado abril 26 2023];391(10115):82–94. Recuperado de [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)31612-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)31612-4/fulltext)
26. Flórez AC,. Guía para la vigilancia por laboratorio. [Internet] 2017 [Citado en April 28, 2023], Recuperado de <https://www.ins.gov.co/buscador/Informacin%20de%20laboratorio/Guia%20para%20la%20Vigilancia%20por%20laboratorio%20de%20Trypanosoma%20cruzi.pdf>
27. Candia A, Machaca LY, Roque BM, Sobreira A, Cordeiro R, Ferraz EA, et al. Accuracy of Diagnostic Tests for the Detection of Chagas Disease: A Systematic Review and Meta-

- Analysis. Diagnostics [Internet]. 2022 Nov 10 [Citado abril 26, 2023];12(11):2752–2. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9689806/>
28. Murillo-Godínez Guillermo. Enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana). Med. interna Méx. [revista de Internet]. 2018 Dic [citado 2023 Ago 03] ; 34(6) : 959-970. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-48662018000600014&lng=es. Recuperado de: <https://doi.org/10.24245/mim.v34i6.2217>.
 29. Ruiz J. Historia de la enfermedad de Chagas. Gac Med Bol [Internet]. 2007 [citado 2023 Ago 02] ; 30(2) : 70-73. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662007000200015&lng=es.
 30. OPS/OMS. Evaluación Internacional de la situación epidemiológica y de control de Chagas en 34 Municipios de los departamentos de Arauca, Boyacá, Casanare, Norte Santander, Santander y Vichada, Colombia [Internet]. Gov.co. 2019 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/INTOR/informe-verificacion-interrupcion-transmision-vectorial-chagas2019.pdf>
 31. Ruiz F. Epidemiología de la enfermedad de chagas [Internet]. docta.ucm.es. 2015 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/Francisco%20Ruiz%20Lander.pdf>
 32. Ministerio de Salud y Protección Social. Enfermedad de Chagas memorias [Internet]. Gov.co. 2013 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/Memorias_chagas.pdf
 33. Herreros-Cabello A, Callejas-Hernández F, Gironès N, Fresno M. Trypanosoma cruzi Genome: Organization, Multi-Gene Families, Transcription, and Biological Implications. Genes [Internet]. 2020 Oct 14;11(10):1196. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/genes11101196>
 34. Guarner J. Chagas disease as example of a reemerging parasite. Semin Diagn Pathol [Internet]. 2019;36(3):164–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740257019300401>
 35. de Souza W. Cell biology of *Trypanosoma cruzi*. Bourne GH, Danielli JF, Jeon KW, editores. Int Rev Cytol [Internet]. 1984;86:197–283. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0074769608601801>
 36. Tamayo LD, Guhl F, Vallejo GA, Ramírez JD. The effect of temperature increase on the development of *Rhodnius prolixus* and the course of *Trypanosoma cruzi* metacyclogenesis. PLoS Negl Trop Dis. 2018 Aug 15;12(8):e0006735. doi: 10.1371/journal.pntd.0006735. PMID: 30110329; PMCID: PMC6110519.
 37. Kratz JM, Gonçalves KR, Romera LM, Moraes CB, Bittencourt-Cunha P, Schenkman S, et al. The translational challenge in Chagas disease drug development. Mem Inst Oswaldo Cruz [Internet]. 2022 [citado el 3 de agosto de 2023];117:e200501. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/mioc/a/WscLnxJK3KFLTVhzzffR8Mzs/>
 38. CDC. American trypanosomiasis [Internet]. Cdc.gov. 2021 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/dpdx/trypanosomiasisamerican/index.html>
 39. Catalá SS, Noireau F, Dujardin J-P. Biology of Triatominae. En: Telleria J, Tibayrenc M, editores. American Trypanosomiasis Chagas Disease. Elsevier; 2017. p. 145–67. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128010297000071>
 40. CDC. Triatomine Bug FAQs [Internet]. Focus Daily News. 2020 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: https://www.cdc.gov/parasites/chagas/gen_info/vectors/index.html
 41. Arbo A, Sanabria G, Martínez C. Influencia del Cambio Climático en las Enfermedades Transmitidas por Vectores. Rev. Inst. Med. Trop. [Internet]. 2022 Dec [cited 2023 Aug 02] ; 17(2) : 23-36. Available from: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-36962022000200023&lng=en.
 42. Garza M, Feria TP, Casillas EA, Sanchez-Cordero V, Rivaldi CL, Sarkar S. Projected future distributions of vectors of *Trypanosoma cruzi* in North America under climate change

- scenarios. PLoS Negl Trop Dis. 2014 May 15;8(5):e2818. doi: 10.1371/journal.pntd.0002818. PMID: 24831117; PMCID: PMC4022587. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4022587/>
43. Tidman R, Abela-Ridder B, de Castañeda RR. The impact of climate change on neglected tropical diseases: a systematic review. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2021 Jan 28;115(2):147-168. doi: 10.1093/trstmh/traa192. PMID: 33508094; PMCID: PMC7842100. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33508094/>
 44. Gorla DE, Xiao-Nong Z, Diotaiuti L, Khoa PT, Waleckx E, Souza R de CM de, et al. Different profiles and epidemiological scenarios: past, present and future. *Mem Inst Oswaldo Cruz [Internet].* 2022 [citado el 3 de agosto de 2023];117:e200409. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/mioc/a/xyfxnQFynRHJ79yygsbPPp/abstract/?lang=en>
 45. Quirós Ó, Jaramillo N, Angulo V., Parra G. *Triatoma dimidiata* en Colombia; distribución, ecología e importancia epidemiológica. *Biomédica [Internet].* 2017 June [cited 2023 Aug 02]; 37(2): 274-285. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572017000200274&lng=en. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i2.2893>.
 46. Méndez SA. Actualización de la Distribución de Triatominos en Colombia y Nuevos Registros de Infección con *Trypanosoma cruzi* en La Mesa, Cundinamarca [Internet]. *Edu.co.* 2020 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/51320/23739.pdf?sequence=1>
 47. Cazorla D. Revisión de los vectores de la enfermedad de Chagas en Venezuela (Hemiptera-Heteroptera, Reduviidae, Triatominae). *Saber [Internet].* 2016 Sep [citado 2023 Ago 03]; 28(3): 387-470. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622016000300003&lng=es.
 48. Garrido R, Bacigalupo A, Peña-Gómez F, Bustamante RO, Cattán PE, Gorla DE, Botto-Mahan C. Potential impact of climate change on the geographical distribution of two wild vectors of Chagas disease in Chile: *Mepraia spinolai* and *Mepraia gajardoi*. *Parasit Vectors.* 2019 Oct 14;12(1):478. doi: 10.1186/s13071-019-3744-9. PMID: 31610815; PMCID: PMC6792221. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31610815/>
 49. Organización Panamericana de la Salud. Guía para el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad de Chagas [Internet]. *Gov.co.* 2018 [citado el 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/guia-chagas-ops-2018.pdf>
 50. Schijman AG, Alonso-Padilla J, Longhi SA, Picado A. Parasitological, serological and molecular diagnosis of acute and chronic Chagas disease: from field to laboratory. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2022 May 23;117:e200444. doi: 10.1590/0074-02760200444. PMID: 35613155; PMCID: PMC9164950. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35613155/>
 51. Schijman A. G. (2018). Molecular diagnosis of *Trypanosoma cruzi*. *Acta tropica*, 184, 59–66. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.02.019>
 52. Pinazo M-J, Gascon J, Alonso-Padilla J. How effective are rapid diagnostic tests for Chagas disease? *Expert Rev Anti Infect Ther [Internet].* 2021;19(12):1489–94. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/14787210.2021.1873130>
 53. Castro-Sesquen YE, Tinajeros F, Bern C, Galdos-Cardenas G, Malaga ES, Valencia Ayala E, et al. The immunoglobulin M-Shed Acute Phase Antigen (SAPA)-test for the early diagnosis of congenital Chagas disease in the time of the elimination goal of mother-to-child transmission. *Clin Infect Dis [Internet].* 2021 [citado el 4 de agosto de 2023];73(2):e477–84. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32667981/>
 54. Noya Y, Jimenes F, Lopez J, Aliaga W, Colque B, Martinez L, et al. Control biológico de vectores de la enfermedad de Chagas con Microhimenopteros (Micro Avispas) [Internet]. *Org.bo.* 2019 [citado el 4 de agosto de 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/rcfb/v7n2/v7n2_a08.pdf
 55. Liu Q, Chen J, Zhou X-N. Preparedness for Chagas disease spreading worldwide. *Infect Dis Poverty [Internet].* 2020;9(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40249-020-00658-7>

