



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA**

INSTITUTO DE CIENCIAS

POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

“La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra”



**ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN POLIDOPAMINA-ENOLASA Y FACTORES
SOCIOAMBIENTALES DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS**

TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta

MIGUEL ORTEGA CABALLERO

Directora de tesis:
Dra. Alia Méndez Albores



Julio 2023



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

INSTITUTO DE CIENCIAS

POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



“La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra”

ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN POLIDOPAMINA-ENOLASA Y FACTORES SOCIOAMBIENTALES DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta

MIGUEL ORTEGA CABALLERO

Comité tutorial:

Directora	Dra. Alia Méndez Albores
Tutor	Dr. Alejandro Carabarin Lima
Integrante Comité Tutorial	Dra. María Lilia Cedillo Ramírez
Integrante Comité Tutorial	Dra. Sonia Emilia Silva Gómez
Integrante Comité Tutorial	Dra. Erika Méndez Albores

Julio 2023

ÍNDICE

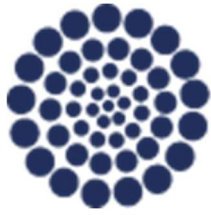
1. Resumen	6
2. Introducción	7
3. Planteamiento del problema	10
4. Preguntas de investigación	12
5. Hipótesis	12
6. Justificación	14
7. Objetivos	16
a. Objetivo general	16
b. Objetivos específicos	16
c. Objetivo social	16
8. Marco Teórico	18
a. Antecedentes/Paleo parasitología de <i>T. cruzi</i>	18
b. Ciclo de Vida de <i>T. cruzi</i>	19
c. Vías de Transmisión	20
d. Etapas de la Enfermedad de Chagas	20
e. Diagnóstico de la Enfermedad de Chagas	21
f. Tratamientos de la Enfermedad de Chagas	23
g. Antígenos usados para el Diagnostico de la Enfermedad de Chagas	23
h. Enolasa de Trypanosoma cruzi, su respuesta inmunogénica y polidopamina como posible potenciador en una prueba de diagnóstico en la ECH	26
i. Docking Molecular	27
j. Selección del Software y Preparación de Proteínas y Ligandos:	28
k. Selección de la Proteína en el Protein Data Bank	29
9. Metodología de trabajo	32
10. Metodología de la encuesta	34
a. Cambio de hipótesis a hipótesis estadísticas	34
b. Elaboración de la encuesta	34
c. Validación de la encuesta	39
d. Cálculo de la muestra poblacional y criterios de selección	40
e. Prueba piloto y Determinación de confiabilidad Alfa de Cronbach	41
f. Análisis estadístico de la información recabada: Análisis descriptivo e Inferencial con la Prueba de Independencia de Variables del Estadístico Chi-cuadrado	42
g. Resultados de la parte estadística	44
11. Metodología del Docking Molecular	62
a. Preparación de proteína receptora y ligando: selección de software, diseño y optimización del ligando y optimización de proteína	62
b. Acoplamiento molecular	63

c. Resultados del docking molecular.....	64
12. Resultados y Discusión:	66
a. Resultados y discusión de la parte social	66
b. Resultados y discusión del docking molecular.....	68
13. Conclusiones	72
14. Referencias bibliográficas	74
14. Productos del proyecto	28

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. <i>Diagrama de flujo del estudio analítico-experimental del docking molecular</i>	32
Figura 2. <i>Diagrama de flujo del estudio descriptivo-inferencial de la encuesta aplicada</i> ...	32
Figura 3. <i>Valores de alfa y omega calculados en jamovi</i>	42
Figura 4. <i>Representación del estadístico chi cuadrado.</i>	43
Figura 5. <i>Gráfica barras de edades de personas entrevistadas para el estudio en Izúcar de Matamoros, Puebla</i>	44
Figura 6. <i>Gráfico barras de distribución del índice de respuesta por colonia de la encuesta aplicada.</i>	45
Figura 7. <i>Mapa de calor de la zona de estudio</i>	45
Figura 8. <i>Gráfica de pastel del sexo de los encuestados</i>	46
Figura 9. <i>Gráfica de pastel del conocimiento de la ECH.</i>	46
Figura 10. <i>Gráfica de pastel del avistamiento del vector de manera intradomiciliaria o en alrededores de las casas de los encuestados.</i>	47
Figura 11. <i>Gráfica de pastel de presencia de potenciales reservorios de la ECH</i>	47
Figura 12. <i>Gráfica de pastel de cambio de uso de suelo por categorías en la zona de estudio</i>	48
Figura 13. <i>Gráfica de pastel de participación de concientización de los pobladores de la zona de estudio</i>	48
Figura 14. <i>Estadístico de Chi-cuadrado de Minitab pared por avistamiento</i>	51
Figura 15. <i>Estadístico de Chi-cuadrado de Minitab techo por avistamiento</i>	53
Figura 16. <i>Estadístico de Chi-cuadrado de Minitab suelo por avistamiento</i>	55
Figura 17. <i>Estadístico de Chi-cuadrado de Minitab estación del año por avistamiento</i>	57
Figura 18. <i>Estadístico de Chi-cuadrado de Minitab cambio de uso de suelo del año por avistamiento</i>	59
Figura 19. <i>Modelo de la enolasa de Trypanosoma cruzi.</i>	62
Figura 20. <i>Estructura del ligando de la polidopamina</i>	63
Figura 21. <i>Secuencia aminoacídica de la enolasa de T. cruzi con aminoácidos que traducen a linfocitos T y B.</i>	69

Tabla 1. <i>Información del cuestionario a aplicar</i>	35
Tabla 2. <i>Frecuencias observadas de material predominante: "pared"</i>	49
Tabla 3. <i>Frecuencia porcentual de material predominante: "pared"</i>	49
Tabla 4. <i>Frecuencias esperadas de material predominante: "pared"</i>	50
Tabla 5. <i>Cálculo de Chi cuadrado para material predominante: "pared"</i>	50
Tabla 6. <i>Frecuencias observadas de material predominante: "techo"</i>	51
Tabla 7. <i>Frecuencia porcentual de material predominante "techo"</i>	52
Tabla 8. <i>Frecuencias esperadas de material predominante: "techo"</i>	52
Tabla 9. <i>Cálculo de Chi cuadrado para material predominante: "techo"</i>	52
Tabla 10. <i>Frecuencias observadas de material predominante: "suelo"</i>	53
Tabla 11. <i>Frecuencia porcentual de material predominante: "suelo"</i>	54
Tabla 12. <i>Frecuencias esperadas: material predominante: "suelo"</i>	54
Tabla 13. <i>Cálculo de Chi cuadrado para material predominante: "suelo"</i>	54
Tabla 14. <i>Frecuencias observadas de: "avistamiento estacional"</i>	55
Tabla 15. <i>Frecuencia porcentual de: "avistamiento estacional"</i>	56
Tabla 16. <i>Frecuencias esperadas de: "avistamiento estacional"</i>	56
Tabla 17. <i>Cálculo de Chi cuadrado para material predominante: "suelo"</i>	56
Tabla 18. <i>Frecuencias observadas de la categoría: "cambio de uso de suelo"</i>	57
Tabla 19. <i>Frecuencias porcentuales de la categoría: "cambio de uso de suelo"</i>	58
Tabla 20. <i>Frecuencias esperadas de: "cambio de uso de suelo"</i>	58
Tabla 21. <i>Cálculo de Chi cuadrado para: "cambio de uso de suelo"</i>	58
Tabla 22. <i>Resumen de resultados de Chi cuadrado y "V" de Crammer de los estadísticos</i>	59



CONAHCYT

CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Agradecimientos:

A mi familia, a mis amigos, seres queridos y a Dios.

A todos mis profesores, a mi comité tutorial y a mi asesora de tesis: la
Doctora Alia Méndez Albores.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y al Consejo Nacional
de Ciencia y Tecnología ahora, CONAHCYT por confiar en mí y
brindarme la oportunidad de seguir superándome.

A todos.... muchas gracias.

RESUMEN

1. Resumen

Este trabajo de tesis se basa en un estudio *in silico* para determinar la interacción de la polidopamina-enolasa de *Trypanosoma cruzi*, agente causal de la enfermedad de Chagas para determinar si es posible su potencial aplicación en un inmunoensayo de flujo lateral para el diagnóstico de esta misma patología. También es considerado el desarrollo, validación y determinación de la confiabilidad una encuesta breve para recabar información y relacionarla con eventualidades que incrementen el riesgo de interactuar con los vectores de esta enfermedad: *Triatoma barberi* y *Triatoma longipennis*, vectores pertenecientes a la localidad de Izúcar de Matamoros, Puebla. El docking molecular fue realizado en AutoDock, y los datos recabados de la encuesta fueron tratados mediante el estadístico Chi cuadrado. Los resultados del acoplamiento molecular mostraron una relación positiva para la interacción con polidopamina y los datos obtenidos de la encuesta permitieron determinar que los factores socioeconómicos se relacionan positivamente con el incremento del vector de manera intradomiciliaria, la estación del año muestra una relación leve con el avistamiento del vector y el cambio de uso de suelo no muestra una asociación para el avistamiento del vector en la localidad de estudio.

Abstract

This work is based on an *in-silico* study to determine the interaction of polydopamine-enolase from *Trypanosoma cruzi*, the causative agent of Chagas disease, to determine its potential use in a lateral flow immunoassay for the diagnosis of this pathology. The development, validation, and reliability determination of a brief survey to collect information and relate it to eventualities that increase the risk of interacting with the vectors of this disease, *Triatoma barberi* and *Triatoma longipennis*, vectors belonging to the Izúcar de Matamoros, Puebla locality, are also considered. The molecular docking was performed using AutoDock, and the survey data collected were analyzed using the chi-square statistic. The results of the molecular docking showed a positive relationship for the interaction with polydopamine, and the survey data allowed determining that socioeconomic factors are positively related to the intradomiciliary increase of the vector. The season of the year showed a weak relationship with vector sightings, while land use change did not show an association with vector sightings in the study locality.

2. Introducción

La enfermedad de Chagas (ECH) está incluida dentro de las enfermedades desatendidas o Enfermedades Tropicales Olvidadas (ETO). El agente etiológico de esta enfermedad es el protozoo *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*) presente en sus vectores, algunas especies de insectos hematófagos (chinchas) del género *Triatoma* y *Rodius* (Guhl, F., 2017). La ECH puede transmitirse directamente por la contaminación de la herida con heces de su vector cuando este deyeecta mientras se alimenta, y de manera indirecta en la transmisión vertical, por transfusiones de sangre u órganos infectados, de manera oral por la ingesta de alimentos contaminados con heces/orina del parásito y también hay indicios de transmisión por vía sexual (Becerril, 2014; Bern et al., 2011; Espinoza et al., 2010).

La ECH es una antropozoonosis distribuida de manera endémica en algunos países de América Latina incluyendo México, y en algunas regiones del sur de Estados Unidos (Bern et al., 2011; Hubálek, 2003). Así mismo, se ha reportado su presencia en zonas no endémicas que incluyen países como Suiza, Japón, Reino Unido, Francia, España (Antinori et al., 2017; Imai et al., 2019).

Hoy en día, según la OMS, son de 6 a 7 millones las personas infectadas con ECH alrededor del mundo. Sin embargo, este dato únicamente considera los casos positivos registrados y reconocidos por los sistemas de salud de los países endémicos por lo que la seroprevalencia es infradiagnosticada (Arnal et al., 2019). A pesar de los esfuerzos que se han realizado para erradicar esta enfermedad, algunos de ellos con cierto grado de éxito como la implementación de control de vectores (Juarez et al., 2018), la actual fase de globalización en la que vivimos, incrementa el peligro de la diseminación de esta enfermedad tanto en zonas endémicas como no endémicas.

Las pruebas de diagnóstico disponibles para la detección de la ECH incluyen métodos de detección directos (MDD) que detectan al parásito (A. W. Ferreira & de Avila, 1995) e indirectos una vez establecida la infección con la activación del sistema inmunológico.

Tanto los MDD y los MDI no son completamente eficaces y la mayoría de estas pruebas no han sido diseñadas para ser utilizadas en los niveles primarios de salud, ni en los entornos de salud rural. Estas inconsistencias pueden deberse a que aún no se cuenta con un antígeno universal para el diagnóstico de todas las Unidades Discretas de Tipificación

(DTU) de *T. cruzi* dado el polimorfismo del parásito en el huésped y además de la variabilidad de las DTU distribuidas en todas las zonas endémicas. Debido a lo anterior, hasta el momento no hay un estándar universal con 100% de sensibilidad/especificidad.

Un punto de mejora con respecto a los métodos de diagnóstico actuales es la creación de nuevas herramientas de diagnóstico de fácil aplicación que permitan acortar el tiempo de espera de los resultados sin descuidar la confiabilidad de estos y que se puedan realizar en el punto de atención (POC) o lugares cercanos a él. Los Inmunoensayos de Flujo Lateral (IFL) son una alternativa sólida aplicable a esta oportunidad de mejora dado que por la practicidad que tienen no requieren la especialización de técnicos para utilizarlos, pueden ser realizados en el POC sin la necesidad de pasar por trámites y solicitudes del laboratorio central de análisis y gracias a esto pueden ser llevados a centros de salud en comunidades rurales en zonas endémicas de la ECH brindando un beneficio a la sociedad pero sobre todo a la sociedad vulnerable que es la más afectada por esta enfermedad tropical olvidada.

Una enzima de gran interés para determinar la ECH podría ser la enolasa del parásito en cuestión. Esta enzima es clave en la vía glucolítica ya que cataliza la reacción reversible de deshidratación del 2-D-fosfoglicerato a fosfoenolpiruvato + H₂O y podría ser un factor de patogenicidad debido a la interacción de esta con algunas proteínas de la matriz extracelular de las células del huésped (Carabarin-Lima et al., 2014). Para demostrar su efectividad, la enzima debe estar inmovilizada en un soporte que asegure la retención de su actividad biológica. Un polímero que ha sido muy utilizado para la retención de biomoléculas es la polidopamina, aunque no se conoce la naturaleza de la polidopamina, se admite que contiene grupos quinona, catecol y aminas (Allende Sánchez, 2012). Estos grupos funcionales pueden resultar eficientes para el anclaje de la enolasa; para corroborar lo anterior, en esta tesis se propone realizar un estudio *in silico* de la interacción entre la enolasa y la dopamina, enfocado al desarrollo de un IFL para la detección de Chagas. Así mismo, se aborda la relación entre los factores ambientales/sociales que favorecen la distribución del vector de esta enfermedad en las zonas endémicas cómo lo es Izúcar de Matamoros, Puebla a través de encuestas. Esta información siendo importante para conocer la situación y pronóstico de esta enfermedad en nuestra región.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3. Planteamiento del problema

En años recientes y debido al cambio climático, algunas ETO han logrado extenderse a territorios más alejados de las cuales se consideran endémicas, aunado a lo anterior, debido al constante crecimiento demográfico y el incremento de la migración, dichas enfermedades se han establecido fuera de sus zonas endémicas tomando relevancia en países en donde no se presentaban casos confirmados. Una de estas ETO es la zoonosis conocida como la Enfermedad de Chagas que tiene como agente etiológico al parásito *Trypanosoma cruzi*, perteneciente al reino Protista. Las enfermedades tropicales olvidadas y mucho más aun, las enfermedades zoonóticas son un problema complejo en donde interviene el parásito en cuestión en interacción con el medio ambiente-animal-humano dado que se requiere un ciclo continuo para poder persistir en el medio ambiente y seguir ocasionando enfermedades a los humanos.

En la actualidad aún hay ausencia de un estándar de oro para el diagnóstico de dicha enfermedad en etapas tempranas donde todavía es curable, una vez alcanzada la etapa crónica de dicha enfermedad es imposible de curar.

La enolasa como posible componente antigénico brinda una posible vía para cubrir el requisito de antígeno universal y una metodología basada en un inmunoensayo de flujo lateral tipo sándwich podría acortar los tiempos de respuesta. No obstante, se necesita realizar investigación respecto a si es viable el uso de esta enzima en el desarrollo de dispositivos analíticos, principalmente aquellos en el formato de pruebas rápidas como los IFL.

Por otra parte, considerando los aspectos sociales de esta investigación debemos considerar que si hay actividades humanas que favorezcan la presencia del vector dentro o en zonas aledañas a los habitantes de la zona de estudio y además determinar si los factores socioeconómicos favorecen o no la presencia del vector de manera intradomiciliaria.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

4. Preguntas de investigación

- **Tecnológicas:**

¿Cómo interactúan los grupos funcionales quinona, catecol y aminos presentes en la polidopamina con los aminoácidos estructurales de la enzima enolasa de *T. cruzi*?

- **Sociales:**

¿Existirá una relación entre los factores ambientales/sociales que favorecen la distribución del vector en las zonas endémicas cómo lo es Izúcar de Matamoros, Puebla?