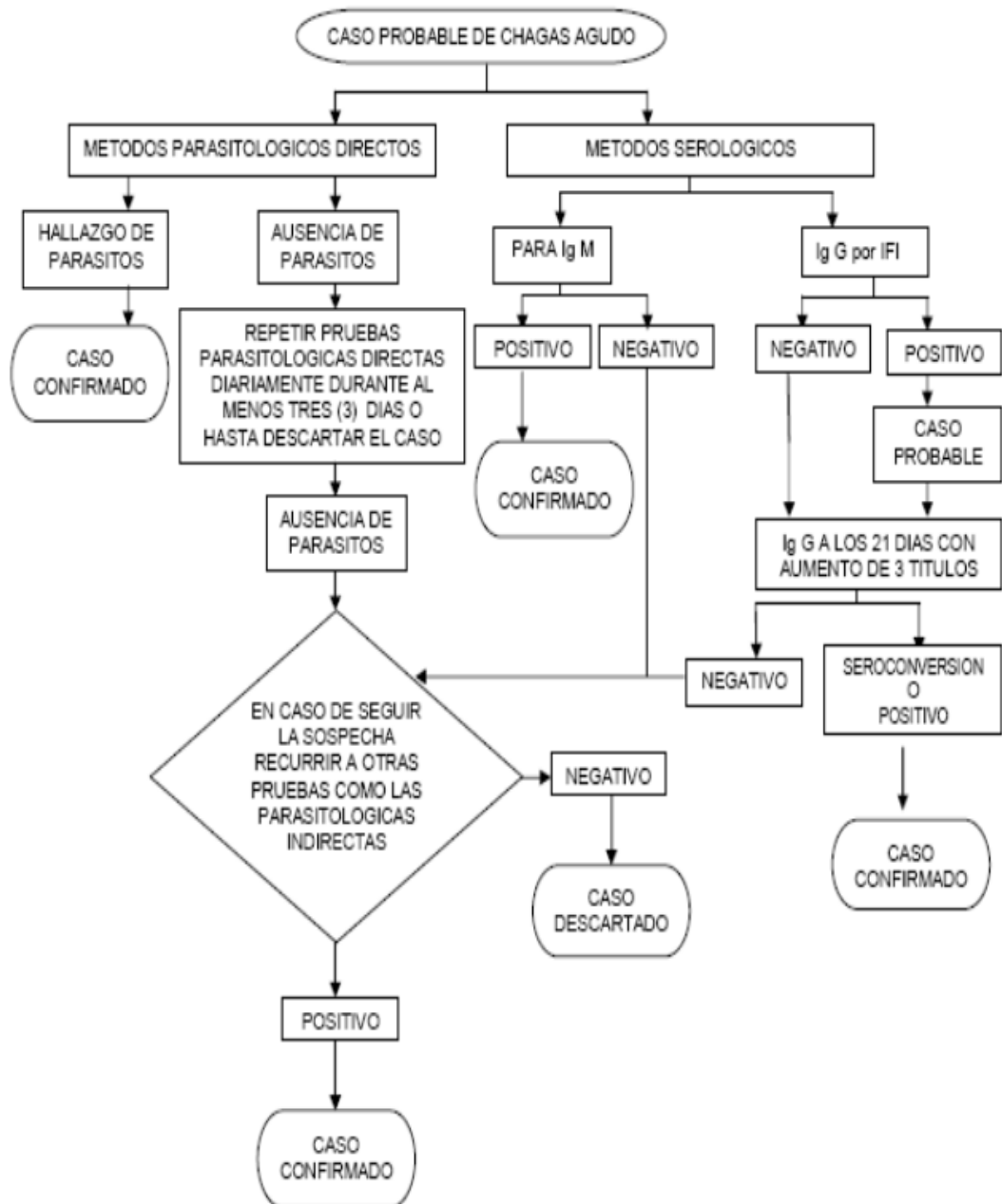
56. Parra-Henao G, Vera MJ. Chagas' disease: achievements and perspectives in Colombia. *Biomedica*. 2022 Jun 1;42(2):213-217. English, Spanish. PMID: 35867914; PMCID: PMC9342947. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9342947/>
57. Instituto nacional de salud. Protocolo para la vigilancia en salud pública de Chagas [Internet]. Gov.co. [citado el 4 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Documents/Salud%20P%C3%BAblica/Ola%20invernal/Protocolo%20Chagas.pdf>
58. García-Huertas P, Cardona-Castro N. Advances in the treatment of Chagas disease: Promising new drugs, plants and targets. *Biomed Pharmacother* [Internet]. 2021;142(112020):112020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332221008039>
59. Organización Panamericana de la Salud. La enfermedad de Chagas en las Américas: análisis de la situación actual y revisión estratégica de la agenda regional. Informe final, 14-16 de marzo del 2023, Medellín (Colombia) [Internet]. Paho.org. 2023 [citado el 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/enfermedad-chagas-americas-analisis-situacion-actual-revision-estrategica-agen>
60. Pérez-Molina JA, Crespillo-Andújar C, Bosch-Nicolau P, Molina I. Trypanocidal treatment of Chagas disease. *Enferm infecc microbiol clin (Engl)* [Internet]. 2020 [citado el 4 de agosto de 2023];39(9):458–70. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-trypanocidal-treatment-chagas-disease-S0213005X20301932>
61. Molina I, Salvador F, Sánchez-Montalvá A. Actualización en enfermedad de Chagas. *Enferm Infecc Microbiol Clin* [Internet]. 2016 [citado el 4 de agosto de 2023];34(2):132–8. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-actualizacion-enfermedad-chagas-S0213005X16000045>.

8. Anexos

Anexo 1. Flujoograma para el diagnóstico de la fase aguda.

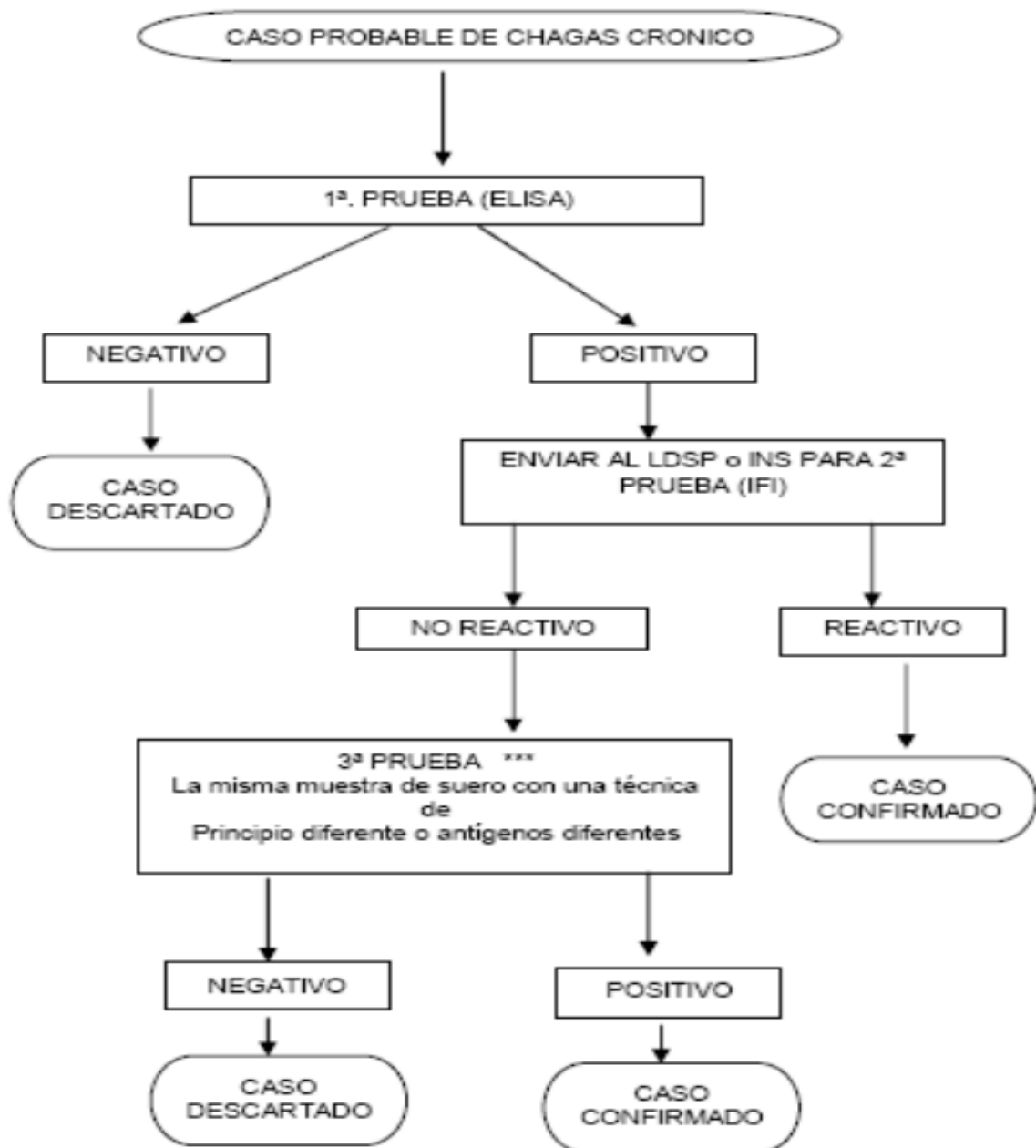
Tomado de: Ministerio de Salud y Protección social. Protocolo para la vigilancia en salud pública de chagas [Internet]. Gov.co. [citado el 4 de agosto de 2023]. Disponible en:

<https://www.minsalud.gov.co/Documents/Salud%20P%C3%BAblica/Ola%20invernal/Protocolo%20Chagas.pdf>



Anexo 2. Flujograma diagnóstico de la fase crónica de la enfermedad

Tomado de: Ministerio de Salud y Protección social. Protocolo para la vigilancia en salud pública de chagas [Internet]. Gov.co. [citado el 4 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Documents/Salud%20P%C3%BAblica/Ola%20invernal/Protocolo%20Chagas.pdf>



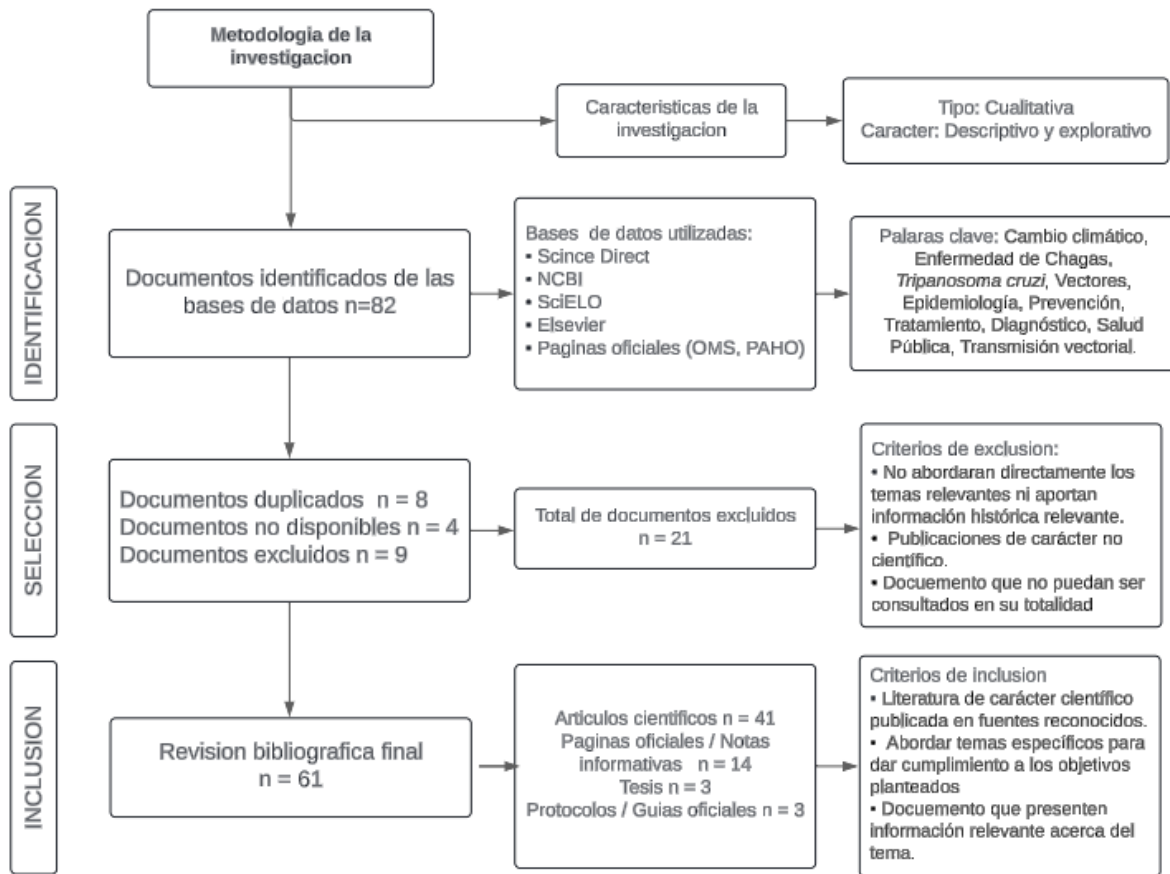
Anexo 3 Manejo Clínico para la Enfermedad de Chagas, Criterios y Recomendaciones, según la clasificación del paciente.

Fuente: Elaboración Propia

Clasificación de paciente	Características	Diagnóstico	Tratamiento	Seguimiento
Nuevo Caso (Fase Aguda)	Alta parasitemia, síntomas inespecíficos (fiebre, malestar general, inflamación en el sitio de la picadura). La fase aguda dura 1-2 meses y puede pasar desapercibida debido a los síntomas leves y generales.	Métodos parasitológicos directos: Microscopía de sangre fresca para detectar parásitos en sangre; Métodos de concentración (Microhematocrito, Micrometodo, Strout) si la microscopía directa no es concluyente. Serología: Pruebas de detección de IgM (IFI) y/o IgG si se sospecha una fase aguda, aunque la serología es más útil en la fase crónica.	Benznidazol o Nifurtimox durante 60 días. La elección del fármaco depende de la tolerancia y la disponibilidad. Los efectos secundarios comunes incluyen erupciones cutáneas, malestar gastrointestinal y neuropatía periférica.	Monitoreo clínico y parasitológico regular durante el tratamiento y seguimiento postratamiento para detectar recaídas. Evaluaciones mensuales durante el tratamiento y al menos una vez después de completar el tratamiento para asegurar la eficacia y manejar efectos secundarios.
Infección Crónica Asintomática	Sin síntomas, parasitemia baja e intermitente. La mayoría de los pacientes permanecen en esta fase indefinidamente. La fase crónica asintomática puede durar toda la vida, y los pacientes no son conscientes de su infección.	Pruebas serológicas: ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) como prueba inicial para detectar anticuerpos IgG. Si ELISA es positiva, confirmar con una segunda prueba serológica de principio diferente, como IFI (Inmunofluorescencia Indirecta) o HAI (Hemoaglutinación Indirecta). Si las dos pruebas son concordantes, el diagnóstico es confiable. Si son discordantes, realizar una tercera prueba.	Considerar tratamiento con Benznidazol o Nifurtimox, especialmente en personas jóvenes y mujeres en edad fértil, para reducir la transmisión congénita. El tratamiento puede no ser tan efectivo en pacientes mayores o en aquellos con infección crónica avanzada, y debe evaluarse caso por caso.	Monitoreo serológico anual para detectar cualquier cambio en la seropositividad o la aparición de síntomas. Seguimiento clínico regular para evaluar cualquier progresión a formas sintomáticas de la enfermedad.
Infección Crónica Sintomática	Síntomas crónicos, como cardiomiopatía chagásica (insuficiencia cardíaca, arritmias) y/o trastornos digestivos (megaesófago, megacolon). Esta fase puede desarrollarse años o décadas después de la infección inicial.	Pruebas serológicas (IgG); Evaluación clínica detallada, incluyendo ECG, ecocardiograma para evaluar afectación cardíaca, esofagograma y colon por enema para evaluar afectación digestiva. Otros estudios de imagen (RMN, TC) pueden ser necesarios según la afectación orgánica.	Tratamiento específico para complicaciones cardíacas (marcapasos, desfibriladores, medicamentos para insuficiencia cardíaca) y digestivas (cirugía para megaesófago o megacolon). Benznidazol o Nifurtimox pueden ser considerados, pero la eficacia en la fase crónica sintomática es limitada.	Evaluación clínica regular para manejo de complicaciones y ajuste de tratamientos sintomáticos. Monitoreo cardíaco continuo en pacientes con afectación cardíaca, y revisiones periódicas digestivas en pacientes con megaesófago o megacolon.
Recaída por Falla al Tratamiento	Reaparición de síntomas o parasitemia tras tratamiento previo. Puede deberse a resistencia al fármaco o a una respuesta inmune insuficiente.	Métodos parasitológicos directos (microscopía, métodos de concentración); Pruebas serológicas; PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) para detectar baja parasitemia. Evaluación clínica para determinar la extensión de la recaída.	Reevaluación y posible retratamiento con Benznidazol o Nifurtimox. Considerar combinación de tratamientos o cambio de fármaco. Manejo sintomático adicional según las complicaciones presentadas.	Monitoreo parasitológico y serológico intensivo para asegurar la eficacia del retratamiento y detectar posibles nuevas recaídas. Evaluaciones clínicas frecuentes para manejar cualquier síntoma recurrente o nuevo.

Anexo 4 Diseño metodológico

Fuente: Elaboración propia



Anexo 5 Organización por categorías de los artículos utilizados en este trabajo.

Reinfección	Infección en paciente previamente tratado y curado. Riesgo en áreas endémicas donde la exposición continua es posible.	Métodos parasitológicos directos; Pruebas serológicas; Evaluación clínica completa para determinar la diferencia entre recaída y nueva infección. Comparación con resultados anteriores de diagnóstico y tratamiento.	Benznidazol o Nifurtimox como en la fase aguda. Considerar medidas adicionales de prevención para evitar futuras reinfecciones, como mejorar la vivienda y el control vectorial en el área endémica.	Monitoreo clínico y parasitológico intensivo post-tratamiento. Educación del paciente sobre medidas preventivas para evitar nuevas reinfecciones. Seguimiento serológico para detectar cualquier cambio en el estado de infección.
-------------	--	---	--	--

Fuente: Elaboración propia

N	Q	Titulo	Autores	Año	Pais	Tematica	Tipo de referencia	Idioma
1	Q1	The effect of temperature increase on the development of <i>Rhodnius prolixus</i> and the course of <i>Trypanosoma cruzi</i> metacyclogenesis. PLOS Neglected Tropical Diseases	Laura D. Tamayo, Felipe Guhl, Gustavo A. Vallejo, Conceptualization, Methodology, Juan David Ramírez.	2018	USA	Temperatura / Cambio Climatico	Art investigacion	Ingles
2	Q1	Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases	Cyril Caminade, K. Marie McIntyre, Anne E. Jones	2018	USA	Temperatura / Cambio Climatico	Art revision	Ingles
3	Q1	The impact of climate change on the geographical distribution of two vectors of Chagas disease: implications for the force of infection	Paula Medone, ¹ Soledad Ceccarelli, ¹ Paul E. Parham, ^{2,3} Andreína Figuera, ^{4,†} and Jorge E. Rabinovich ¹	2015	UK	Temperatura / Cambio Climatico	Art investigacion	Ingles
4	NA	La enfermedad de Chagas (trypanosomiasis americana)	World Health Organization	2023	Suiza	Avances	Pagina oficial	Ingles
5	Q1	Modelling the climatic suitability of Chagas disease vectors on a global scale	Fanny E Eberhard, ^{1,2} Sarah Cunze, ^{1,2} Judith Kochmann, ^{1,2} and Sven Klimpel	2020	UK	Temperatura / Cambio Climatico	Art investigacion	Ingles
6	Q1	Preventing the transmission of American trypanosomiasis and its spread into non-endemic countries	Qin Liu & Xiao-Nong Zhou	2015	China	Avances	Art investigacion	Ingles
7	Q3	Climate Change And Chagas Disease In The Americas: A Qualitative Systematic Review	Brittany N. Graves	2019	USA	Temperatura / Cambio Climatico	Art investigacion	Ingles
8	NA	Enfermedad de Chagas	Pan American Health Organization	2020	USA	Avances	Pagina oficial	Ingles
9	NA	Menos del 10% de las personas con Chagas han sido diagnosticadas	Pan American Health Organization	2023	USA	Avances	Pagina oficial	Ingles
10	Q2	ROMPIENDO EL SILENCIO Una oportunidad para los pacientes de Chagas	Silvia Moriana, Gema Ortiz y Gonzalo Fanjul.	2016	España	Avances	Art revision	Español

11	Q1	Strategies to enhance access to diagnosis and treatment for Chagas disease patients in Latin America	Julio Alonso-Padilla, Nuria Cortés-Serra, María Jesús Pinazo, María Elena Bottazzib,c,d, Marcelo Abrile, Fabiana Barreiraf, Sergio Sosa-Estanig,h, Peter Jay Hotezb,c,d and Joaquim Gascón	2019	UK	Avances	Art revision	Ingles
12	NA	Día Mundial de la Enfermedad de Chagas 2023	Pan American Health Organization	2023	USA	Avances	Pagina oficial	Ingles
13	NA	62ª ASAMBLEA MUNDIAL DE LA SALUD Enfermedad de Chagas: control y eliminación	Pan American Health Organization	2009	USA	Avances	Notas descriptivas / informativas	Ingles
14	NA	Enfermedad de Chagas	World Health Organization	2023	Suiza	Avances	Pagina oficial	Ingles
15	NA	Otros 33 municipios de Colombia bloquearon la transmisión de la enfermedad de Chagas	Ministerio de Salud y Protección Social	2019	Colombia	Avances	Notas descriptivas / informativas	Español
16	Q2	Chagas disease in the context of the 2030 agenda: global warming and vectors	Rita de Cássia Moreira de Souza, 1 David E Gorla, 2 Marcia Chame, 3 Nicolas Jaramillo, 4 Carlota Monroy, 5 and Lileia Diotaiuti	2022	Brazil	Temperatura / Cambio Climatico	Art revision	Ingles
17	NA	Working to Overcome the Global Impact of Neglected Tropical Diseases Annexe I First WHO report on neglected tropical diseases	World Health Organization	2010	Suiza	Avances	Notas descriptivas / informativas	Ingles
18	Q2	Human Chagas Disease and Migration in the Context of Globalization: Some Particular Aspects	João Carlos Pinto Dias*	2013	UK	Temperatura / Cambio Climatico	Art revision	Ingles
19	NA	Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	Comisión Económica para América Latina y el Caribe	2015	Chile	Avances	Pagina oficial	Ingles
20	Q1	Climate change: an enduring challenge for vector-borne disease	Joacim Rocklöv#1 and Robert Dubrow	2020	UK	Temperatura / Cambio Climatico	Art revision	Ingles

		prevention and control						
21	Q3	Chagas cardiomyopathy and heart failure: From epidemiology to treatment Cardiopatia chagásica e insuficiência cardíaca: da epidemiologia ao tratamento	<u>Érico Santos, Luiz Menezes Falcão</u>	2020	Brasil	Avances	Art investigacion	Ingles
22	Q1	American trypanosomiasis (Chagas disease)	Luis E Echeverria y Carlos A Morillo	2019	USA	Avances	Art revision	Ingles
23	Q1	Chagas Disease: Epidemiology and Barriers to Treatment	Rogger M, Mills MD	2020	USA	Avances	Art investigacion	Ingles
24	Q3	Situacion actual del programa de control de las enfermedades de Chagas en Colombia, logros y perspectivas.	Juan David Giraldo, Dolly Johanna Parra, Verinica Pinel, Yenny Constanza Vargas	2008	Colombia	Avances	Art revision	Español
25	Q1	Chagas disease	José A Perez Molina	2018	UK	Avances	Art revision	Ingles
26	NA	GUÍA PARA LA VIGILANCIA POR LABORATORIO DEL Trypanosoma cruzi	Instituto Nacional de Salud	2017	Colombia	Avances	Guia/Protocolo	Español
27	Q2	Accuracy of Diagnostic Tests for the Detection of Chagas Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis	Mayron Antonio Candia-Puma, Laura Yesenia Machaca-Luque, Brychs Milagros Roque-Pumahuanca, Alexsandro Sobreira Galdino, Rodolfo Cordeiro Giunchetti, Eduardo Antonio Ferraz Coelho y Miguel Angel Chávez-Fumagalli	2022	USA	Avances	Art revision	Ingles
28	Q4	Enfermedad de Chagas (trypanosomiasis americana)	Guillermo Murillo-Godínez	2018	Mexico	Avances	Art revision	Ingles
29	Q4	HISTORIA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS	José Ruiz Guzmán.	2008	Bolivia	Avances	Art revision	Español
30	NA	Evaluación Internacional de la situación epidemiológica y de control de Chagas en	Pan American Health Organization	2019	Colombia	Temperatura / Cambio Climatico	Pagina oficial	Español