5. Hipótesis

- **Tecnológica**

Los grupos funcionales catecol, amina y quinona presentes en la polidopamina interaccionarán de manera positiva con los aminoácidos estructurales de la enzima enolasa permitiendo su retención e inmovilización sobre su estructura.

- **Social**

La información recabada a partir de encuestas en Izúcar de Matamoros, Puebla permitirá intuir cuales son los factores que han permitido el avistamiento de los triatominos de manera intradomiciliaria o en alrededores de esta localidad.

JUSTIFICACIÓN

6. Justificación

En la actualidad no se cuenta con un estándar de oro para el diagnóstico de la Enfermedad de Chagas en ninguna de sus dos etapas, sin embargo la OMS recomienda un algoritmo de diagnóstico con al menos 2 pruebas de diagnóstico con diferente principio, aunado a todo esto las pruebas no se pueden aplicar en el lugar de atención, se requiere de un tiempo de espera mayor para recibir resultados cuando el laboratorio central de análisis tiene que procesar muestras con mayor prioridad y además de esto, mucha gente no tiene acceso a los centros de análisis cuando hablamos de clínicas en comunidades rurales aumentando el costo para poder obtener un diagnóstico de la ECH.

Debido a la alta necesidad de encontrar un estándar de oro para el diagnóstico de la ECH y el latente incremento de casos no detectados, es necesario crear nuevos métodos de diagnóstico que permitan detectar a la ECH que sean altamente sensibles, específicos y de rápida respuesta. Para esto en este trabajo se propone determinar la funcionalidad de la polidopamina en la inmovilización de un elemento biológico como la enolasa del parásito que permita la detección de anticuerpos anti *T. cruzi* que sea altamente sensible, específica y de rápida respuesta.

Entre los beneficios que puede generar los resultados de esta tesis está el desarrollo de conocimiento básico que no ha sido explorado hasta el momento, y que será enfocado a la elaboración de un Inmunoensayo de Flujo Lateral (IFL) que permita el diagnóstico de Chagas de manera eficiente, rápida y específica. Esta prueba permitirá la atención médica inmediata en zonas rurales y de difícil acceso, donde no existen las condiciones necesarias para implementar laboratorios especiales para el diagnóstico de esta patología así que el beneficio económico y social se encuentra implícito en este trabajo.

También es considerada una encuesta breve para buscar recabar datos y relacionarlos con el avistamiento/la migración del vector de dicha enfermedad dentro o en alrededores de los domicilios de las personas que viven en la comunidad de Izúcar de matamoros, Puebla, zona considerada de mayor prevalencia con respecto a seropositividad de dicha enfermedad.

OBJETIVOS

7. Objetivos

a. Objetivo general

Evaluar de manera *in silico* la interacción entre el polímero de la dopamina y la enolasa de *Trypanosoma cruzi* para conocer su viabilidad en la construcción de un IFL.

b. Objetivos específicos

1. Elaborar un docking molecular tipo: proteína-ligando para identificar las interacciones intramoleculares que ocurren entre la polidopamina y la enzima enolasa.
2. Identificar a partir de los valores de energía de acoplamiento la mejor interacción posible para evaluar las interacciones aminoacídicas de ocurrencia.
3. Determinar si hay interacciones con secuencias aminoacídicas que traducen a epítomos de linfocitos T y B que interfieren con la inmunogenicidad de la enolasa de *T. cruzi* para identificar si es posible utilizar a la polidopamina en la optimización de un IFL.

c. Objetivo social

4. Elaborar una encuesta estructurada que permita identificar si hay factores que permitan el avistamiento del vector de la ECH con mayor frecuencia de manera intradomiciliaria o en alrededores en la zona endémica como lo es Izúcar de Matamoros, Puebla.

MARCO TEÓRICO

8. Marco Teórico

a. Antecedentes/Paleo parasitología de *T. cruzi*

La Enfermedad de Chagas (ECH) es una antropozoonosis descubierta en el año 1909 por el Doctor Carlos Ribeiro Justiniano Chagas en Brasil, pero si nos remontamos a periodos de tiempo anteriores no se tiene conocimiento exacto desde el punto de vista parasitológico de cuánto tiempo llevamos coexistiendo con esta enfermedad. Para poder entender el origen de las infecciones por parásitos se creó una ciencia interdisciplinaria que nace de la parasitología y la paleontología llamada paleoparasitología (Chao et al., 2020).

La paleoparasitología se puede definir como la ciencia que se encarga del estudio de parásitos en restos antiguos y la interrelación que tienen con sus hospederos y vectores para así poder rastrear el origen de ciertas enfermedades parasitarias lo que brinda mucha información de la paleoepidemiología, ecología y filogénesis de las enfermedades infecciosas (Araújo et al., 2013; Khodkar et al., 2018).

Antes de la fecha de descubrimiento de la ECH y gracias al avance de la paleoparasitología se puede confirmar la presencia de esta parasitemia mucho antes cuando aún existían poblaciones nómadas en Brasil y partes de Latinoamérica llegando a la conclusión que el humano se unió al ciclo de vida del parásito *T. cruzi* tan pronto cuando logró arribar al continente americano (L. F. Ferreira et al., 2011).

Un récord de diagnóstico de esta enfermedad data hace 9000 años en un estudio de ADN por la técnica de PCR que buscaba identificar restos de ADN de *Trypanosoma cruzi* presente en momias del norte de Chile y el sur de Perú con fechas que databan entre 9000 años antes del presente (7050 a. C.) hasta aproximadamente la fecha de la conquista española que ocurrió en el año 1519 (450 d. C). En este estudio un total de 283 momias fueron analizadas para buscar restos de ADN del parásito en cuestión y un total de 115 momias resultaron positivas para *T. cruzi* arrojando un porcentaje de seropositividad de 40.63% (Aufderheide et al., 2004; Chao et al., 2020).

b. Ciclo de Vida de *T. cruzi*

Trypanosoma cruzi es un protozooario parasitario que involucra un ciclo de vida complejo en el que intervienen sus vectores en interrelación con sus hospederos mamíferos, el parásito en cuestión ha logrado evolucionar a lo largo del tiempo para desatollar huéspedes definitivos y lograrse adaptar al sistema inmunológico de ellos para poder evitar ser eliminado por él, la continuación de este ciclo de infecciones asegura la persistencia del parásito en el medio ambiente (Salassa & Romano, 2019).

Durante el ciclo de vida *T. cruzi* presenta 3 estados morfológicos: epimastigote, tripomastigote y amastigote. La forma de epimastigote resulta ser no infectiva para humanos y esta se desarrolla dentro del vector cuando se alimenta de sangre contaminada con parásitos, los tripomastigotes ingeridos cuando el vector se alimenta se diferencian en epimastigotes en el intestino medio del insecto, se multiplican y diferencian en tripomastigotes que son deyectados en las heces del vector.

El ciclo de vida del parásito en el huésped comienza cuando el vector pica al huésped y durante su alimentación defeca sobre la piel, por consiguiente, las heces portan al parásito en forma de tripomastigote y por contaminación mecánica por rascado las heces llegan a la herida permitiendo la entrada del parásito al organismo. *Trypanosoma cruzi* en la forma de tripomastigote metacíclico coloniza las células circundantes a la herida diferenciándose en una tercera etapa conocida como amastigote, estos amastigotes se reproducen por fisión binaria dentro de las células colonizadas y se diferencian en una forma de tripomastigote sanguíneo produciendo la lisis de la celular y liberación del parásito a células circundantes de la herida y torrente sanguíneo permitiendo extenderse por el organismo a otros órganos como: corazón, esófago e intestinos para seguir permitiéndole repetir este ciclo dentro del huésped mamífero. En esta parte del ciclo se encuentra involucrado el humano y en consecuencia los síntomas originados por este ciclo ocasionan la patología conocida como la Enfermedad de Chagas (Cantey et al., 2019; Patel, 2020).

c. Vías de Transmisión

Las vías de transmisión de la Enfermedad de Chagas pueden dividirse en 2: La transmisión por vía directa y vía indirecta. La transmisión por vía directa involucra la mayoría de las infecciones de la ECH, es la que ocurre solamente en zonas endémicas con la presencia de vectores (Insectos hematófagos). También se puede considerar como transmisión por vía directa el consumo de alimentos contaminados con heces del parásito que han ocasionado algunos brotes en Latinoamérica en países como Brasil en las ciudades de Teutona, Catolé de Rocha y Santa Catarina. Esto se puede corroborar de manera experimental con un estudio que demuestra que el parásito *T. cruzi* puede persistir en zumos de jugos manteniéndose infectivo por determinado tiempo (K. S. Pereira et al., 2009; Toso M et al., 2011).

La transmisión por vía indirecta ocurre en zonas tanto endémicas como no endémicas, pero ha tomado relevancia en zonas no endémicas debido al incremento de migración de personas portadoras de esta parasitemia. Los mecanismos de transmisión de la vía indirecta abarcan desde la transmisión vertical (de madre a hijo), la transfusión de sangre y trasplante de órganos de pacientes contaminados con la ECH (Kransdorf et al., 2014; Sasagawa et al., 2015)(Whitman JD, Bulman CA et al., 2019).

d. Etapas de la Enfermedad de Chagas

La enfermedad de Chagas puede dividirse en 2 fases clínicas que son: La Fase aguda (FA) y la fase crónica (FC). El periodo de incubación de la ECH dura en promedio de 7 a 14 días pudiéndose extender más tiempo en el caso de transmisión por transfusión de órganos o paquetes globulares tardando hasta 4 meses en incubarse. La transmisión vertical ocurre durante el segundo o tercer trimestre de gestación (Edwards et al., 2019). Después de Este periodo de tiempo da comienzo a la FA de la enfermedad que se caracteriza por la parasitemia alta de *T. cruzi*. Generalmente esta etapa pasa desapercibida debido al cuadro clínico inespecífico que presenta y cuando presenta sintomatología suele remitir con el paso del tiempo, esta etapa dura de 4 a 8 semanas (Patel, 2020).

El cuadro clínico de la FA es generalmente asintomático y cuando se presenta es leve en adultos presentando sintomatologías como fiebre, Signos de puerta de entrada del parásito como lesiones en la piel en el sitio de picadura del vector (Signo de Romaña si la inoculación ocurre cerca de la conjuntiva), dolor de cabeza, náuseas, vómitos, ganglios

linfáticos agrandados, dificultad para respirar, dolor de músculos, área abdominal o pecho, diarrea, anorexia, hepatomegalia y/o esplenomegalia presentando un cuadro inespecífico (Organización Panamericana de la Salud (OPS 2016; Patel, 2020). En mujeres gestantes durante la transmisión vertical se pueden presentar abortos espontáneos, los bebés nacidos con la ECH pueden presentar bajo peso, baja puntuación Apgar, dificultad respiratoria cuando se producen nacimientos prematuros, la hepatomegalia con o sin esplenomegalia es un síntoma muy común, anemia, trombocitopenia y manchas redondas pequeñas que aparecen en la piel como consecuencia del sangrado conocidas como petequias. En casos más severos los neonatos infectados con la ECH pueden presentar: meningoencefalitis, neumonitis, miocarditis o una afección de pronóstico serio que sucede cuando se acumulan cantidades anormales de líquido en dos o más zonas del cuerpo de un neonato o feto que es conocida como hidropesía fetal. Alrededor de un 5% de infantes con Chagas congénito presentaran un desenlace fatal (Edwards et al., 2019).

Después de cursar la FA y con la consiguiente disminución de la parasitemia presente en sangre se da una etapa sin manifestaciones clínicas conocida como Fase Crónica (FC) que puede durar indeterminada a lo largo de la vida del paciente portador de la ECH, pero alrededor de un 30% de personas infectadas y con el transcurso de hasta más de 20 años alcanzada dicha etapa evolucionara a una FC con presencia de sintomatología propia ocasionada por daños del parásito en el organismo (Matsuda et al., 2009).

El cuadro clínico de La FC se puede manifestar fallas cardiacas relacionadas con el daño del parásito al corazón, mega síndromes como megacolon, megaintestino o megaesófago con afecciones en la motilidad y secreción de estos. La enfermedad de Chagas incluye sintomatologías como disfagia, odinofagia, regurgitación y estreñimiento progresivo y su complicaciones asociadas como vólvulo sigmoideo que es cuando la última parte del colon se tuerce sobre sí misma, provocando una obstrucción y poniendo en peligro el flujo de sangre hacia el colon e isquemia intestinal, problemas comunes durante la evolución de la ECH en el aparato digestivo (Matsuda et al., 2009; Patel, 2020).

e. Diagnóstico de la Enfermedad de Chagas

Para el diagnóstico de la Enfermedad de Chagas se utilizan diferentes métodos y principios de diagnóstico dependiendo la fase de dicha enfermedad. Estos métodos se dividen en métodos de diagnóstico directos (MDD) y métodos de diagnóstico indirectos (MDI). Los MDD buscan la presencia del parásito o el ADN de este en las

muestras a analizar, estos métodos de diagnóstico son óptimos en la FA de la ECH cuando la carga parasitaria es mayor. Los métodos de diagnóstico óptimos para la detección de la ECH en la FA buscan la presencia de parásitos en la sangre en análisis en fresco o gota gruesa de sangre periférica, para infantes o portadores de la ECH en los cuales las cargas parasitarias son muy bajas se pueden combinar los análisis directos con técnicas de concentración de las muestras a analizar como la de microhematocrito usando pequeños tubos capilares o la técnica de microstrout, generalmente estos análisis son definitivos pero no pueden ser aplicados directamente donde se encuentra un posible caso ni mucho menos en zonas rurales en los niveles primarios de atención dado que se necesita personal altamente calificado (Carlier et al., 2011). Otra técnica de relevancia pero que igualmente no puede ser aplicada directamente en niveles primarios de atención pero que puede ser usada en la FA y también se le considera como MDD es la prueba de Reacción de la Polimerasa (PCR) que busca la presencia del ADN de *Trypanosoma cruzi* pero generalmente es aplicada en áreas de investigación de la ECH (Bargiggia et al., 2018).

Cuando la FA se termina y por consiguiente disminución de la parasitemia en sangre los MDI cobran relevancia para el diagnóstico de la ECH, los MDI para el diagnóstico de la Enfermedad de Chagas ya no buscan la presencia de parásitos de en la sangre más bien, estos buscan la presencia de anticuerpos específicos producidos por el organismo para intentar frenar la enfermedad. Como la ECH no tiene un estándar de oro para su diagnóstico se sigue un algoritmo de diagnóstico que usa 2 técnicas de diferentes principio para la confirmación de dicha enfermedad, los métodos ensayo de inmunofluorescencia indirecta (IFA); ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) son los preferidos para el diagnóstico de dicha enfermedad (Carlier et al., 2011). Un resultado inconcluso puede requerir una tercera prueba de diagnóstico para la confirmación o no de la seropositividad. Una prueba que se puede mencionar también es el Wester Blot para el diagnóstico de la ECH como MI con una relación 100%/100% de especificidad/sensibilidad pero tampoco puede ser aplicada en niveles primarios de atención, elevando los costos del análisis y no pudiéndose aplicar en niveles primarios de salud en áreas rurales, generalmente esta técnica se encuentra en desarrollo y se usa de manera experimental en centros de investigación donde se trabaja con la ECH (Brossas et al., 2021).

f. Tratamientos de la Enfermedad de Chagas

La importancia del tratamiento de la Enfermedad de Chagas radica en que solo puede ser curada durante la fase aguda de la enfermedad, una vez superando este tiempo y alcanzando la fase crónica ya no es curable aunado a la inespecificidad de la sintomatología durante esta etapa usualmente se diagnostica en la FC de la ECH.

Actualmente solo existen 2 tratamientos aprobados para tratar la ECH que son: benznidazol y nifurtimox pero generalmente presentan efectos adversos en adultos siendo mejor tolerados en neonatos, el éxito del tratamiento se relaciona a su aplicación temprana alcanzando tasas de curación >90% durante la FA (Carlier et al., 2011; Edwards et al., 2019).

Los tratamientos durante la FC ofrecen resultados poco concluyentes, aunque su tratamiento se ofrece cuando los beneficios superan las posibles complicaciones, generalmente durante esta etapa y cuando es sintomática los tratamientos de la ECH van dirigidos a detener la progresión de las complicaciones de la ECH. Algunos efectos secundarios vistos durante la administración de estos fármacos se relacionan con la toxicidad de los mismos y van desde dermatitis, polineuropatía periférica, pérdida de apetito, leucopenia además de efectos mutagénicos debido a la interrupción o rotura de cromosomas que podrían desencadenar en carcinogénesis (Carlier et al., 2011).

g. Antígenos usados para el Diagnóstico de la Enfermedad de Chagas

La detección de la ECH siempre estará basada en la detección del parásito directamente, pero en dado caso de no ser posible o una vez alcanzada la fase crónica los métodos de diagnóstico basados en la respuesta inmunológica cobran relevancia y dado el polimorfismo del parásito podremos clasificar las formas antigénicas en las 2 etapas presentes en el humano y a las sustancias que excretan/secretan durante su proceso en: Antígenos de Excreción/Secreción de Tripomastigotes (TESA) y Antígenos de Excreción/Secreción de Epimastigotes (ESEA).