		34 Municipios de los departamentos de Arauca, Boyacá, Casanare, Norte Santander, Santander y Vichada, Colombia						
31	Q3	EPIDEMIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS	Francisco Ruiz Lander	2015	España	Avances	Art investigacion	Español
32	NA	ENFERMEDAD DE CHAGAS	Ministro de salud y Protección social	2013	Colombia	Avances	Pagina oficial	Español
33	Q2	Trypanosoma Cruzi Genome: Organization, Multi-Gene Families, Transcription, and Biological Implications	Alfonso Herreros-Cabello, Francisco Callejas-Hernández, Núria Gironès y Manuel Fresno.	2020	España	Avances	Art investigacion	Ingles
34	Q1	Chagas disease as example of a reemerging parasite	Jeannette Guarner	2019	USA	Avances	Art investigacion	Ingles
35	Q2	Cell Biology of Trypanosoma cruzi	Wanderley De Souza	2008	USA	Avances	Art revision	Ingles
36	Q1	The effect of temperature increase on the development of Rhodnius prolixus and the course of Trypanosoma cruzi metacyclogenesis	Laura D Tamayo, Felipe Guhl, Gustavo A Vallejo, Juan David Ramírez	2018	USA	Temperatura / Cambio Climatico	Art investigacion	Ingles
37	Q2	The translational challenge in Chagas disease drug development	Kratz JM, Gonçalves KR, Romera LM, Moraes CB, Bittencourt-Cunha P, Schenkman S	2022	Brasil	Avances	Art revision	Ingles
38	NA	American Trypanosomiasis	Centers for Disease Control and Prevention	2021	USA	Avances	Pagina oficial	Ingles
39	Q1	Biology of Triatominae	S:S Catalá, F. Noireau, J.P Dujardin	2017	USA	Avances	Art revision	Ingles
40	NA	Triatomine Bug FAQs	CDC	2020	USA	Temperatura / Cambio Climatico	Pagina oficial	Ingles
41	Q3	Influencia del Cambio Climático en las Enfermedades Transmitidas por Vectores.	Antonio Arbo, Gabriela Sanabria, Celia Martinez	2022	Paraguay	Temperatura / Cambio Climatico	Art investigacion	Español
42	Q1	Projected Future Distributions of Vectors of Trypanosoma cruzi in North America under	Miroslava Garza, Teresa Patricia Feria, Edgar A. Casillas, Victor Sanchez-Cordero, Chissa-Louise Rivaldi, Sahotra Sarkar.	2014	USA	Temperatura / Cambio Climatico	Art investigacion	Ingles

		Climate Change Scenarios						
43	Q2	The impact of climate change on neglected tropical diseases: a systematic review	Rachael Tidman, Bernadette Abela-Ridder, Rafael Ruiz de Castañeda.	2021	USA	Temperatura / Cambio Climatico	Art revision	Ingles
44	Q2	Different profiles and epidemiological scenarios: past, present and future	David E Gorla, Zhou Xiao-Nong, Lileia Diotaiuti, Pham Thi Khoa, Etienne Waleckx, Liu Qin, Truong Xuan Lam, Hector Freilij, Rita de Cássia Moreira de Souza	2022	Brasil	Temperatura / Cambio Climatico	Art investigacion	Ingles
45	Q3	Triatoma dimidiata en Colombia; distribución, ecología e importancia epidemiológica	Óscar Quirós-Gómez, Nicolás Jaramillo, Víctor Angulo, Gabriel Parra-Henao, .	2017	Colombia	Avances	Art revision	Español
46	Repositorio Universidad de los Andes	Actualización de la Distribución de Triatomíneos en Colombia y Nuevos Registros de Infección con Trypanosoma cruzi en La Mesa, Cundinamarca	Sergio Andrés Méndez Cardona	2020	Colombia	Temperatura / Cambio Climatico	Tesis	Español
47	NA	Revisión de los vectores de la enfermedad de Chagas en Venezuela (Hemiptera-Heteroptera, Reduviidae, Triatominae)	Dalmiro Cazorla-Perfetti	2016	Venezuela	Temperatura / Cambio Climatico	Tesis	Español
48	Q1	Potential impact of climate change on the geographical distribution of two wild vectors of Chagas disease in Chile: Mepraia spinolai and Mepraia gajardoii	Ruben Grrido, Antonella Bacigalupo, Francisco Peña Gomez, Ramiro O Bustamante, Pedro E Cattán, David E Gorla, Carezza Botto Mahan.	2019	Chile	Temperatura / Cambio Climatico	Art investigacion	Ingles
49	NA	Guía para el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad de Chagas	World Health Organization, Pan American Health Organization	2018	USA	Avances	Guia/Protocolo	Ingles
50	Q2	Parasitological, serological and molecular diagnosis of	Alejandro Gabriel Schijman, Julio Alonso-	2022	Brazil	Avances	Art investigacion	Ingles

		acute and chronic Chagas disease: from field to laboratory	Padilla, Silvia Andrea Longhi, Albert Picado					
51	Q1	Molecular diagnosis of Trypanosoma cruzi	Alejandro G. Schijman	2018	Argentina	Avances	Art revision	Ingles
52	Q1	How effective are rapid diagnostic tests for Chagas disease?	Maria-Jesus Pinazo, Joaquim Gascon & Julio Alonso-Padilla	2021	España	Avances	Art investigacion	Ingles
53	Q1	The Immunoglobulin M-Shed Acute Phase Antigen (SAPA)-test for the Early Diagnosis of Congenital Chagas Disease in the Time of the Elimination Goal of Mother-to-Child Transmission	Yagahira E Castro-Sesquen, Freddy Tinajeros, Caryn Bern, Gerson Galdos-Cardenas, Edith S Malaga, Edward Valencia Ayala, Kathryn Hjerrild, Steven J Clipman, Andrés G Lescano, Tabitha Bayangos, Walter Castillo, María Carmen Menduiña, Kawsar R Talaat, Robert H Gilman	2021	UK	Avances	Art investigacion	Ingles
54	Repositorio Universidad publica de Bolivia	Control biológico de vectores de la enfermedad de Chagas con Microhimenopteros (Micro Avispas)	Yessenia Noya, Fresia Jimenes, Jassiel Lopez, Wenny Aliaga, Byron Colque, Luis Martinez, Giorgia Callapa.	2019	Bolivia	Temperatura / Cambio Climatico	Tesis	Ingles
55	Q1	Preparedness for Chagas disease spreading worldwide	Qin Liu. Jin Chen y Xiao-Nong Zhou	2020	China	Temperatura / Cambio Climatico	Art investigacion	Ingles
56	Q3	Enfermedad de Chagas, logros y perspectivas en Colombia	Gabriel Parra Henao y Mauricio Javier Vera	2022	Colombia	Avances	Art investigacion	Español
57	NA	Guia-Protocolo para la vigilancia en salud publica de Chagas	instituto Nacional de Salud, Ministerio de la Proteccion social	2015	Colombia	Avances	Guia/Protocolo	Español
58	Q1	Advances in the treatment of Chagas disease: Promising new drugs, plants and targets	Paola Garcia Huertas y Nora Cardona Castro	2021	Colombia	Avances	Art revision	Ingles
59	NA	La enfermedad de Chagas en las Américas: análisis de la situación actual y revisión estratégica de la agenda regional. Informe final, 14-16 de	Organizacion Panamericana de Salud	2023	Colombia	Avances	Notas descriptivas / informativas	Español

		marzo del 2023, Medellín (Colombia)						
60	Q3	Trypanocidal treatment of Chagas disease	Jose A. Pérez-Molinaa, , Clara Crespillo- Andújara, Pau Bosch- Nicolaub, Israel Molina	2020	España	Avances	Art revision	Ingles
61	Q3	Actualización en enfermedad de Chagas	Israel molina	2015	España	Avances	Art revision	Español

Lista de Figuras

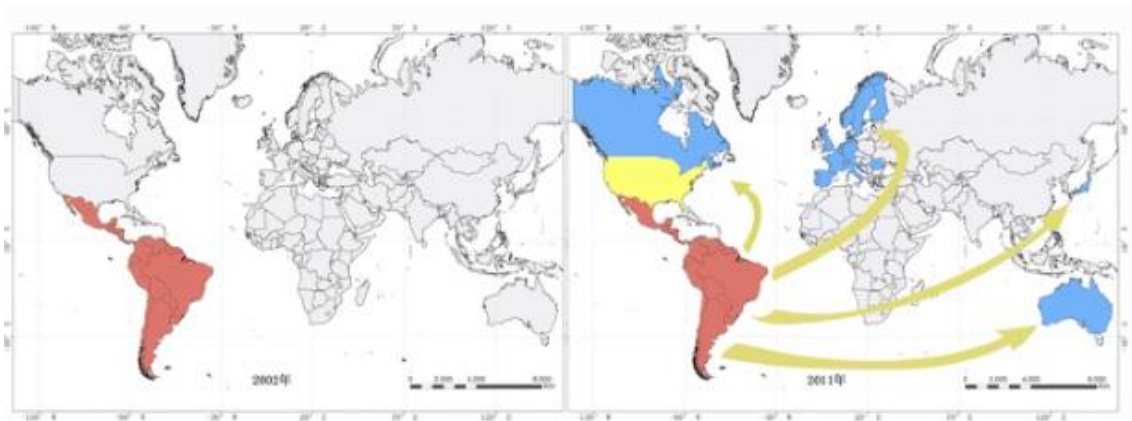


Figura 1. Tomado de: Liu Q, Zhou X-N. Preventing the transmission of American trypanosomiasis and its spread into non-endemic countries. *Infect Dis Poverty* [Internet]. 2015 [consultado el 1 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40249-015-0092-7>

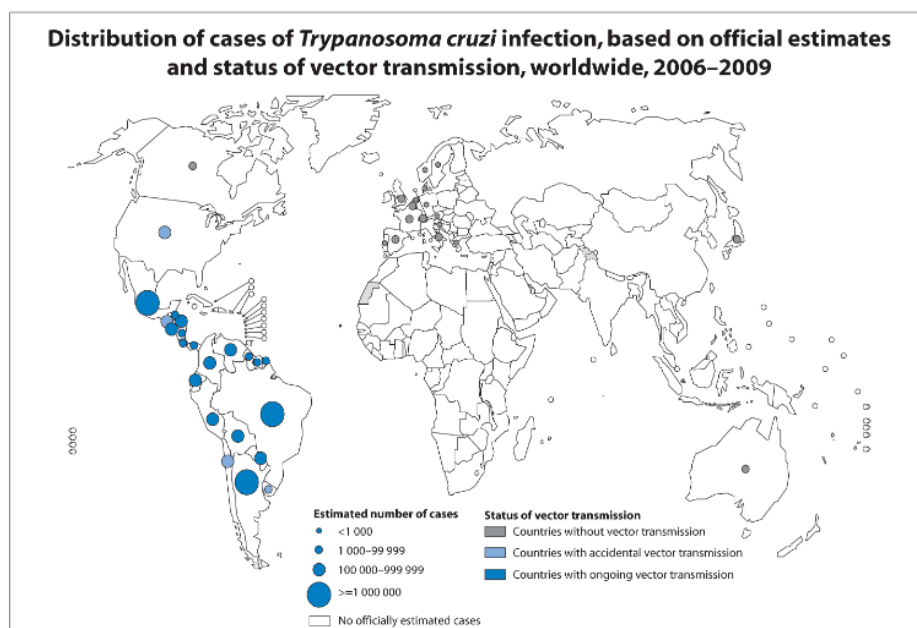


Figura 2. WHO [Internet]. Who.int. [citado el 2 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://gamapserver.who.int/mapLibrary/app/searchResults.aspx>

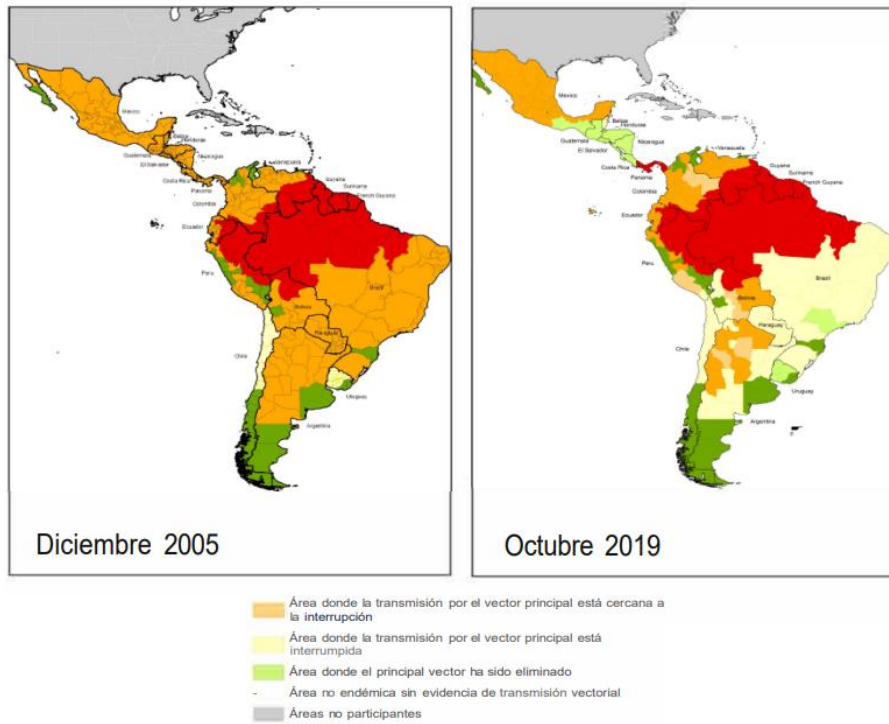


Figura 3. Ruiz F. EPIDEMIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS [Internet]. docta.ucm.es. 2015 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/Francisco%20Ruiz%20Lander.pdf>

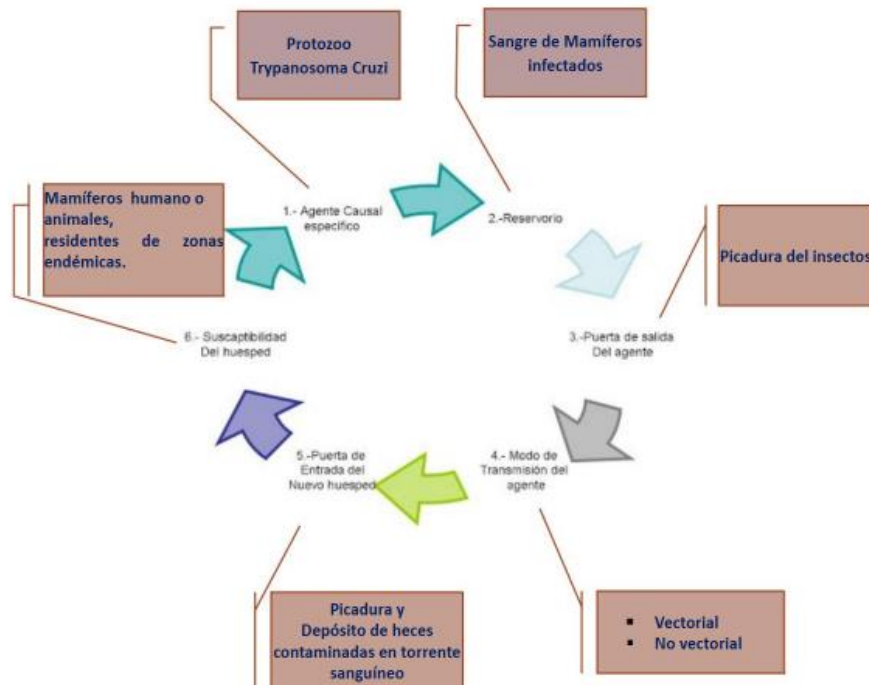


Figura 4 Vicent HM. Cadena epidemiológica enfermedad chagas [Internet]. Issuu. 2017 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: https://issuu.com/mauriciovicent/docs/cadena_epidemiologica_enfermedad_ch