Los TESEA y ESEA son moléculas constituyentes de las proteínas formadas por una cadena de aminoácidos mejor conocidos como polipéptidos. El uso de TESEA ha sido utilizado en diversos métodos de diagnóstico en formatos diferentes, uno convencional

con altas tasas de sensibilidad/ especificidad es el ELISA pero resultando ser caro debido a la producción del mismo del método(Berrizbeitia, 2013).

A nivel experimental, en una evaluación resultan ser más eficientes los antígenos TESEA versus los antígenos ESEA (Tandaypán et al., 2016).

Algunos antígenos ya han sido nombrados y utilizados para el diagnóstico de la ECH, pero en general no hay un nombre general para todos, entre algunos citados en literatura se encuentran:

- **La cruzipaina:** Una proteasa similar a la papaína, juega un rol muy importante en el crecimiento del parásito y que se estudia como objetivo para desarrollo en nuevos tratamientos terapéuticos contra la ECH (Reis et al., 2007).
- **La tripanotiona-glutación tioltransferasa:** Esta transferasa puede podría tomar un rol entre el metabolismo basado en el glutación del huésped en interacción con el metabolismo del parásito (Moutiez et al., 1995).
- **La proteína de superficie de amastigotes (ASP):** Proteína de superficie que cuando se libera en el citoplasma de las células del huésped activa la respuesta inmune de los linfocitos T citotóxicos del hospedero (Low et al., 1998).
- **El antígeno repetitivo citoplasmático (CRA):** Antígeno encontrado en la forma de epimastigote y tripomastigote del parásito y ha sido encontrado en pacientes chagásicos crónicos además de ser purificado y utilizado como diagnóstico de dicha enfermedad (Lorena et al., 2008)
- **La exoantígeno crónico (CEA):** Aparece durante la fase crónica y se encuentra latente durante muchos años después, este antígeno es secretado por la forma de tripomastigote (Jazin et al., 1995).
- **La proteína de choque térmico citoplasmático (cy-hsp70):** Proteína secretada por el parásito cuando este sufre de estrés (Krautz et al., 1998; Urményi et al., 2014).

- **La proteína de unión a Ca²⁺ flagelar (FCaBP):** Que genera una respuesta inmunológica excelente y se encuentra en el flagelo de dicho parásito en la forma de tripomastigote (Wingard et al., 2008).
- **La proteína de superficie flagelar (FL-160):** Su nombre indica el peso molecular de 170 kDa, es una proteína secretada por la membrana de *T. cruzi* (Fonseca et al., 2005).
- **El antígeno flagelar (FRA):** es una proteína que se encuentra ligada al citoesqueleto de *Trypanosoma cruzi* y junto con CRA ha demostrado respuesta inmunogénica (Bottino et al., 2013; Vasconcelos et al., 2011).
- **La proteína de choque térmico del retículo endoplásmico (grp-hsp78):** Proteína de la familia de las de choque térmico que evaluada también ha demostrado inmunogenicidad. (Krautz et al., 1998; Urményi et al., 2014).
- **La proteína de choque térmico de la mitocondria (mt-hsp70):** Proteína que de igual forma es perteneciente a la familia de las de choque térmico que evaluada también ha demostrado inmunogenicidad (Urményi et al., 2014).
- **El antígeno de superficie (SA85-1.1):** Como su nombre lo indica, es un antígeno que se encuentra en la superficie del parásito y que genera una respuesta de interferón gamma (IFN- γ) durante la infección generando una respuesta inmune robusta hacia el parásito (Millar & Kahn, 2000).
- **La neuraminidasa de *Trypanosoma cruzi* (TCNA):** Neuraminidasa involucrada durante el proceso infectivo del parásito hacia las células (M. E. Pereira et al., 1991).
- Y el **antígeno GST-SAPA:** También conocido como Antígeno Desprendido durante la Fase Aguda que se ha evaluado para el diagnóstico de esta enfermedad y ha sido usado para dar diagnóstico, tratamiento y seguimiento a neonatos que han nacido o no con la ECH (Gil et al., 2011).

h. Enolasa de *Trypanosoma cruzi*, su respuesta inmunogénica y polidopamina como posible potenciador en una prueba de diagnóstico en la ECH

La enolasa de *Trypanosoma cruzi* es una enzima clave en el metabolismo de este parásito protozoario. La enolasa es responsable de catalizar la conversión del 2-fosfoglicerato en fosfoenolpiruvato, un paso crucial en la glicólisis, la vía metabólica principal utilizada por el parásito para obtener energía(Arce-Fonseca et al., 2018).

La enzima enolasa de *T. cruzi* ha sido objeto de numerosos estudios debido a su importancia en la supervivencia y patogénesis de este parásito. Se ha demostrado que la enolasa de *T. cruzi* es esencial para su viabilidad, ya que participa en la producción de ATP y en la generación de intermediarios metabólicos necesarios para la síntesis de otros componentes celulares(Arce-Fonseca et al., 2018; Carabarán-Lima et al., 2014).

Además de su función en el metabolismo, la enolasa de *T. cruzi* también ha sido implicada en otros procesos biológicos. Estudios recientes han demostrado que esta enzima también tiene propiedades de adhesión y está involucrada en la interacción del parásito con las células del huésped. Se ha observado que la enolasa de *T. cruzi* se expresa en la superficie del parásito y puede interactuar con moléculas de la matriz extracelular y receptores en las células del huésped, lo que facilita la invasión y la colonización de los tejidos del huésped(Arce-Fonseca et al., 2018).

Dado que la enzima es esencial para la supervivencia del parásito y no tiene homólogos en los mamíferos, se en este proyecto se propone evaluar su capacidad inmunogénica *in silico* en un docking molecular tipo: proteína-ligando(Feo et al., 1990).

La polidopamina es un polímero sintético formado a partir de la dopamina, un neurotransmisor presente en el cuerpo humano. Aunque la dopamina es conocida por su función en el sistema nervioso, también puede someterse a reacciones químicas y formar el polímero conocido como polidopamina(Liebscher et al., 2013).

La síntesis de la polidopamina implica la oxidación de la dopamina en presencia de aire o agentes oxidantes. Durante este proceso, los grupos funcionales de la dopamina reaccionan entre sí y forman enlaces covalentes, generando una red polimérica. La estructura química resultante de la polidopamina está compuesta por unidades de dopamina interconectadas(Liebscher et al., 2013; Manzanares-Gómez et al., 2022).

La principal característica de la polidopamina es su capacidad para interactuar y unirse a diversas sustancias y superficies. Esto se debe a su naturaleza adhesiva, lo que ha llevado a su utilización como recubrimiento en diferentes materiales y sustratos. Puede formar recubrimientos uniformes y adherentes en superficies metálicas, vidrio, polímeros y materiales biológicos, lo que le confiere propiedades únicas y diversas aplicaciones y además se confirma que no es un compuesto persistente en el medio ambiente (Yang et al., 2022).

En el campo de la biomedicina, la polidopamina se destaca por su versatilidad. Puede interactuar con tejidos biológicos y células, lo que la convierte en un material adecuado para aplicaciones en ingeniería de tejidos, regeneración celular como: promover la cicatrización de heridas, mejorar la osteointegración, osteogénesis entre otras aplicaciones. También mejora la biocompatibilidad de implantes y dispositivos médicos, reduciendo la respuesta inmune y mejorando su integración con el tejido circundante (Cai et al., 2023).

i. Docking Molecular

El docking molecular es una técnica computacional de modelado molecular que se utiliza para simular la interacción entre moléculas, en específico para identificar y analizar los sitios de unión o anclaje entre moléculas de proteínas y compuestos químicos, el docking molecular es un método de análisis *in silico* ampliamente utilizado para predecir la unión de pequeñas moléculas o ligandos a proteínas de interés (Morris & Lim-Wilby, 2008).

El docking molecular ha sido utilizado ampliamente en la identificación de compuestos con potencial para el desarrollo de fármacos, la optimización de fármacos existentes y la evaluación de la afinidad de unión de compuestos además, el docking molecular también se ha usado con éxito para el diseño de moléculas de pequeño tamaño en la búsqueda de nuevos compuestos con propiedades terapéuticas (Kitchen et al., 2004; Shoichet et al., 2002).

Sin embargo, a pesar de su utilidad, el docking molecular también tiene limitaciones, dado que, a pesar de la eficacia del mismo, su precisión sigue presentando brechas por la calidad de los datos experimentales utilizados para construir los modelos (Eisenhaber et al., 2004).

j. Selección del Software y Preparación de Proteínas y Ligandos:

La preparación adecuada de una proteína y el ligando es fundamental en el modelamiento *in silico* del docking molecular, dado que afecta directamente la calidad y precisión de los resultados.

El primer paso en la preparación de una proteína para el docking molecular es la obtención de su estructura tridimensional. Esto puede lograrse mediante técnicas experimentales, como la cristalografía de rayos X o la resonancia magnética nuclear (RMN), o mediante técnicas de modelado molecular basadas en la secuencia de la proteína. En cualquier caso, es importante asegurarse de que la estructura de la proteína esté en su estado nativo y que no presente alteraciones o modificaciones que puedan afectar su interacción con el ligando.

Una vez que se dispone de la estructura tridimensional de la proteína, es necesario prepararla para el docking molecular mediante la eliminación de los solventes, los iones y otros elementos que no sean necesarios para la interacción proteína-ligando. Además, es necesario optimizar la geometría y la carga de la proteína mediante herramientas de modelado molecular para asegurarse de que la proteína esté en su estado más estable y sea capaz de interactuar adecuadamente con el ligando (Pinzi & Rastelli, 2019).

En cuanto a la preparación del ligando, el primer paso es obtener su estructura tridimensional a partir de fuentes experimentales o mediante técnicas de modelado molecular. Una vez obtenida la estructura, es necesario optimizar su geometría y carga, al igual que se hizo con la proteína, para asegurarse de que el ligando esté en su estado más estable y sea capaz de interactuar adecuadamente con la proteína (Meyer & Hauser, 2020).

Es importante tener en cuenta que el docking molecular es una técnica que simula la interacción entre moléculas en un entorno de vacío, por lo que es necesario añadir los solventes y los iones necesarios para simular el entorno biológico de la proteína y el ligando. Además, es importante tener en cuenta las condiciones experimentales, como la temperatura y el pH, para asegurarse de que la simulación sea lo más cercana posible a las condiciones reales de la interacción (Pinzi & Rastelli, 2019).

El uso de software especializado es el pilar para la preparación adecuada de la proteína y ligando, siendo “AutoDockVina” una opción muy adecuada para comenzar debido a su capacidad para funcionar bien con múltiples familias de proteínas, lo que la hace versátil y adaptable. Además, cuenta con varias versiones y variantes que ofrecen características y funciones adicionales para facilitar su uso(Eberhardt et al., 2021; Prieto-Martínez et al., 2018; Trott & Olson, 2010).

AutoDock Vina es un software de acoplamiento molecular que se utiliza para predecir la unión de moléculas pequeñas a proteínas. Fue desarrollado por el equipo de investigación liderado por el Dr. Oleg Trott en el Laboratorio de Biología Molecular y Computacional de la Universidad de Scripps en San Diego, California. El software utiliza un enfoque basado en la búsqueda de energía para identificar los posibles puntos de unión entre un ligando y una proteína objetivo mediante un algorrismo de optimización local conocida como técnica de búsqueda de gradiente estocástico que mejora significativamente la velocidad y precisión de la predicción del acoplamiento(Eberhardt et al., 2021; Ruiz-Carmona et al., 2014; Trott & Olson, 2010).

En cuanto a la selección del ligando, es importante considerar las propiedades físicas y químicas del ligando, como su tamaño, su solubilidad y su afinidad por la proteína, por esto es aconsejable trabajar con ligandos previamente utilizados y estudiados(Prieto-Martínez et al., 2018).

k. Selección de la Proteína en el Protein Data Bank

La Protein Data Bank (PDB) es una base de datos en línea que almacena información sobre la estructura tridimensional de proteínas, ácidos nucleicos y otras macromoléculas biológicas. La PDB contiene información detallada sobre la estructura y las propiedades de estas moléculas, y se utiliza en todo el mundo por investigadores en biología molecular, bioquímica y otras disciplinas relacionadas.

La PDB fue fundada en 1971 por un grupo de científicos de la Universidad de Cambridge y el Laboratorio Nacional de Brookhaven en los Estados Unidos. En sus primeros años, la base de datos se enfocó principalmente en la estructura de proteínas determinadas por cristalografía de rayos X, pero desde entonces se ha ampliado para incluir datos obtenidos mediante otras técnicas, como la resonancia magnética nuclear (RMN) y la microscopía

crioelectrónica. Hoy en día, la PDB es mantenida y actualizada por un consorcio internacional compuesto por centros de datos en todo el mundo, incluyendo el RCSB PDB en los Estados Unidos, el PDBe en Europa y el PDBj en Japón. La base de datos es de acceso público y está disponible en línea para su consulta y descarga (“Happy Anniversary, PDB!,” 2021).

La PDB es una herramienta fundamental para la investigación en los campos de la biología molecular y otros campos relacionados, ya que proporciona una fuente centralizada de información sobre la estructura y las propiedades de las macromoléculas biológicas. Los investigadores pueden utilizar la PDB para estudiar la estructura de proteínas y otras biomoléculas, para diseñar experimentos y para planificar simulaciones y modelado molecular.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

9. Metodología de trabajo

Figura 1. Diagrama de flujo del estudio analítico-experimental del docking molecular

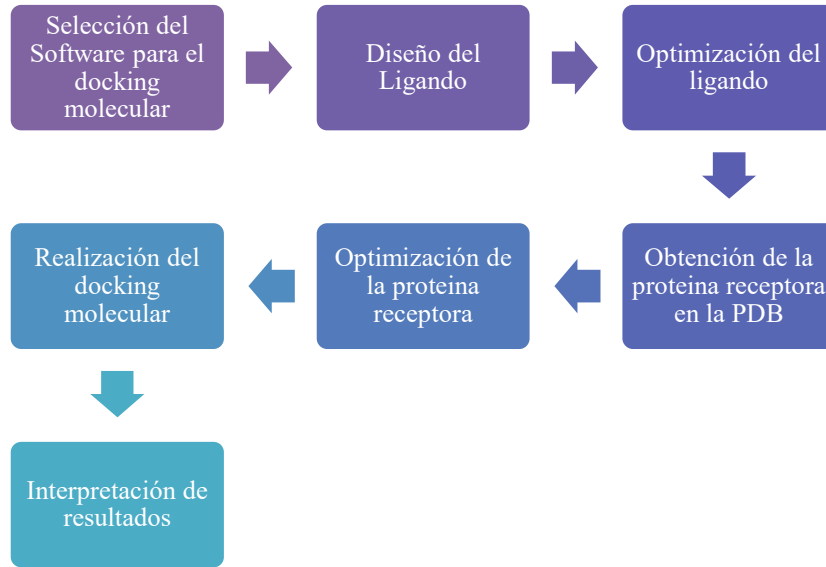
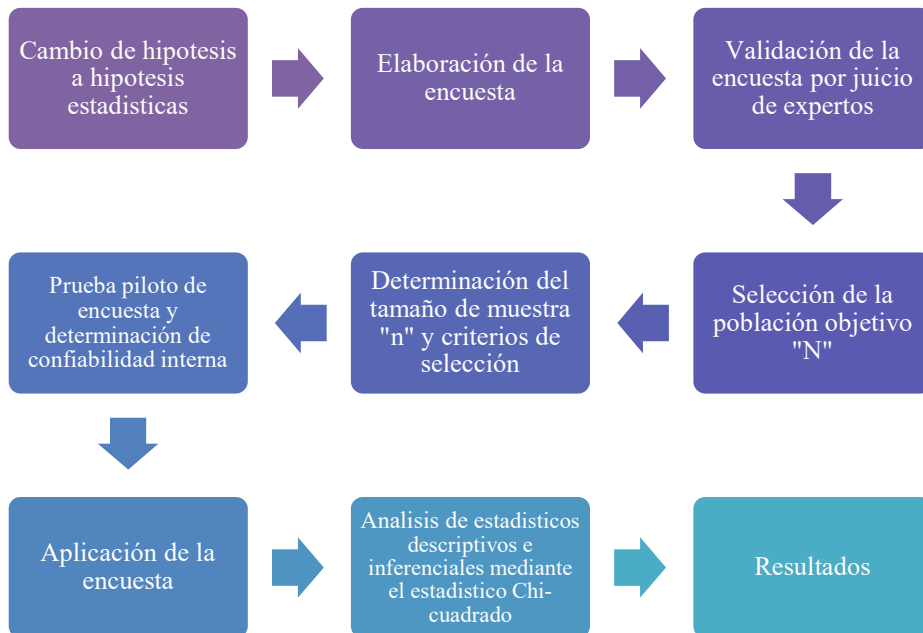


Figura 2. Diagrama de flujo del estudio descriptivo-inferencial de la encuesta aplicada



METODOLOGÍA DE LA ENCUESTA

10. Metodología de la encuesta

a. Cambio de hipótesis a hipótesis estadísticas

Partiendo de la hipótesis original se traducen las tres hipótesis estadísticas:

1. Existe relación entre los factores de vivienda y la presencia del vector de manera intradomiciliaria.
2. Existe relación entre la estación de avistamiento y la presencia del vector.
3. Existe relación entre el cambio de uso de suelo y el avistamiento del vector.

b. Elaboración de la encuesta

Para la parte estadística de trabajo se elaboró un cuestionario de fácil comprensión con preguntas en su mayoría dicotómicas que permitan identificar la presencia o ausencia del vector de la ECH en una. Se considerará abordar el impacto ambiental en una clasificación debido a su origen en 3 tipos:

1. Impacto ambiental ocasionado por la contaminación.
2. Impacto ambiental ocasionado por el cambio de uso de suelo.
3. Impacto ambiental provocado por el uso de recursos naturales.