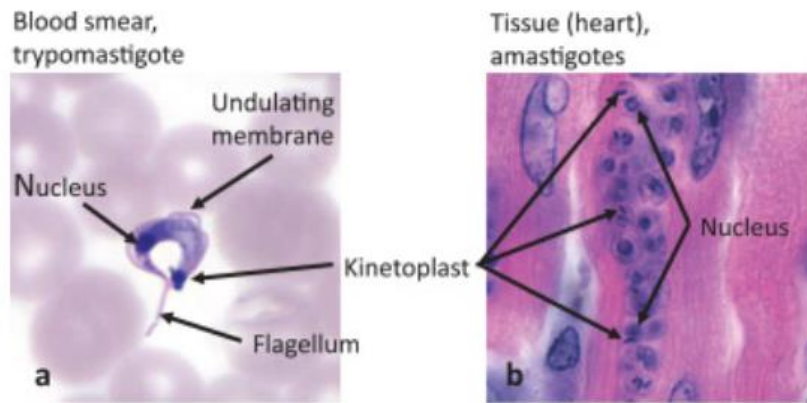


Figura 5 Guarner J. Chagas disease as example of a reemerging parasite. Semin Diagn Pathol [Internet]. 2019;36(3):164–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740257019300401>

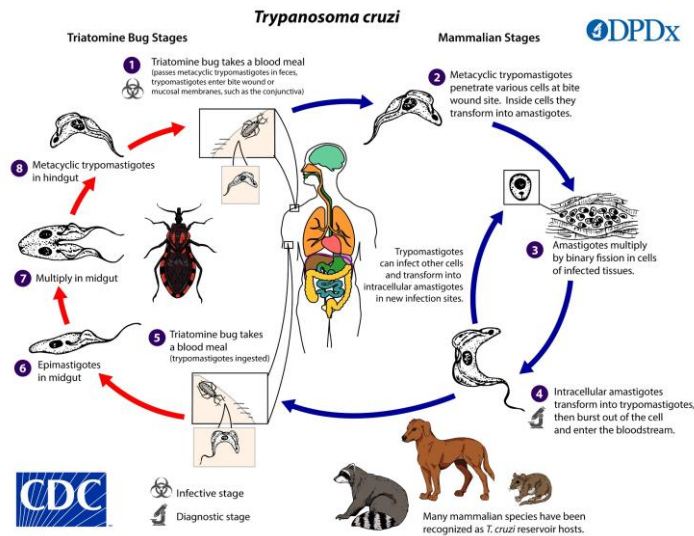


Figura 6 American trypanosomiasis [Internet]. Cdc.gov. 2021 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/dpdx/trypanosomiasisamerican/index.html>



Figura 7 Guest Post. Watch out there's an increase in Texas kissing bug population [Internet]. Focus Daily News. 2020 [citado el 3 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.focusdailynews.com/watch-out-theres-an-increase-in-texas-kissing-bug-population/>

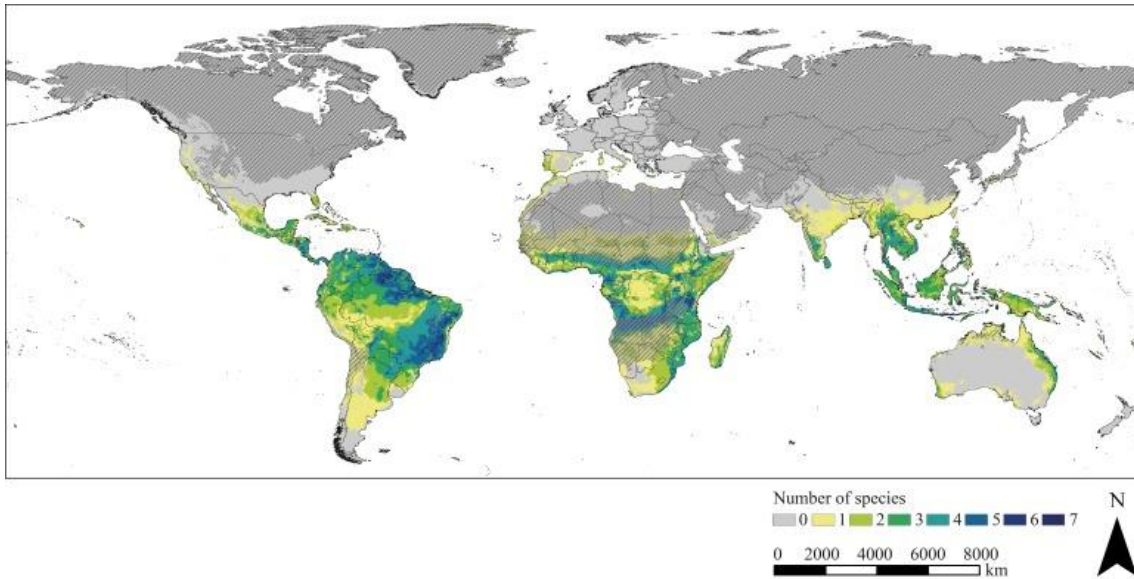


Figura 8 Eberhard FE, Cunze S, Kochmann J, Klimpel S. Modelling the climatic suitability of Chagas disease vectors on a global scale. eLife [Internet]. 2020 May 6 [citado 2023 Apr 23];9. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7237218/>

IDIOMA DE LA PUBLICACIÓN

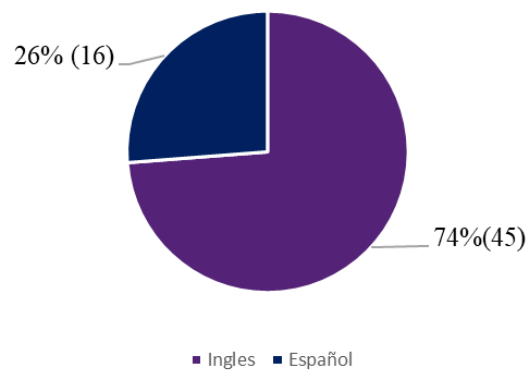


Figura 9 Distribución porcentual de las referencias según el idioma de publicación. Elaboracion propia

AÑO DE PUBLICACIÓN

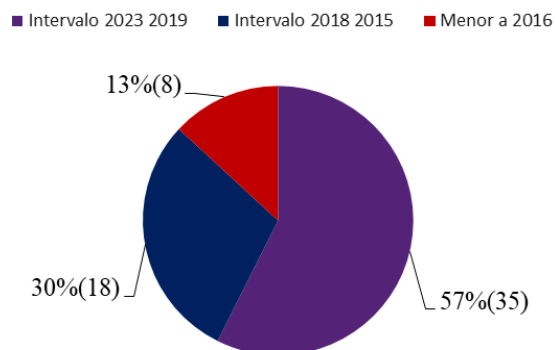


Figura 10 Distribución porcentual de las referencias según año de publicación. Elaboracion propia

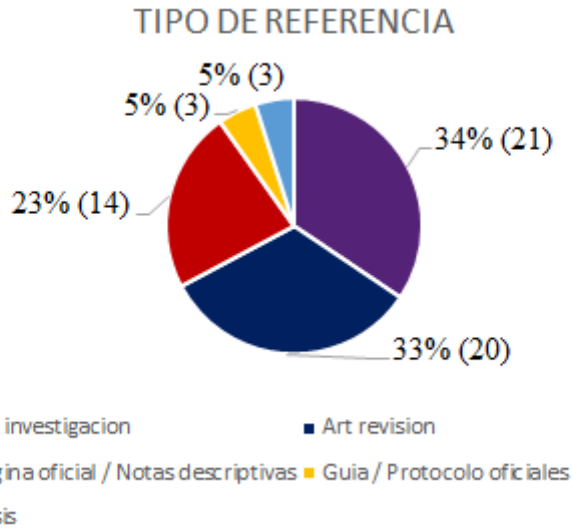


Figura 11 Distribución porcentual de las referencias según el tipo de referencia. Elaboracion propia

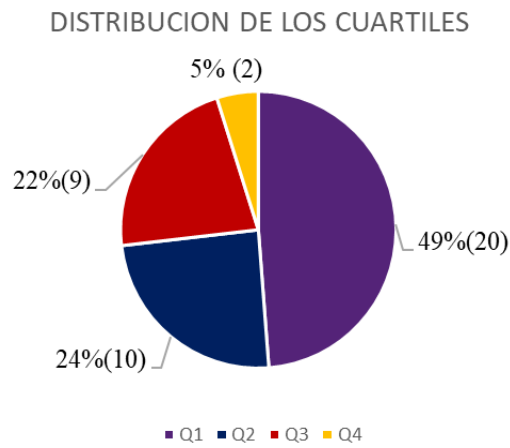


Figura 12 Distribución porcentual de las referencias según los cuartiles. Elaboracion propia