El medio de aplicación de dicha encuesta es a través de “Google Forms” en línea y de manera presencial para alcanzar a la población adulta. Aunado a la clasificación breve de impacto ambiental elegida se harán preguntas con respecto a la percepción social que tiene la población de estudio acerca de la ECH, su estatus socioeconómico como el tipo de vivienda y el avistamiento en interiores y alrededores de vectores de la ECH.

La herramienta de encuesta de 25 preguntas se explica en el cuadro resumido a continuación que marca el aspecto a evaluar, la pregunta, la categoría o clasificación de las posibles respuestas, el tipo de variable y la utilidad de indicador:

Para la prueba independencia de variables del estadístico chi-cuadrado se diseñaron preguntas del tipo socioeconómico que puedan ser acomodadas por frecuencias las categorías que según el caso fueron seleccionados de la “A” a la “C”:

1. **Techo:** **A:** techo de concreto, **B:** techo de tejas, madera o lamina y **C:** Techo de paja, zacate o similares
2. **Suelo:** **A:** suelo de concreto y azulejo, **B:** suelo de concreto y **C:** suelo de madera, suelo de tierra u otro material
3. **Pared:** **A:** pared de ladrillo revocado, **B:** pared de ladrillo sin revoque y **C:** pared de paja, adobe, lamina o madera.
4. **Avistamiento Estacional:** **A:** primavera-verano, **B:** verano-otoño y **C:** otoño-invierno.
5. **Cambio de uso de suelo:** **A:** construcción de casas, negocios, pavimentación, etc., **B:** tala de árboles para utilización de madera o aprovechamiento de otros recursos naturales y **C:** tiraderos de basura, cambio de uso de suelo para la agricultura, etc.

Tabla 1. *Información del cuestionario a aplicar*

aspecto	pregunta	categoría	tipo de variable	utilidad del indicador
	Edad:	Edad	Cualitativa	Obtener información de las características de la población a estudiar.
	Sexo:	Sexo	Cualitativa	
	Colonia:	Colonia	Cualitativa	
Características de la población a encuestar:	¿Cuánto tiempo tienes viviendo en Izúcar de Matamoros, Puebla?	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 o más años.	Cuantitativa	Determinar el tiempo que las personas tienen viviendo ahí y si esto favorece o no la observancia del vector de la ECH.

Características de la vivienda:	¿Cuál es el material predominante en la casa?	Adobe, madera, ladrillo sin revoque, ladrillo revocado, lamina, techo de paja, techo de tejas, techo de lámina, techo de concreto, suelo de tierra, suelo de azulejo y suelo de concreto.	Cualitativa	Interpretar si estas categorías tienen que ver con la presencia o no del vector de la ECH.
	¿Sabes que es la enfermedad de Chagas?	Si o no	Cualitativa	Evaluar los conocimientos y percepción social de la ECH.
Percepción social y conocimientos acerca de la ECH:	¿Conoces a alguien que viva con la enfermedad de Chagas?	Si o no	Cualitativa	Evaluar los conocimientos y percepción social de la ECH.
	¿Conoces las vías de transmisión de dicha enfermedad?	Si o no	Cualitativa	Evaluar los conocimientos y percepción social de la ECH.
Interacción y frecuencia de avistamientos del vector de la ECH:	¿Has visto alguno de estos insectos en tu localidad?	Si o no	Cualitativa	Determinar si el encuestado ha tenido contacto con el vector de la ECH.
	Si llegaste a identificar alguno de los insectos señala en donde:	En el interior del domicilio, patio o jardín y en la calle.	Cualitativa	Determinar el posible punto exacto en donde ocurrió el avistamiento del vector.

	¿Con que frecuencia lo has visto?	Menos de una vez al año o más de una vez al año.	Cualitativa	Determinar un estimado de la frecuencia con la que han ocurrido los avistamientos.
	¿Has notado en que momentos has visto a estos insectos con mayor frecuencia?	Primavera-verano, verano-otoño y otoño-invierno.	Cualitativa	Determinación de la temporada en la que ocurrieron los avistamientos del vector de la ECH.
Determinación de reservorios domésticos de la ECH:	¿Tienes alguna mascota o animal de granja?	Si o no	Cualitativa	Determinación de la presencia de reservorios domésticos del parásito en cuestión.
	¿Cerca de tu domicilio se han presentado obras urbanas? (construcción de nuevos asentamientos, tiraderos de basura, casa, etc.)	Si o no	cualitativa	Evaluación del impacto ambiental que permite que se observe con mayor frecuencia el vector de la ECH.

Menciona que tipo de asentamientos:	Obras Urbanas: construcción de casas, negocios, pavimentación, etc.; Quema de áreas verdes, tiraderos de basura, cambio de uso de suelo para la agricultura, etc.; Tala de árboles para utilización de madera o aprovechamiento de otros recursos naturales.	Cualitativa	Determinación de las fuentes que ocasionan este impacto ambiental que posiblemente permiten la migración del vector de la ECH.
-------------------------------------	--	-------------	--

Apertura a la información acerca de la ECH:	¿Has participado en alguna campaña de concientización de dicha enfermedad?	Si o no	Cualitativa	Evaluación de la participación poblacional en campañas de concientización acerca de la ECH.
---	--	---------	-------------	---

¿Dónde has participado en dicha campaña?	Escuela, trabajo, campañas del gobierno, otra.	Cualitativa	Evaluación de la fuente de obtención acerca de la ECH.
--	--	-------------	--

¿Te gustaría participar en alguna campaña de concientización de dicha enfermedad?	Si o no	Cualitativa	Evaluación de la aceptación al público en general para aprender de dicha enfermedad.
Si tu respuesta fue si: ¿Por qué medio te gustaría participar?	Platica, tríptico informativo, Cartel informativo, correo electrónico	Cualitativa	Evaluación del medio en el que la información será mejor aceptada por la población.

Como requisito de selección para poder acceder al cuestionario se consideran a habitantes de Izúcar de Matamoros, Puebla mayores de 14 años y que tengan como mínimo un año viviendo en la zona de estudio.

c. Validación de la encuesta

Para la validez del instrumento se utilizó un juicio de 3 expertos en el tema, externos al proyecto y se determinó el Coeficiente de Validez de Contenido de Hernández-Nieto (Pedrosa, I. et al., 2014). Evaluando la adecuación y pertinencia de cada ítem con las fórmulas:

$$CVC_i = \frac{Mx}{Vmx}$$

Donde:

CVC_i= coeficiente de validez de contenido insesgado

Mx= promedio de valoración de expertos

Vmx= valoración máxima posible de la escala

$$CVC_{ic} = \frac{Mx}{Vmx} - Pei = \frac{Mx}{Vmx} - \left(\frac{1}{J}\right)^J$$

Donde:

Pei= probabilidad de error

J= número De jueces o expertos

$$CVC_t = \frac{\Sigma CVC_{ic}}{No. de items}$$

Para finalmente:

$$CVC_{tc} = CVC_t - Pe = CVC_t - \left(\frac{1}{J}\right)^J$$

Calculando:

$$CVC_t = \frac{\Sigma CVC_{ic}}{No. de items} = \frac{22}{25} = 0.88$$

$$CVC_{tc} = CVC_t - Pe = CVC_t - \left(\frac{1}{3}\right)^3 = 0.88 - \left(\frac{1}{3}\right)^3 = 0.88 - 0.037 = 0.84$$

Alcanzando una coeficiente de validez bueno según Pedrosa, I. et al., 2014.

d. Cálculo de la muestra poblacional y criterios de selección

La población seleccionada para la aplicación de esta encuesta es Izúcar de Matamoros, Puebla, cuyo censo poblacional al 2020 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) arrojó un total de 82809 personas habitantes en dicho lugar. Para el cálculo de la muestra se utilizará la fórmula de poblaciones finitas (López-Roldán & Fachelli, 2015):

$$n = \frac{NZ^2pq}{e^2(N-1)Z^2pq}$$

Donde:

N= tamaño total de la población.

Z= valor asignado al nivel de confianza a utilizar (95% = 1.96).

p = probabilidad de ocurrencia del evento.

q = probabilidad de no ocurrencia del evento.

e = nivel de error estimado (5%).

Aplicando la formula a la población:

$$n = \frac{(82809)(1.96^2)(0.50)(0.50)}{(0.05^2)(82809 - 1) + (1.96^2)(0.50)(0.50)} = 382.39$$

≈ 382 *personas entrevistadas*

e. Prueba piloto y Determinación de confiabilidad Alfa de Cronbach

Para la prueba piloto se trabajó con un 10% de la población total a encuestar (39 encuestas) en la zona de estudio. Para el cálculo de la confiabilidad se utiliza el software “jamovi” de uso libre para la determinación del coeficiente de alfa de Cronbach para determinar la confiabilidad de los ítems y soportado con el coeficiente omega de Mc’Donald dado que este último no depende de la cantidad de ítems, el número de alternativas de respuesta y de la proporción de la varianza del test en la encuesta(Cronbach, 1951; Ventura-León & Caycho-Rodríguez, 2017):

La fórmula del coeficiente alfa de Cronbach se determina mediante la formula:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

Donde:

α = Alfa de Cronbach

K = Numero de ítems

V_i = Varianza de cada pregunta

V_t = Varianza total

$$\omega = \frac{[\sum_{i=1}^i \lambda]^2}{[\sum_{i=1}^i \lambda]^2 + [\sum_{i=1}^i -\lambda_i^2]}$$

Donde:

λ_i =carga factorial estandarizada de i

Realizando los cálculos de alfa de Cronbach y omega de Mc'Donald se descartaron las preguntas de la ubicación geográfica, edad y sexo ya que se adaptaron en contexto a las realizadas por el INEGI:

Figura 3. Valores de alfa y omega calculados en jamovi

Análisis de Fiabilidad		
Estadísticas de Fiabilidad de Escala		
	α de Cronbach	ω de McDonald
escala	0.791	0.811

The jamovi project (2022). jamovi (Versión 2.3) [Software de Computadora]. Recuperado de <https://www.jamovi.org>

Los valores obtenidos de 0.79/0.81 de alfa y omega respectivamente podrían considerarse dentro de un resultado de fiabilidad buena-alta del instrumento a aplicar dado que valores cercanos a 1 indican una fidelidad ideal(Cronbach, 1951). Con esto concluimos que tanto la validez como la confiabilidad interna de la encuesta es óptima para su aplicación.

f. Análisis estadístico de la información recabada: Análisis descriptivo e Inferencial con la Prueba de Independencia de Variables del Estadístico Chi-cuadrado

Para el análisis de la información recabada se utilizará el software estadístico Minitab y como soporte de hojas de texto de Excel. Para resolución de la hipótesis planteada se trabajará con frecuencias observadas, obtenidas directamente de la encuesta aplicada, pero deberá cumplir la siguiente regla: a no más el 20% de las frecuencias esperadas serán menores a 5, esto para asegurar el poder estadístico de la Chi-cuadrada(Cochran, 1954).

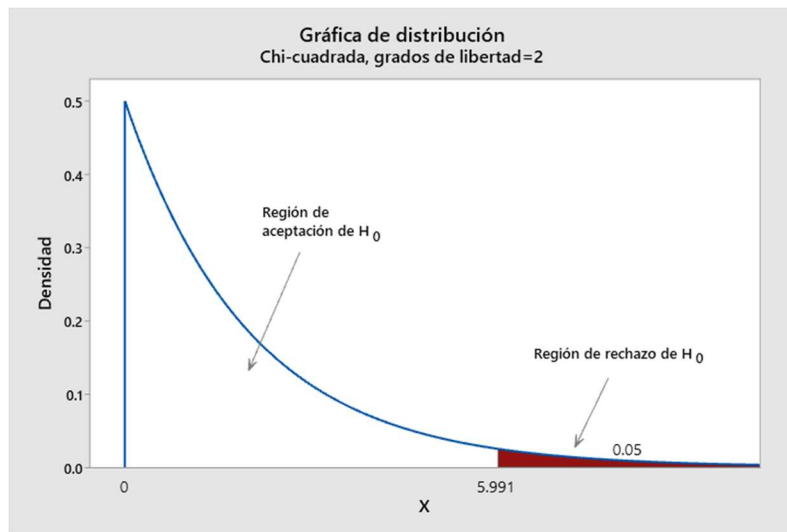
Las hipótesis se demostrarán acorde a:

H_0 = Independencia de las variables

H_1 = Relación de las variables

Se rechaza la hipótesis nula si $x^2 >$ valor crítico

Figura 4. Representación del estadístico chi cuadrado.



Para comprobar las hipótesis estadísticas generadas se utilizará la prueba de Chi-cuadrado para determinar si el conjunto de frecuencias observadas se ajusta a un conjunto de frecuencias esperadas o teóricas(Canavos, 1997; López-Roldán & Fachelli, 2015). Para calcularla se aplica la fórmula:

$$x^2 = \frac{(O - E)^2}{E}$$

Donde:

- x^2 = Chi cuadrado.
- O = Datos observados.
- E = Datos esperados.

De igual modo se utilizará como apoyo adicional el valor del coeficiente “V” de Cramer que es una medida del tamaño del efecto para la prueba chi-cuadrado de la independencia. En él se mide la forma en que están asociados dos campos categóricos (López-Roldán & Fachelli, 2015):

$$V = \sqrt{\frac{x^2}{n * \min(r-1, c-1)}}$$

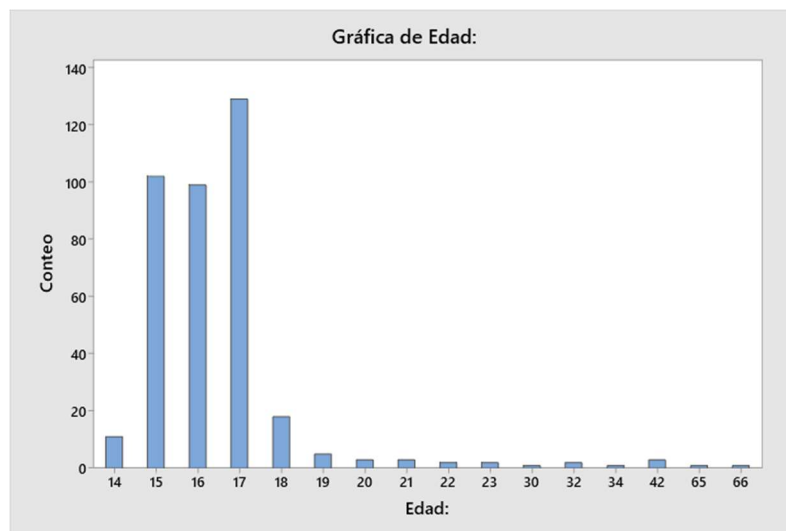
Donde:

V = Coeficiente “V” de Cramer.
n = tamaño de muestra.
r = número de filas.
c = número de columnas.

Indicando que resultados mayores o iguales a 0.3 indican una asociación leve mientras que valores iguales o superiores a 0.6 indican una fuerte asociación entre variables.

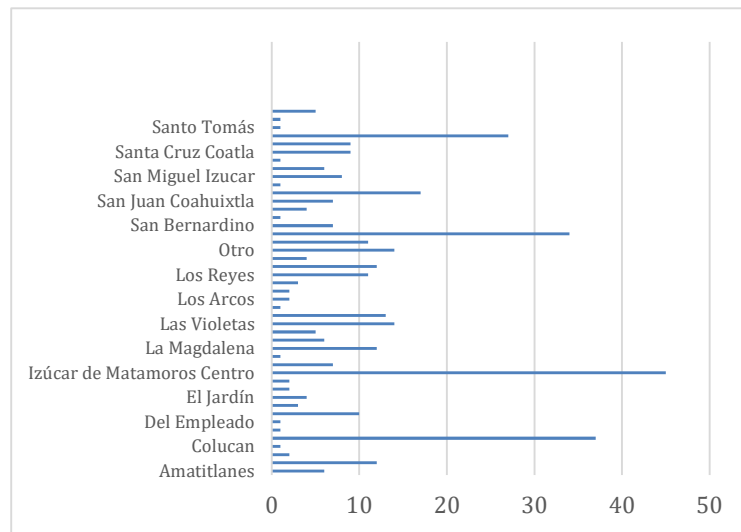
g. Resultados de la parte estadística

Figura 5. Gráfica barras de edades de personas entrevistadas para el estudio en Izúcar de Matamoros, Puebla



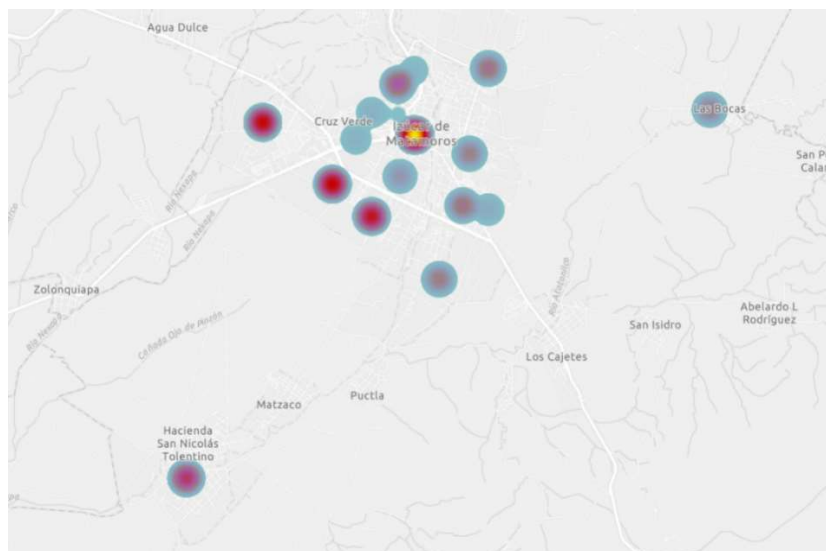
El índice de respuesta por edades se concentró en la población joven de 15 a 18 años teniendo mayor prevalencia en los jóvenes de 17 años, esto debido que la mayoría de la población adulta en el muestreo no estaba dispuesta a participar en la aplicación de la encuesta.

Figura 6. Gráfico barras de distribución del índice de respuesta por colonia de la encuesta aplicada.



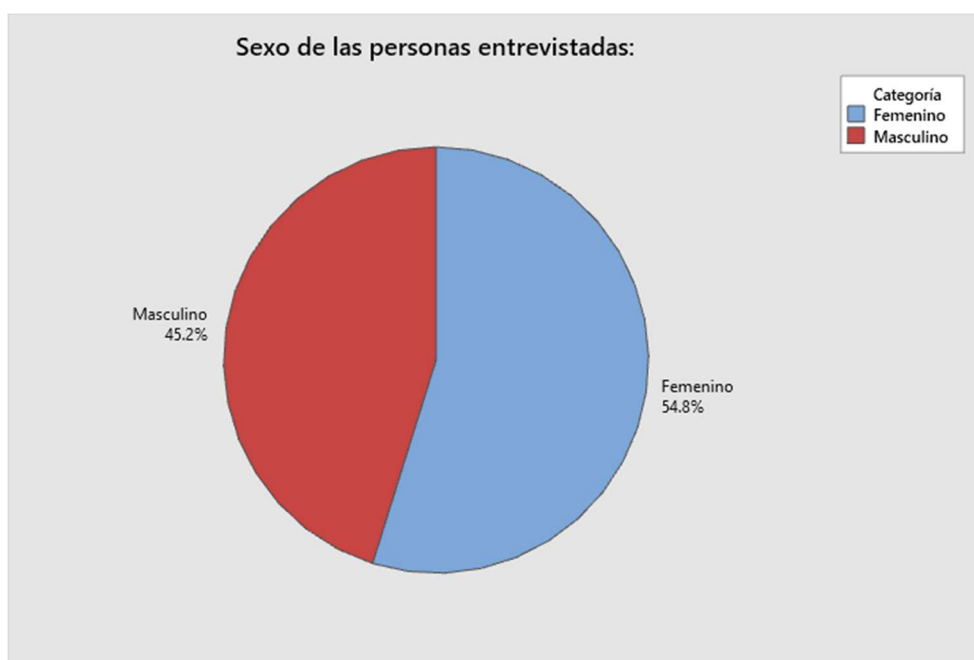
El índice de respuesta por colonia de esta encuesta tuvo mayor peso en los habitantes de la colonia Centro de Izúcar de Matamoros ($n=45$), seguido de Cruz verde ($n=37$) y en tercer lugar la colonia Rancho Juanitos ($n=34$) el resto de la muestra se distribuyó en las otras colonias del municipio estudiado.

Figura 7. Mapa de calor de la zona de estudio



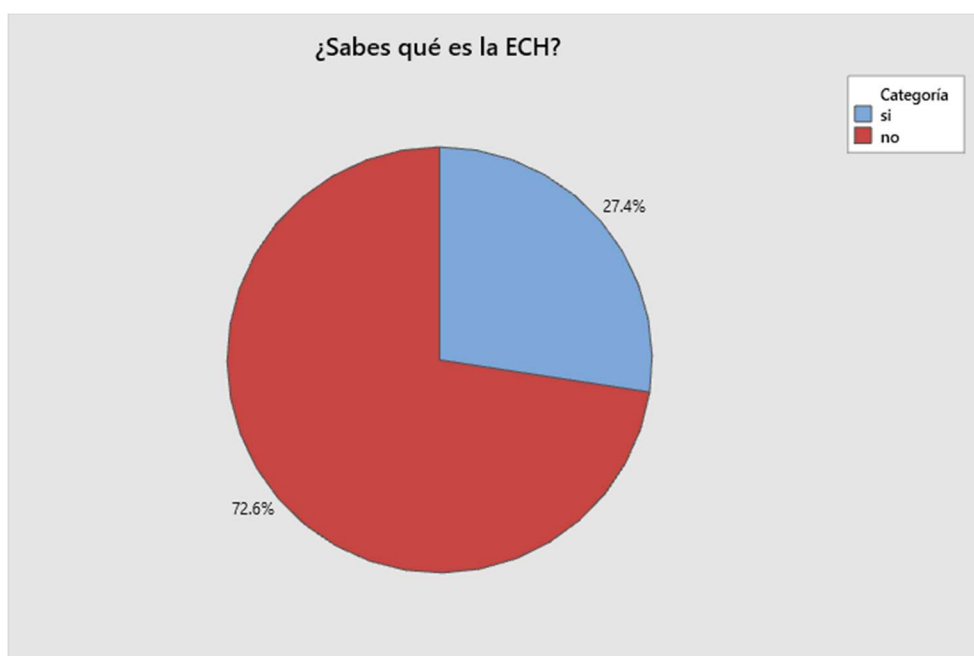
El mapa de calor corrobora los puntos calientes que presentaron más densidad de respuesta incluyéndose poblados pertenecientes a la zona de estudio como la Hacienda San Nicolás Tolentino y Las Bocas.

Figura 8. Gráfica de pastel del sexo de los encuestados



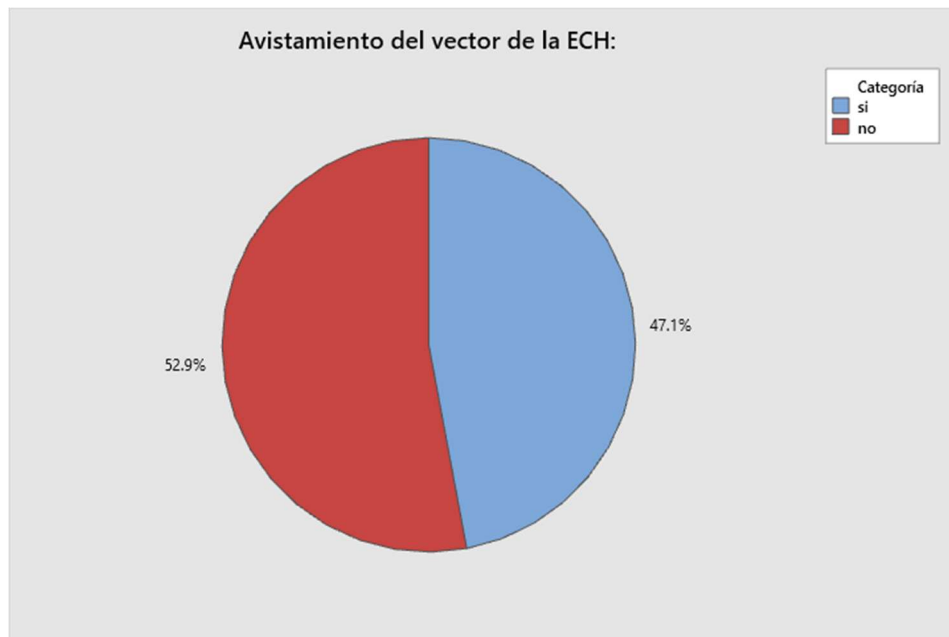
La mayoría de las personas encuestadas fueron mujeres con un total de 54.8% versus un 45.2% de hombres.

Figura 9. Gráfica de pastel del conocimiento de la ECH.



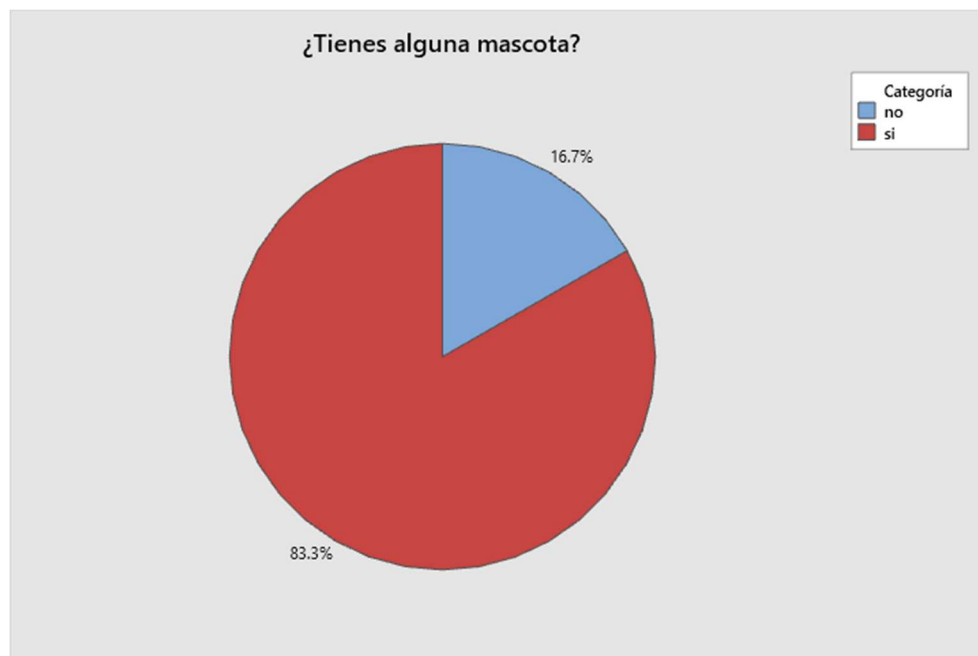
Un total de 72.6% no tiene conocimiento de la ECH ni mucho menos nos mecanismos de transmisión de dicha enfermedad.

Figura 10. Gráfica de pastel del avistamiento del vector de manera intradomiciliaria o en alrededores de las casas de los encuestados.



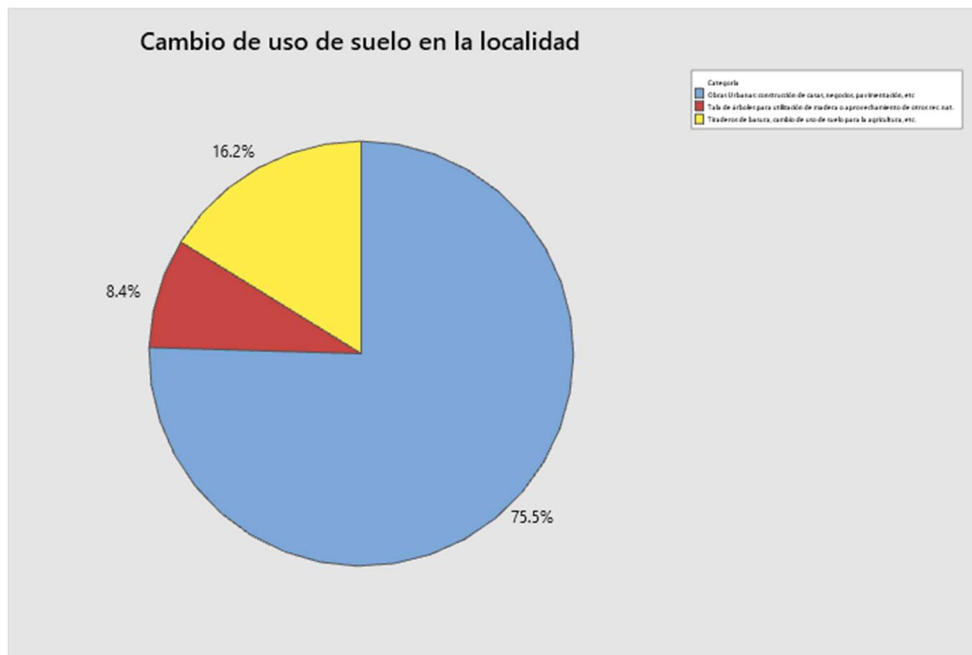
El 52.9% de la población de Izúcar de Matamoros, Puebla; Si ha visto al vector al menos a alguna de las 2 especies: *T. barberi* o *T. pallidipenis*.

Figura 11. Gráfica de pastel de presencia de potenciales reservorios de la ECH



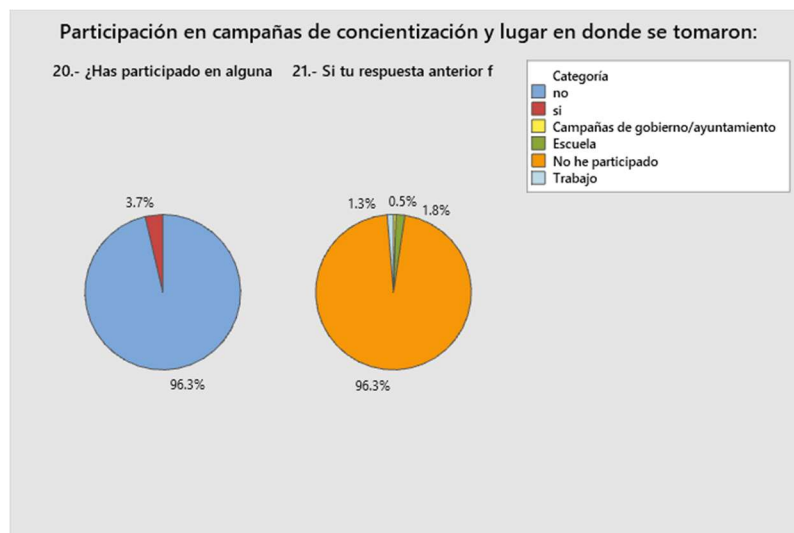
Un total de 83.3% de los pobladores de la localidad de estudio tenían un animal doméstico que cumplía estas características de ser: un perro, gato o animal de establo excluyendo gallinas.

Figura 12. Gráfica de pastel de cambio de uso de suelo por categorías en la zona de estudio



Del total de habitantes de la zona de estudio un 75.5% observó cerca de sus domicilios alguna modificación del tipo de cambio de uso de suelo por urbanización (construcción de más hogares) frente a un 16.2% de habitantes que vieron un cambio de uso de suelo para aprovechamiento de recursos naturales y solamente un 8.4% observaron el cambio de uso de suelo para la creación de tiraderos de basura.

Figura 13. Gráfica de pastel de participación de concientización de los pobladores de la zona de estudio



Esto se puede corroborar con la información recabada en este trabajo dado que el 96.3% de la población de Izúcar no ha participado nunca en alguna campaña de concientización

acerca de la ECH y del 3.7 que si un 0.5% ha participado por parte de campañas de gobierno. Las campañas de concientización solo se han realizado en escuelas y en el trabajo con un 1.8% y 1.3% respectivamente.

Para la parte inferencial de este trabajo se dividieron las preguntas socioeconómicas del tipo de material de: techo, suelo y pared en 3 categorías ordenadas de la “A” a la “C”.