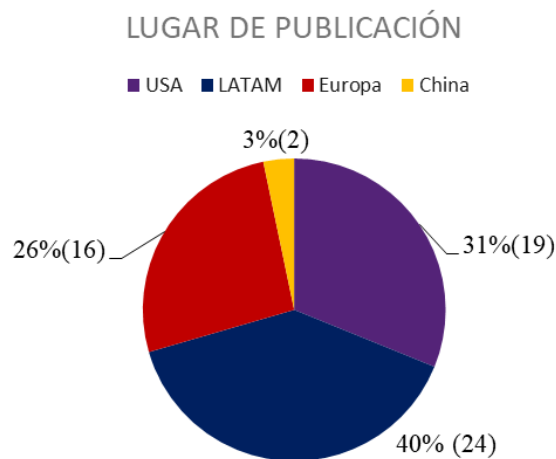


Figura 13 Distribución porcentual de las referencias según el lugar de publicación. Elaboracion propia

TEMA DE INTERÉS

■ Ultimos avances ■ Cambio climatico

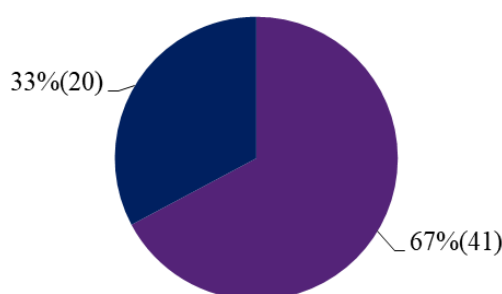


Figura 14 Distribución porcentual de las referencias según el lugar de publicación. Elaboracion propia

Lista de tablas

	Especie	Distribución actual del vector	Posible Distribución futura del vector	Condiciones climáticas	Referencias
1	<i>Triatoma infestans</i>	Centro América, América del Sur, principalmente en Argentina, Bolivia, Paraguay y algunas áreas de Brasil y Uruguay.	Cono Sur de América, partes de Brasil, Bolivia y Perú, México, el Caribe y Florida (EE. UU.), el Sur de África, partes de la Península Arábiga, el Oeste y Sur de Australia, Nueva Zelanda y en Europa: Portugal, España, Francia, Italia, Grecia, Irlanda y Gran Bretaña	Regiones templadas y semiáridas	5, 43
2	<i>Triatoma sordida</i>	América del Sur, especialmente en países como Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay.	Cono Sur de América, partes de Brasil, Bolivia y Perú, México, el Caribe y Florida (EE. UU.), el Sur de África, partes de la Península Arábiga, el Oeste y Sur de Australia, Nueva Zelanda y en Europa: Portugal, España, Francia, Italia, Grecia, Irlanda y Gran Bretaña	Regiones templadas y semiáridas	5
3	<i>Triatoma brasiliensis</i>	Brasil	Sur de África Occidental, norte y sur de África Central y África	Clima seco y húmedo de sabana	5, 43
4	<i>Triatoma maculata</i>	Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam y la Guayana Francesa	Norte de Brasil, Perú, África central y partes del sudeste asiático (Malasia, Indonesia, Filipinas, Nueva Guinea)	Clima principalmente tropical	5

5	<i>Triatoma dimidiata</i>	Sur de México, centro América, Colombia, Ecuador y norte de Perú	Regiones tropicales de América del Sur, América Central, el Caribe, África Central y Oriental, el este de Madagascar, el sur de la India y Sri Lanka y en todo el sudeste asiático	Clima tropical húmedo	5, 43, y 44
6	<i>Rhodnius brethesi</i>	Colombia, Brasil y Venezuela	Región amazónica en América del Sur y el sudeste asiático (Indonesia, Malasia, Nueva Guinea)	Clima tropical húmedo ecuatorial	2, 45 y 46
7	<i>Panstrongylus geniculatus</i>	desde el sur de México hasta al norte de Argentina contando islas del caribe	regiones tropicales de América del Sur, América Central, el Caribe, África Central y Oriental, el este de Madagascar, el sur de la India y Sri Lanka y en todo el sudeste asiático	Clima tropical húmedo	5, 43, 45 y 46
8	<i>Panstrongylus megistus</i>	Desde el sur de México hasta el norte de Argentina	Regiones tropicales de América del Sur, América Central, el Caribe, África Central y Oriental, el este de Madagascar, el sur de la India y Sri Lanka y en todo el sudeste asiático	Clima tropical húmedo	5,46
9	<i>Rhodnius prolixus</i>	Centroamérica, Colombia y Venezuela	Regiones tropicales de América del Sur, América Central, el Caribe, África Central y Oriental, el este de Madagascar, el sur de la India y Sri Lanka y en todo el sudeste asiático	Clima tropical húmedo	5,44
10	<i>Rhodnius ecuadoriensis</i>	Ecuador	Oeste de Ecuador, partes de Indonesia, Malasia y Papúa-Nueva Guinea, así como en la cuenca del Congo	Clima tropical húmedo ecuatorial	5

Tabla 1 Posible expansión de las especies de Triatominos: Distribución Actual y Posible Futura.

Fármacos/Compuesto	Actividad contra <i>T. cruzi</i>	Resultados en estudios	Estado de desarrollo
Benznidazol combinado	Reducción de efectos secundarios, mayor eficiencia	Reducción de la detección de parásitos, resultados variables según ubicación geográfica.	Uso clínico, en investigación.
Fexinidazol	Alta eficiencia en curar infecciones agudas y crónicas en modelos animales	Buen perfil farmacológico y toxicológico	En ensayos clínicos de fase II

Triazoles (itraconazol, voriconazol, posaconazol, ravuconazol)	Actividad tripanocida in vitro e in vivo	Resultados variables en ensayos clínicos	Algunos en ensayos clínicos, otros en desarrollo
Alopurinol	Eficacia controvertida en humanos, efecto sinérgico en combinación con benznidazol en ratones	Algunos resultados positivos en pacientes crónicos	Resultados mixtos en ensayos clínicos
AN4169 (Oxaborol)	Alta eficacia in vitro, cura en infección aguda en ratones con administración continua	En investigación preclínica	En investigación
GNF6702 (azabenzoxazol)	Efectivo en infección crónica en ratones	Bien tolerado en ratones	En pruebas toxicológicas preclínicas

Tabla 2 Actualización del Estado de Desarrollo de Tratamientos contra *T. cruzi* (57)

País	Plantas con actividad antiparasitaria	Formas de <i>T. cruzi</i> afectadas	Resultados
Colombia	<i>Guarea polymera</i> , <i>Marila laxiflora</i> , <i>Conobea scoparioides</i> , <i>Otoba novogranatensis</i> , <i>Otoba parviflora</i> , <i>Annona muricata</i> , <i>Rollinia exsucca</i> , <i>Rollinia pittieri</i> , <i>Xylopia aromatica</i> , y otras	Epimastigotes, tripomastigotes, amastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro e in vivo
Brasil	<i>Trichilia catigua</i> , <i>Polygala sabulosa</i> , <i>Polygala cyparissias</i> , <i>Baccharis platypoda</i> , <i>Eugenia jambolana</i> , <i>Handroanthus impetiginosa</i> , <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Ruta graveolens</i> , y otras	Epimastigotes, tripomastigotes, amastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro e in vivo
Mexico	<i>Eryngium heterophyllum</i> , <i>Haematoxylum brasiletto</i> , <i>Marrubium vulgare</i> , <i>Schinus molle</i> , <i>Serjania yucatanensis</i> , <i>Bourreria pulchra</i> , <i>Persea americana</i> , <i>Carica papaya</i> , y otras	Epimastigotes, tripomastigotes, amastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro e in vivo
Argentina	<i>Eupatorium buniifolium</i> , <i>Lippia integrifolia</i> , <i>Mulinum spinosum</i> , <i>Satureja parvifolia</i> , <i>Vernonanthura nebularum</i> , <i>Elephantopus mollis</i> , <i>Mikania micrantha</i> , <i>Smallanthus sonchifolius</i> , y otras	Epimastigotes, tripomastigotes, amastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro e in vivo
Chile	<i>Podanthus ovatifolius</i> , <i>Berberis microphylla</i> , <i>Kageneckia oblonga</i> , <i>Drimys winteri</i> , y otras	Tripomastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro
Otros países	<i>Scoparia dulcis</i> , <i>Acnistus arborescens</i> , <i>Maianthemum paludicola</i> , <i>Chromolaena leivensis</i> , <i>Piper aeruginosibaccum</i> , <i>Caesalpinia paraguariensis</i> , <i>Argemone subfusiformis</i> , <i>Piper barbatum</i> , <i>Annona muricata</i> , y otras	Epimastigotes, tripomastigotes, amastigotes	Actividad antiparasitaria in vitro

Tabla 3 Actualizacion plantas medicinales usadas contra la infección por *T cruzi* (60)