El intervalo de confianza asignado es del 95% y los grados de libertad vienen dados por la configuración de la tabla y es el mismo para todas las tablas de frecuencias ilustradas. Los resultados obtenidos de las respuestas del cuestionario para el tipo de material predominante: “pared se ilustran a continuación:

Tabla 2. *Frecuencias observadas de material predominante: "pared"*

		categoría			
		A	B	C	Total
Avistamiento	Sí	29	19	4	52
	No	288	39	3	330
	Total	317	58	7	382

Nota: A: pared de ladrillo revocado, B: pared de ladrillo sin revoque y C: pared de paja, adobe, lamina o madera.

La tabla de frecuencias porcentuales del tipo de material predominante: “pared” se presenta a continuación:

Tabla 3. *Frecuencia porcentual de material predominante: "pared"*

		categoría			
		A	B	C	Total
Avistamiento	Sí	9%	33%	57%	14%
	No	91%	67%	43%	86%
	Total	100%	100%	100%	100%

Nota: A: pared de ladrillo revocado, B: pared de ladrillo sin revoque y C: pared de paja, adobe, lamina o madera.

La tabla de frecuencias esperadas del tipo de material predominante: "pared":

Tabla 4. Frecuencias esperadas de material predominante: "pared"

		categoría			
		A	B	C	Total
Avistamiento	Sí	43.151832	7.895288	0.9528796	52
	No	273.84817	50.104712	6.0471204	330
	Total	317	58	7	382

Nota: A: pared de ladrillo revocado, B: pared de ladrillo sin revoque y C: pared de paja, adobe, lamina o madera.

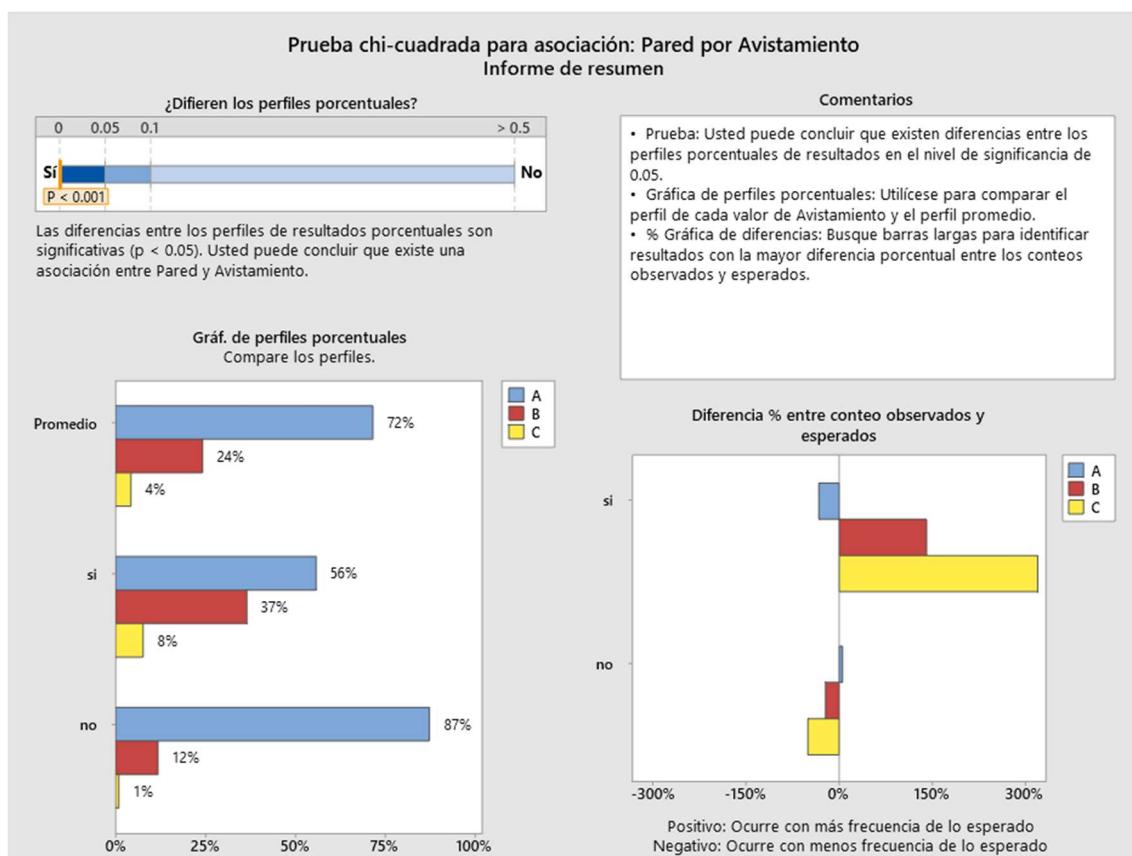
La tabla del cálculo del Estadístico Chi cuadrado del material predominante: "pared":

Tabla 5. Cálculo de Chi cuadrado para material predominante: "pared"

		categoría			
		A	B	C	
Avistamiento	Si	4.6411554	15.618763	9.7440884	
	No	0.7313336	2.4611384	1.5354321	
					χ^2 : 34.73
					$\chi^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$: 5.99

Nota: χ^2 : chi cuadrado, $\chi^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$: valor crítico calculado, H_0 : independencia de las Variables, H_i : variables relacionadas. Si $\chi^2 > \chi^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$ entonces se acepta H_i .

Figura 14. Estadístico de Chi-cuadrado de Minitab pared por avistamiento



Para hipótesis del tipo de material “pared”: Chi-cuadrado > valor crítico, por esto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que dice que las variables se encuentran relacionadas, esto con un intervalo de confianza del 95%. En esta prueba de hipótesis la categoría “C” fue la que mayor avistamiento presentó seguido de la “B” y la “A”.

Los resultados obtenidos de las respuestas del cuestionario para el tipo de material predominante: “techo” se ilustran a continuación:

Tabla 6. Frecuencias observadas de material predominante: "techo"

		categoría			
		A	B	C	Total
Avistamiento	Sí	27	10	11	48
	No	282	48	4	334
	Total	309	58	15	382

Nota: A: techo de concreto, B: techo de tejas, madera o lamina y C: Techo de paja, zacate o similares.

La tabla de frecuencias porcentuales del tipo de material predominante: “techo” se presenta a continuación:

Tabla 7. *Frecuencia porcentual de material predominante "techo"*

		categoría			
		A	B	C	Total
Avistamiento	Sí	9%	17%	73%	13%
	No	91%	83%	27%	87%
	Total	100%	100%	100%	100%

Nota: A: techo de concreto, B: techo de tejas, madera o lamina y C: Techo de paja, zacate o similares.

La tabla de frecuencias esperadas del tipo de material predominante: “techo”:

Tabla 8. *Frecuencias esperadas de material predominante: "techo"*

		categoría			
		A	B	C	Total
Avistamiento	Sí	38.827225	7.2879581	1.8848168	48
	No	270.17277	50.712042	13.115183	334
	Total	309	58	15	382

Nota: A: pared de ladrillo revocado, B: pared de ladrillo sin revoque y C: pared de paja, adobe, lamina o madera.

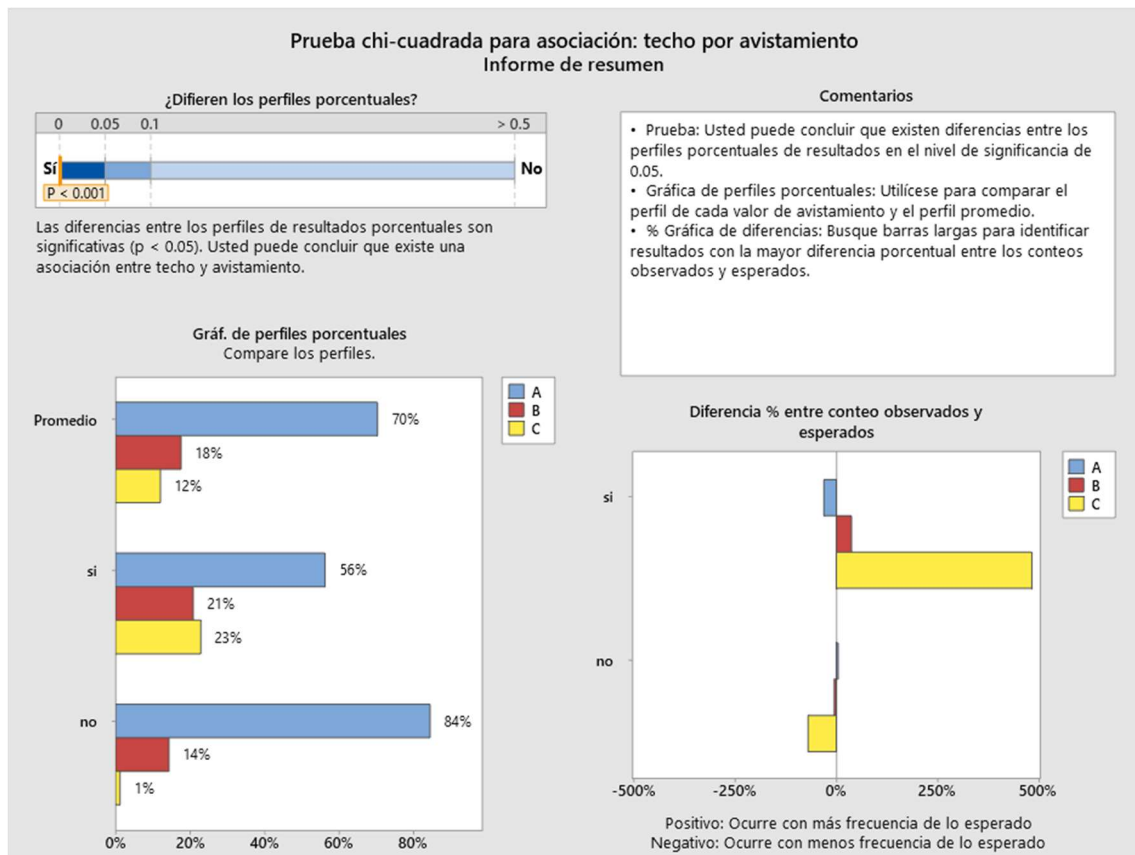
La tabla del cálculo del Estadístico Chi cuadrado del material predominante: “techo”:

Tabla 9. *Cálculo de Chi cuadrado para material predominante: "techo"*

		categoría		
		A	B	C
Avistamiento	Sí	3.6027106	1.0092225	44.082039
	No	0.5177548	0.145038	6.3351433
		$x^2: 55.69$		
		$x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1): 5.99$		

Nota: x^2 : chi cuadrado, $x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$: valor crítico calculado, H_0 : independencia de las Variables, H_1 : variables relacionadas. Si $x^2 > x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$ entonces se acepta H_1 .

Figura 15. Estadístico de Chi-cuadrado de Minitab techo por avistamiento



Para hipótesis del tipo de material “techo”: Chi-cuadrado > valor crítico, por esto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que dice que las variables se encuentran relacionadas, esto con un intervalo de confianza del 95%. En esta prueba de hipótesis la categoría “C” fue la que mayor avistamiento presentó seguido de la “B” y la “A”.

Los resultados obtenidos de las respuestas del cuestionario para el tipo de material predominante: “suelo” se ilustran a continuación:

Tabla 10. Frecuencias observadas de material predominante: "suelo"

		categoría			Total
		A	B	C	
Avistamiento	Sí	26	12	10	48
	No	123	194	17	334
	Total	149	206	27	382

Nota: A: suelo de concreto y azulejo, B: suelo de concreto y C: suelo de madera, suelo de tierra u otro material.

La tabla de frecuencias porcentuales del tipo de material predominante: “suelo” se presenta a continuación:

Tabla 11. *Frecuencia porcentual de material predominante: "suelo"*

		categoría			
		A	B	C	Total
Avistamiento	Si	17%	6%	37%	13%
	No	83%	94%	63%	87%
total		100%	100%	100%	100%

Nota: A: suelo de concreto y azulejo, B: suelo de concreto y C: suelo de madera, suelo de tierra u otro material.

La tabla de frecuencias esperadas del tipo de material predominante “suelo”:

Tabla 12. *Frecuencias esperadas: material predominante: "suelo"*

		categoría			
		A	B	C	Total
Avistamiento	Sí	18.722513	25.884817	3.3926702	48
	No	130.27749	180.11518	23.60733	334
Total		149	206	27	382

Nota: A: suelo de concreto y azulejo, B: suelo de concreto y C: suelo de madera, suelo de tierra u otro material.

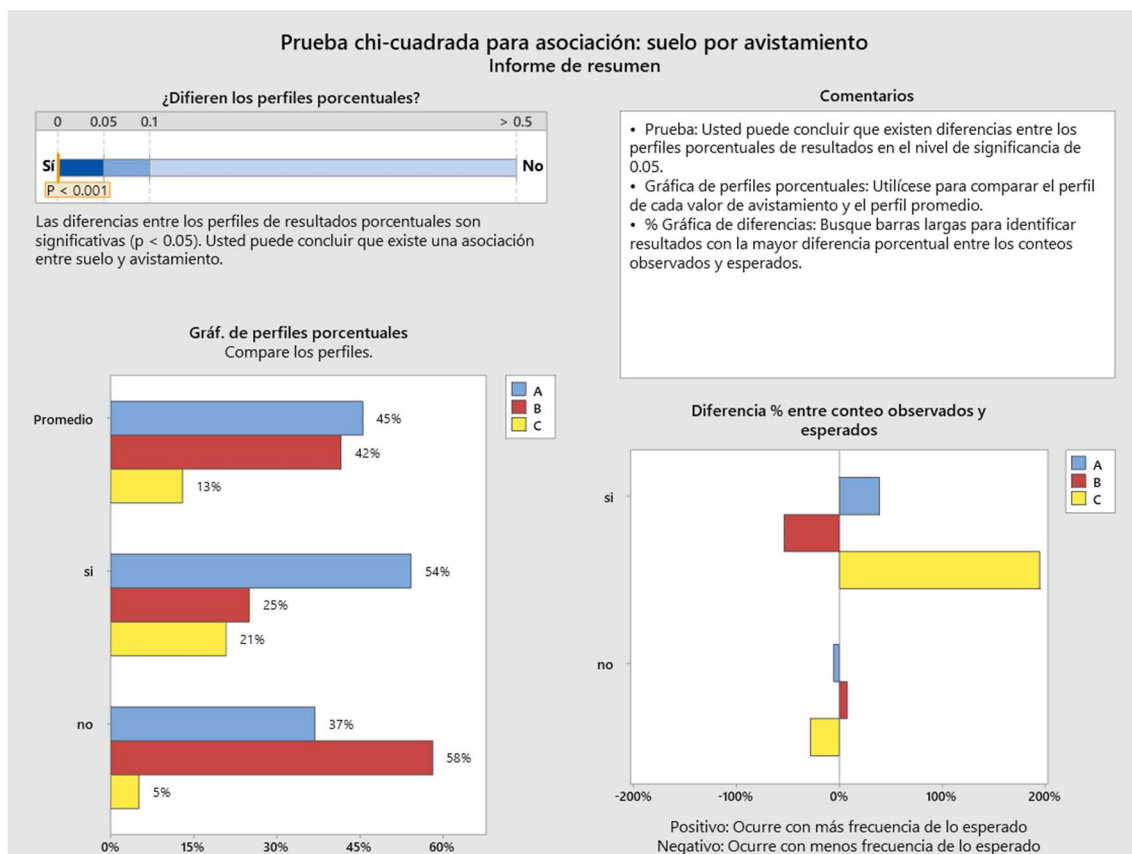
La tabla del cálculo del Estadístico Chi cuadrado del material predominante: “suelo”:

Tabla 13. *Cálculo de Chi cuadrado para material predominante: "suelo"*

		categoría		
		A	B	C
Avistamiento	Sí	2.8287771	7.4479236	12.867979
	No	0.4065308	1.0703603	1.8492904
				x^2 : 26.47
				$x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$: 5.99

Nota: x^2 : chi cuadrado, $x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$: valor crítico calculado, H_0 : independencia de las Variables, H_i : variables relacionadas. Si $x^2 > x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$ entonces se acepta H_i .

Figura 16. Estadístico de Chi-cuadrado de Minitab suelo por avistamiento



Para hipótesis del tipo de material “suelo”: Chi-cuadrado > valor crítico, por esto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que dice que las variables se encuentran relacionadas, esto con un intervalo de confianza del 95%. En esta prueba de hipótesis la categoría “C” fue la que mayor avistamiento presentó seguido de la “A”. anecdóticamente la categoría “B” tuvo una relación negativa con respecto a las categorías “A” y “C”.

Los resultados obtenidos de las respuestas del cuestionario para el “avistamiento estacional” se ilustran a continuación:

Tabla 14. Frecuencias observadas de: “avistamiento estacional”

		categoría			
		A	B	C	Total
avistamiento	si	122	64	17	203
	no	3	4	3	10
total:		125	68	20	213

Nota: A: primavera-verano, B: verano-otoño y C: otoño-invierno.

La tabla de frecuencias porcentuales del “avistamiento estacionanl” se presenta a continuación:

Tabla 15. *Frecuencia porcentual de: “avistamiento estacional”*

		categoría			
		A	B	C	Total
avistamiento	Si	98%	94%	85%	95%
	No	2%	6%	15%	5%
	total	100%	100%	100%	100%

Nota: A: primavera-verano, B: verano-otoño y C: otoño-invierno.

La tabla de frecuencias esperadas del tipo de: “avistamiento estacional”:

Tabla 16. *Frecuencias esperadas de: “avistamiento estacional”*

		categoría			
		A	B	C	Total
avistamiento	si	119.13146	64.807512	19.061033	119.13146
	no	5.8685446	3.1924883	0.9389671	5.8685446
	total:	125	68	20	213

Nota: A: primavera-verano, B: verano-otoño y C: otoño-invierno.

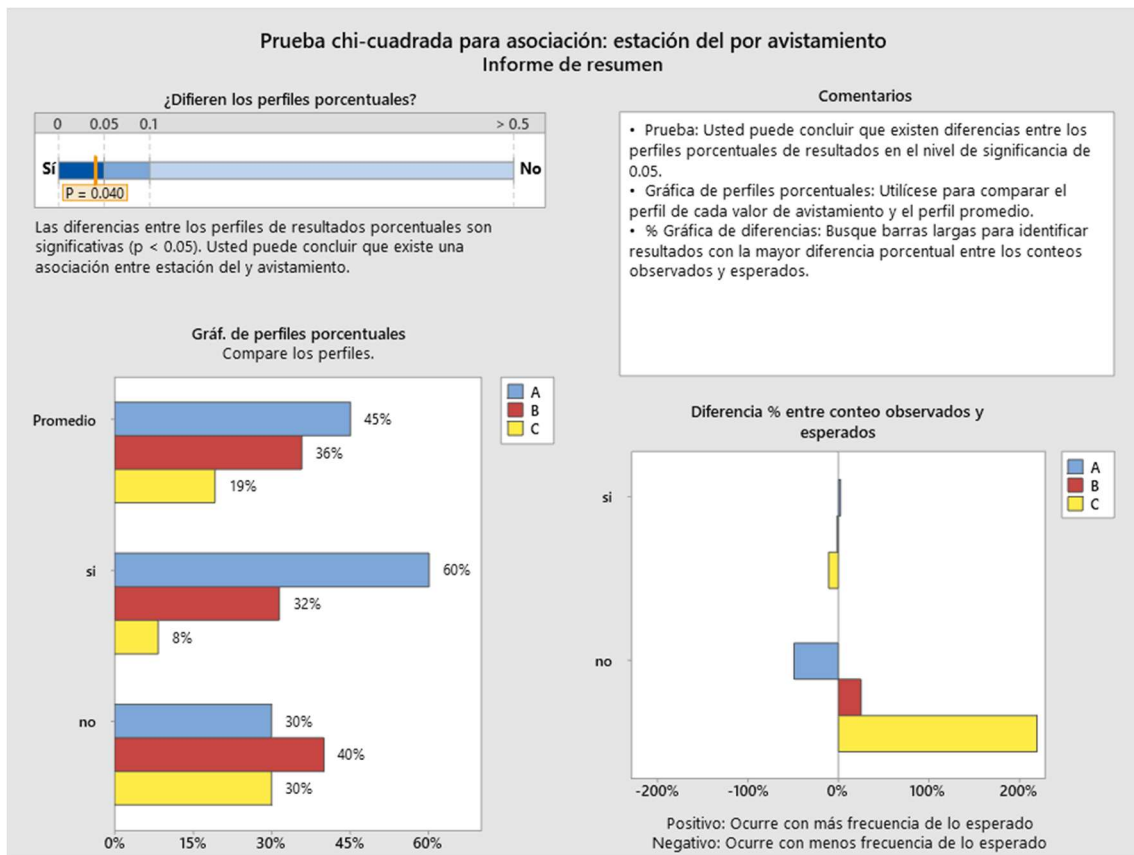
La tabla del cálculo del Estadístico Chi cuadrado del “avistamiento estacional”:

Tabla 17. *Cálculo de Chi cuadrado para material predominante: "suelo"*

		categoría			
		A	B	C	
Avistamiento	Sí	0.0690712	0.0100617	0.2228555	
	No	1.4021446	0.204253	4.5239671	
					x^2 : 6.43
					$x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$: 5.99

Nota: x^2 : chi cuadrado, $x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$: valor crítico calculado, H_0 : independencia de las Variables, H_i : variables relacionadas. Si $x^2 > x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$ entonces se acepta H_i .

Figura 17. Estadístico de Chi-cuadrado de Minitab estación del año por avistamiento



Para hipótesis del tipo de “avistamiento estacional”: Chi-cuadrado > valor crítico, por esto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que dice que las variables se encuentran relacionadas, esto con un intervalo de confianza del 95%. En esta prueba de hipótesis la categoría “A” pero la asociación se considera débil.

Los resultados obtenidos de las respuestas del cuestionario para el tipo de “cambio de uso de suelo” se ilustran a continuación:

Tabla 18. Frecuencias observadas de la categoría: "cambio de uso de suelo"

		clase			
		A	B	C	Total
avistamiento	si	153	21	32	206
	no	136	10	30	176
total:		289	31	62	382

Nota: A: construcción de casas, negocios, pavimentación, etc., B: tala de árboles para utilización de madera o aprovechamiento de otros recursos naturales y C: tiraderos de basura, cambio de uso de suelo para la agricultura, etc.

La tabla de frecuencias porcentuales del tipo de “cambio de uso de suelo” se presenta a continuación:

Tabla 19. *Frecuencias porcentuales de la categoría: "cambio de uso de suelo"*

		clase			
		A	B	C	Total
avistamiento	Si	53%	68%	52%	54%
	No	47%	32%	48%	46%
	total	100%	100%	100%	100%

Nota: A: construcción de casas, negocios, pavimentación, etc., B: tala de árboles para utilización de madera o aprovechamiento de otros recursos naturales y C: tiraderos de basura, cambio de uso de suelo para la agricultura, etc.

La tabla de frecuencias esperadas del “cambio de uso de suelo”:

Tabla 20. *Frecuencias esperadas de: "cambio de uso de suelo"*

		clase			
		A	B	C	Total
avistamiento	si	155.84817	16.717277	33.434555	206
	no	133.15183	14.282723	28.565445	176
	total:	289	31	62	382

Nota: A: construcción de casas, negocios, pavimentación, etc., B: tala de árboles para utilización de madera o aprovechamiento de otros recursos naturales y C: tiraderos de basura, cambio de uso de suelo para la agricultura, etc.

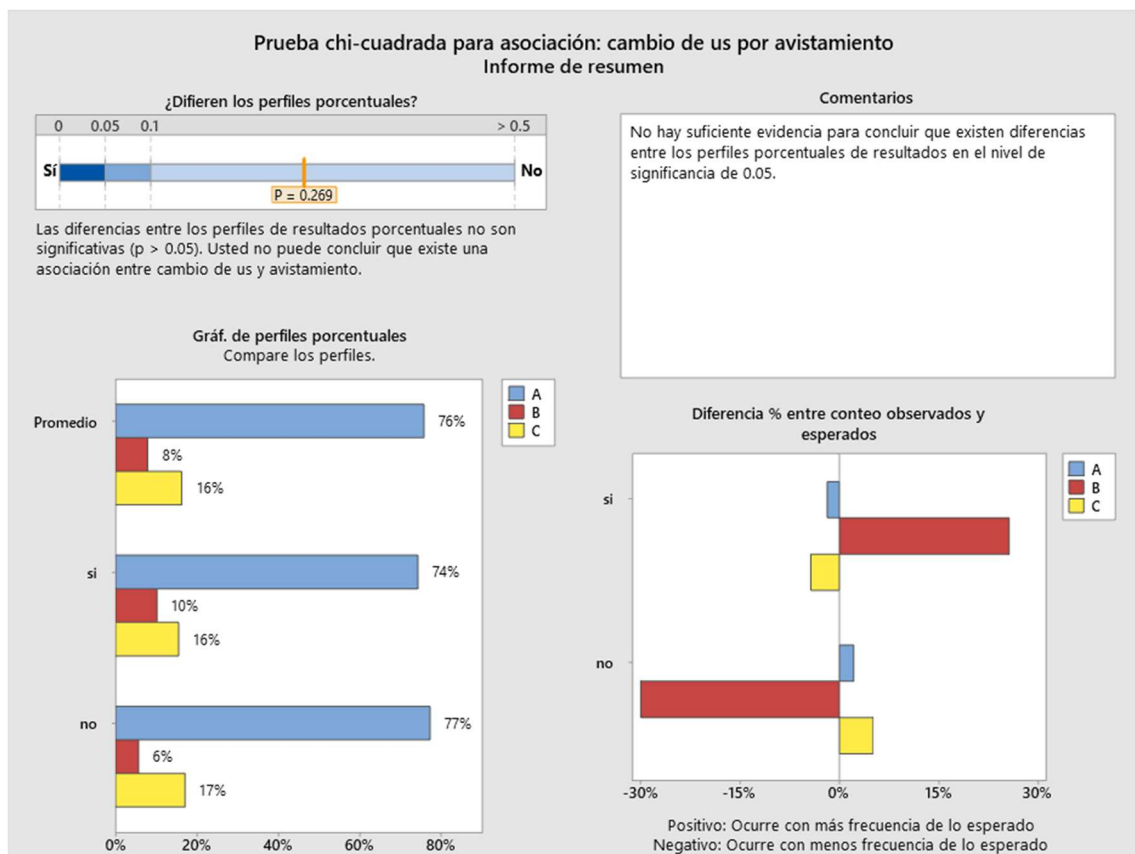
La tabla del cálculo del Estadístico Chi cuadrado del “cambio de uso de suelo”:

Tabla 21. *Cálculo de Chi cuadrado para: "cambio de uso de suelo"*

		clase			
		A	B	C	
avistamiento	Si	0.052051	1.097171	0.0615515	
	No	0.0609234	1.2841888	0.0720433	
					x^2 : 2.63
					$x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$: 5.99

Nota: x^2 : chi cuadrado, $x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$: valor crítico calculado, H_0 : independencia de las Variables, H_1 : variables relacionadas. Si $x^2 > x^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$ entonces se acepta H_1 .

Figura 18. Estadístico de Chi-cuadrado de Minitab cambio de uso de suelo del año por avistamiento



Para hipótesis del tipo de “cambio de uso de suelo”: $\text{Chi-cuadrado} < \text{valor crítico}$, por consiguiente, se acepta la hipótesis nula que señala que ninguna de las variables se encuentra relacionada u asociada.

Los resultados de Chi-cuadrada se complementaron con el valor de “V” de Crammer para mostrar el nivel de asociación entre variables:

Tabla 22. Resumen de resultados de Chi cuadrado y “V” de Crammer de los estadísticos

	Valor obtenido de cada estadístico				
	techo:	pared:	suelo:	estacional:	avistamiento
Chi-cuadrado:	55.69	34.73	26.47	6.43	cambio de uso de suelo: 2.63
“V” de Crammer:	1.06	0.83	0.73	0.36	0.23

Nota: χ^2 : chi cuadrado, El resultado del valor crítico es $\chi^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)=5.99$: valor crítico calculado, H_0 : independencia de las Variables, H_1 : variables relacionadas. Si $\chi^2 > \chi^2(1-\alpha)(r-1)(c-1)$ entonces se acepta H_1 .
Para V de Crammer: resultados mayores o iguales a 0.3 señalan una asociación moderada mientras que valores iguales o superiores a 0.6 indican una fuerte asociación entre variables.

La categoría con mayor asociación para las características del tipo de material de casa fue techo con un valor de 1.06 seguida de la pared con un valor de 0.83 y suelo con un valor de 0.73, el valor de avistamiento estacional apenas alcanzó un valor de 0.36 demostrando una asociación muy leve o débil y el cambio de uso de suelo obtuvo una “V” de Crammer de 0.23 que demuestra una nula existencia de relación.

METODOLOGÍA DEL
DOCKING
MOLECULAR

11. Metodología del Docking Molecular

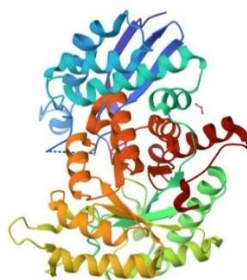
a. Preparación de proteína receptora y ligando: selección de software, diseño y optimización del ligando y optimización de proteína

El software de elección para trabajar con el acoplamiento molecular fue Autodock vina(Eberhardt et al., 2021). La proteína para el acoplamiento molecular de elección se descargó de la Protein Data Bank bajo el código de: 4G7F (<https://www.rcsb.org/structure/4G7F>), el método de obtención de la proteína reportado fue mediante difracción de rayos X, la resolución experimental de la enolasa de *T. cruzi* fue 2.40 Å y el valor de R-libre de 0.25 que se consideran prudentes para poder realizar el docking molecular.

Dado que el ligando no existe previamente en una base de datos y su estructura no se encuentra estudiada en su totalidad se trabajó con un diseño propio de la polidopamina de manera lineal basado en los trabajos los autores: Abounahia et al., 2022; Liebscher et al., 2013; Manzanares-Gómez et al., 2022.

La polidopamina en cuestión se elaboró en el software Gaussian y se optimizó mediante geometría utilizando la teoría del funcional de la densidad (DFT, por sus siglas en inglés) que se lleva a cabo moviendo los átomos de una molécula para obtener la estructura más estable y con la energía del estado fundamental más baja posible. Esta función es ofrecida por el mismo software(Meyer & Hauser, 2020).

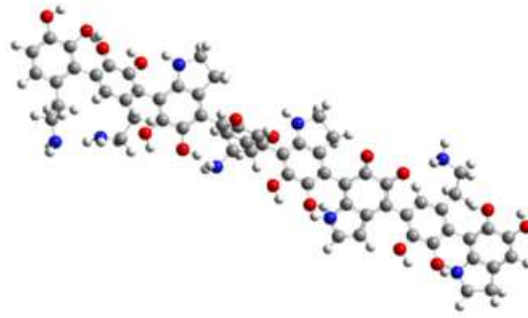
Figura 19. Modelo de la enolasa de *Trypanosoma cruzi*.



Nota: Obtenida de la PDB en: <https://www.rcsb.org/structure/4G7F>

Se procedió con la limpieza del etilenglicol presente en la estructura cristalina de la proteína y se eliminaron los residuos de agua presentes además de la adición de las cargas Gasteiger tanto para proteína como para ligando

Figura 20. Estructura del ligando de la polidopamina



b. Acoplamiento molecular

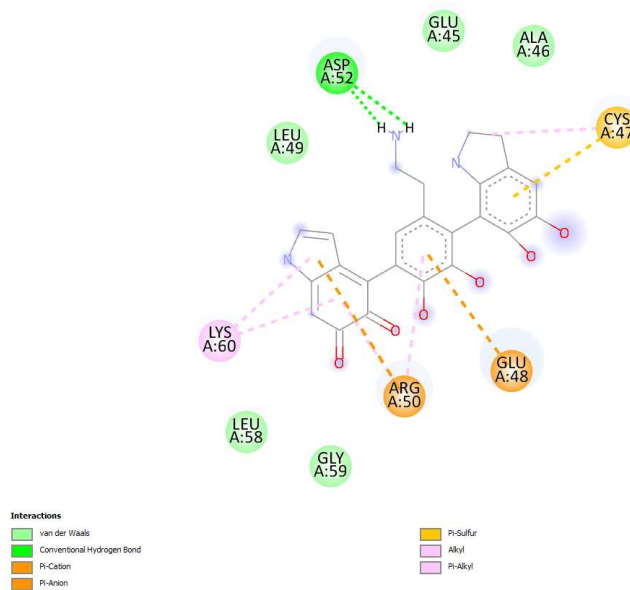
El docking molecular se llevó a cabo bajo las condiciones de:

- Rotación libre de los enlaces con libertad conformacional de la polidopamina.
- Adición de las cargas Gasteiger a la enolasa y a la polidopamina, generación de las 10 mejores poses para la polidopamina y la utilización del Algoritmo Genético Lamarckiano (LGA) bajo las condiciones de: 10 corridas de GA, 150 de tamaño de población y 2 500 000 máximo número de evaluaciones.

Como criterio de selección para la presentación de resultados se consideró la mejor pose aquella que reporta menor energía de unión entre todas las poses obtenidas y se comparan los aminoácidos con los que interaccionan.

c. Resultados del docking molecular

Figura 21. Aminoácidos en interacción con la polidopamina evaluados *in silico*.



A través de la técnica *in silico* del acoplamiento molecular, el mejor modelo obtenido con la menor energía de enlace conformacional fue de -5.83kcal/mol. Las interacciones que ocurren entre la polidopamina y los aminoácidos de la proteína enolasa son:

- Lisina 60 del tipo pi-álquil.
- Arginina 50.
- Arginina 50 y glutamina 48 del tipo pi-anión.
- El ácido aspártico 52 del tipo de enlace convencional de puentes de hidrógeno.
- Cisteína 47 del tipo pi-sulfuro.
- Leucina 49 y 58, glicina 59, glutamina 45 y alanina 46 del tipo de interacción por fuerzas de van der Waals.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

12. Resultados y Discusión:

a. Resultados y discusión de la parte social

Para el apartado estadístico se logró confirmar que la ECH es una enfermedad compleja y multifactorial donde se ve involucrado mayor mente las esferas: medioambiente-sociedad. Los lugares donde coexisten las ETO se caracterizan por ser lugares que carecen de inversión por parte de los gobiernos locales para buscar a la concientización de las localidades y como es el caso de Izúcar de Matamoros, Puebla. La tasa de participación de la población en campañas de este tipo apenas alcanzó un 3.7%; De este 3.7% solamente el 0.5% fue gracias a campañas gubernamentales el restante: 1.8% campañas en las escuelas y 1.3% en su trabajo esto concordó con lo expresado por la OMS y visto en el trabajo de Santos & Menezes Falcão, 2020. [Ver: Figura 13]

La poca participación social de los pobladores de Izúcar de Matamoros, Puebla, se ve reflejada en el desconocimiento de la ECH dado que solamente un 27.4% de los pobladores sabe que es la ECH y conoce los mecanismos de transmisión además de saber identificar a los 2 posibles vectores presentes en la zona de estudio. [Ver Figura 9]

Junto a la poca participación social en campañas de concientización figura un dato alarmante y es que un 47.1% de los pobladores de Izúcar de Matamoros, Puebla, han logrado avisar al vector ya sea dentro de sus domicilios o en zonas aledañas a estos. [Ver: Figura 10]

Una cuestión importante y de relevancia en la encuesta y respuestas del cuestionario formulado es si los habitantes de Izúcar de Matamoros, Puebla tienen alguna mascota tipo perros y gatos u un animal de establo como caballos, vacas y que pudiera fungir como reservorio del parásito y un lugar idóneo para la reproducción de los vectores de esta localidad como lo explica el trabajo de Carrillo-Peraza et al., 2014 realizado en Yucatán.

Se confirmó que el 83.3% de los pobladores de la zona de estudio tiene algún animal doméstico que cumpla estas características y es que en trabajos previos se ha demostrado una relación entre positividad de mascotas/animales de estas características y la presencia de vectores establecidos cerca de ellos y que contundentemente eleva el factor de riesgo de adquirir la ECH como como lo reporta Guzmán-Marín et al., 2016.

Según Viotti et al., 2009, concluye que los factores socioeconómicos relacionados con la pobreza toman un papel fundamental en la positividad de pacientes chagásicos y la presencia de vectores de manera intradomiciliaria puede estar correlacionada con este mismo parámetro. Aunque en este trabajo no se evaluaron cuantitativamente los factores socioeconómicos, es posible intuir que las condiciones socioeconómicas son directamente proporcionales al tipo de hogares de los pobladores de Izúcar de Matamoros, Puebla acomodados en las categorías “A”, “B” y “C”.

Trabajos previos han relacionado de manera cualitativa/observacional la presencia de vectores con una mayor prevalencia de los mismos en viviendas con techos de paja y piso de tierra, en este trabajo se corroboró de manera cuantitativa esta hipótesis gracias al estadístico Chi-cuadrado mostrando concordancia con trabajos previos de Guzmán-Marín et al., 2016 realizados en Yucatán, México y siendo más significativa en los avistamientos intradomiciliarios por el tipo de material de pared ($x^2:34.73 > x^{2critica}:5.66$ y “V” de Crammer: 0.83) seguida del suelo ($x^2:26.47 > x^{2critica}:5.66$ y “V” de Crammer: 0.73), con una diferencia porcentual entre las categorías de frecuencias observadas y esperadas de ocurrencia positiva de $\approx 300\%$ y $\approx 200\%$ respectivamente para cada categoría, asegurando lo anterior con un IC=95% [Ver: Tabla 22 y Fig. 14 y 16] coincidiendo con la idea principal del trabajo de Castro-Arroyave et al., 2020 en su investigación en Guatemala.

También el techo juega un papel determinante para la presencia de vectores de la ECH porque como explica (Paz Maria et al., 2010), techos de materiales del tipo: paja, palma, tejamanil, teja, madera y lámina tienen una alta tasa de infestación vectorial, dato que se corrobora en el trabajo mostrando una relación positiva para esta característica evaluada también en el estadístico Chi-cuadrado siendo esta la que mayor relación mostró en el cálculo ($x^2:55.69 > x^{2critica}:5.66$ y “V” de Crammer: 1.06). [Ver Tabla 22 y Fig. 15]

Lo anterior se puede deber a la presencia de estructuras adhesivas en las patas de los vectores que facilitarían su adherencia estos tipos de materiales y a la presencia de huecos o grietas que facilitan su escondite durante el día ya que los vectores de la ECH son insectos generalmente nocturnos como lo visto con el vector *Triatoma gerstaeckeri* en el trabajo de Wormington et al., 2018 y *Triatoma barberi* y *Triatoma pallidipenis* del trabajo de Paz Maria et al., 2010.

En este trabajo también se cuestionó si la estacionalidad jugaba un papel importante en los avistamientos del vector de manera intradomiciliaria o en los alrededores de las viviendas de los pobladores de la zona de estudio. Este apartado de estadística inferencial mostró una asociación débil (Ver: Tabla 22 y Fig. 17) pero como esta descrito en el trabajo de Gorla, 2021, los vectores de la ECH, al ser organismos de sangre fría, se ven influenciados por la temperatura ambiental en términos de sus respuestas fisiológicas y poblacionales, especialmente en lo que respecta a la reproducción, supervivencia y dispersión. Si la temperatura aumentara debido al cambio climático, existe la posibilidad de que los vectores de la ECH se expandan geográficamente hacia áreas que antes eran demasiado frías para sus necesidades como especie y de manera similar, un aumento en la tasa metabólica de los parásitos podría acortar sus períodos infecciosos, lo que resultaría en la propagación de ciclos de transmisión del patógeno hacia zonas más cálidas.

El estadístico de avistamientos por periodo estacional se debe considerar que no se alcanzó a representar a la totalidad de la población de estudio dado que no todas las personas encuestadas supieron identificar en que estación veían con mayor frecuencia al insecto vector de la ECH y futuros estudios son necesarios para asegurar la veracidad del poder estadístico de la Chi-cuadrada para el avistamiento según la estación del año.

Para concluir con la parte inferencial, de igual manera, se evaluó si el impacto del cambio de uso del suelo por las actividades humanas favorecía el avistamiento de vectores de la ECH, en los alrededores de los habitantes de Izúcar de Matamoros, Puebla. Anecdóticamente, el impacto del cambio de uso de suelo no fue estadísticamente significativo para demostrar la hipótesis en cuestión (Ver: Tabla 22 y Fig. 18) como lo señala la Secretaria de Salud de México (SSA) en el trabajo de (Ruiz Tovar, 2020).

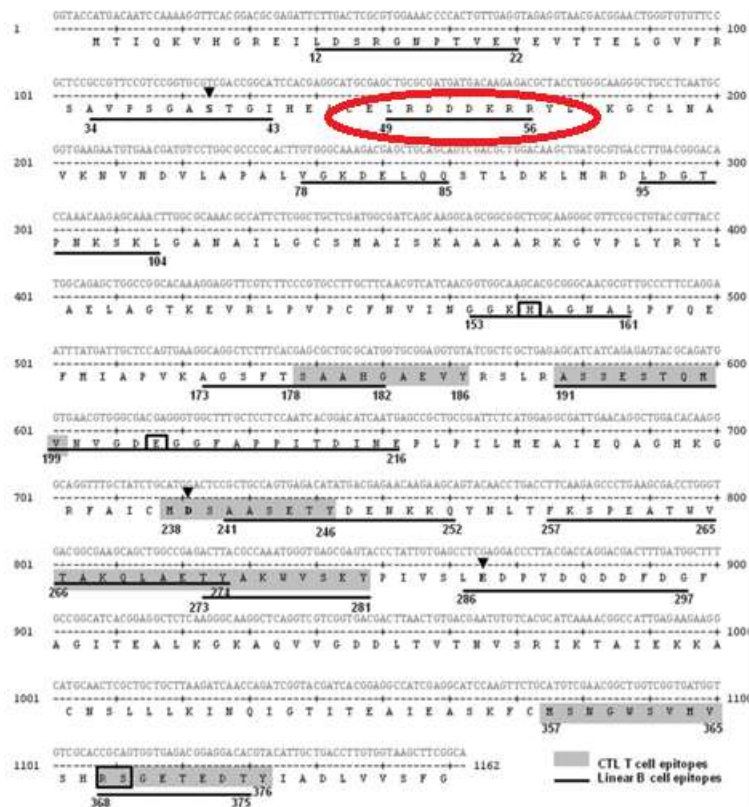
b. Resultados y discusión del docking molecular

En el docking molecular se logró identificar la interacción de la polidopamina con la enolasa, el docking ciego demostró que existe la posibilidad de la utilización de la polidopamina en la inmovilización de la enolasa de *T. cruzi* abriendo un campo de estudio para su posible implementación en la optimización de un Inmunoensayo de Flujo Lateral

Aunado a lo anterior se evaluaron los aminoácidos en interacción para confirmar o descartar si los aminoácidos que interactuaban con la polidopamina tenían posibles componentes antigénicos para la detección de la ECH.

Y aunque existe interacción con una secuencia aminoacídica que traduce a un epítipo para linfocitos B, la superficie de la enolasa ya estudiada previamente demuestra la existencia de muchas más secuencias aminoacídicas que traducen a linfocitos T y B. futuros trabajos son necesarios para la evaluación in vivo de un dispositivo de diagnóstico para la ECH basados en la enolasa de *T. cruzi* y analizar su posible optimización en membranas de nitrocelulosa con recubrimientos de polidopamina.

Figura 21. Secuencia aminoacídica de la enolasa de *T. cruzi* con aminoácidos que traducen a linfocitos T y B.



Nota: Extraída de: Carabarin-Lima et al., 2014.

En el estudio del docking molecular confirmamos que la plasticidad que presenta la polidopamina se debe gracias a la presencia de su configuración molecular que permite utilizarla como un pegamento biológico sobre muchas superficies como lo describe Ryu et al., 2018. El aborde de una membrana de nitrocelulosa con un recubrimiento es posible conociendo su mecanismo de polimerización y estudios de evaluación superficial serán requeridos para su utilización en una tira reactiva basada en nitrocelulosa para la optimización de un IFL.

Evaluando el mejor docking obtenido de la interacción polidopamina-enolasa se pudo diferenciar las posibles interacciones que tienen los sitios de unión de la polidopamina con los aminoácidos que traducen a linfocitos T y B que podrían interferir con la respuesta en el desarrollo de una tira reactiva de diagnóstico de la ECH pero como lo describe Carabarin-Lima et al., 2014 los resultados de este trabajo coinciden con que la capacidad inmunogénica de la enolasa se encuentra diferenciada en toda su secuencia genética no importando tener una interacción desfavorable con un epítipo de linfocitos B de la línea 101-200 y es concluyente que el uso de la enolasa como la polidopamina como posible optimizaste en un IFL es viable para futuras evaluaciones a nivel experimental.

CONCLUSIONES

13. Conclusiones

1. Se elaboró el docking molecular, se consultó la estructura de la enolasa en la Protein Data Bank y se obtuvo la estructura cristalina de la enolasa, se diseñó la polidopamina con base en trabajos previos de la literatura consultada y se realizó el docking molecular mediante programa AutoDock.
2. La evaluación de los 10 mejores modelos de docking molecular, determinó el mejor modelo con la menor energía de enlace conformacional obtenido fue el de -5.83kcal/mol y se logró confirmar que las interacciones de interés presentes fueron las que ocurrieron entre la lisina 60 del tipo de enlace: pi-alquil, arginina 50 y glutamina 48 del tipo pi-anión, el aspartato 52 del tipo de enlace convencional de puentes de hidrógeno, con la cisteína 47 del tipo pi-sulfuro y también a la leucina 49 y 58, glicina 59, glutamina 45 y alanina 46 del tipo de interacción por fuerzas de van der Waals. No se presentaron interacciones de repulsión.
3. Se confirmó que, se encuentra presente una interacción desfavorable entre una línea de aminoácidos que se traducen a un posible epítipo de linfocitos B en la cadena 101-200 la viabilidad inmunogénica de la enolasa se encuentra conservada ya que presenta muchas más secuencias que traducen a linfocitos B y T y si será posible realizar una evaluación a nivel experimental a futuro.
4. La encuesta se elaboró con ítems de fácil comprensión, se validó por juicio de expertos, se determinó su confiabilidad. Ambas resultaron ser buenas y se aplicó en la zona de estudio, la información recabada se analizó con el estadístico Chi-cuadrado y se pudo concluir que los factores socioeconómicos como: el tipo de material de techo, pared y suelo son determinantes para encontrar al vector de manera intradomiciliaria, la temporada del año también mostraba una asociación de avistamientos dentro o en alrededores de la vivienda aunque esta última fue menor a la de las condiciones socioeconómicas y el cambio de uso de suelo no mostró una asociación al avistamiento de vectores de la ECH.

REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

14. Referencias bibliográficas

- Abounahia, N., Qiblawey, H., & Zaidi, S. J. (2022). Progress for Co-Incorporation of Polydopamine and Nanoparticles for Improving Membranes Performance. In *Membranes* (Vol. 12, Issue 7). <https://doi.org/10.3390/membranes12070675>
- Allende Sánchez, B. (2012). Modificación de superficies con polidopamina. [https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/4162/TFM_BeatrizAllende Sánchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/4162/TFM_BeatrizAllendeSánchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Antinori, S., Galimberti, L., Bianco, R., Grande, R., Galli, M., & Corbellino, M. (2017). *Chagas disease in Europe: A review for the internist in the globalized world*. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2017.05.001>
- Araújo, A., Reinhard, K., Ferreira, L. F., Pucu, E., & Chieffi, P. P. (2013). Paleoparasitology: The origin of human parasites. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 71(9 B), 722–726. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20130159>
- Arce-Fonseca, M., González-Vázquez, M. C., Rodríguez-Morales, O., Graullera-Rivera, V., Aranda-Fraustro, A., Reyes, P. A., Carabarin-Lima, A., & Rosales-Encina, J. L. (2018). Recombinant Enolase of *Trypanosoma cruzi* as a Novel Vaccine Candidate against Chagas Disease in a Mouse Model of Acute Infection. *Journal of Immunology Research*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8964085>
- Arnal, A., Waleckx, E., Rico-Chávez, O., Herrera, C., & Dumonteil, E. (2019). Estimating the current burden of Chagas disease in Mexico: A systematic review and meta-analysis of epidemiological surveys from 2006 to 2017. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 13(4), e0006859. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006859>
- Aufderheide, A. C., Salo, W., Madden, M., Streitz, J., Buikstra, J., Guhl, F., Arriaza, B., Renier, C., Wittmers, L. E., Fornaciari, G., & Allison, M. (2004). A 9,000-year record of Chagas' disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(7), 2034–2039. <https://doi.org/10.1073/PNAS.0307312101>
- Bargiggia, G., Ruggeri, M., Ortalli, G., Gabrielli, S., Rodari, P., D'Antiga, L., & Farina, C. (2018). Congenital Chagas disease in a Bolivian newborn in Bergamo (Italy). *Le Infezioni in Medicina*, 26(1), 93–96.
- Becerril, M. A. (2014). *Parasitología médica Cuarta edición* (M. A. B. Flores & Maestro (Eds.); 4a ed.). McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Bern, C., Kjos, S., Yabsley, M. J., & Montgomery, S. P. (2011). *Trypanosoma cruzi* and Chagas' Disease in the United States. *Clinical Microbiology Reviews*, 24(4), 655–681. <https://doi.org/10.1128/CMR.00005-11>
- Berrizbeitia, M. (2013). Antígenos de Excreción/Secreción de Tripomastigotes de *Trypanosoma cruzi* (TSEA) como herramientas útiles para el diagnóstico de la enfermedad de Chagas. *SABER. Revista Multidisciplinaria Del Consejo de Investigación de La Universidad de Oriente*, 25, 346–357. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427739464002>
- Bottino, C. G., Gomes, L. P., Pereira, J. B., Coura, J. R., Provance, D. W., & De-Simone, S. G. (2013). Chagas disease-specific antigens: characterization of

epitopes in CRA/FRA by synthetic peptide mapping and evaluation by ELISA-peptide assay. *BMC Infectious Diseases*, 13(1), 568. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-13-568>

- Brossas, J.-Y., Griselda, B., Bisio, M., Guihenneuc, J., Gulin, J. E. N., Jauréguiberry, S., Lescure, F.-X., Fekkar, A., Mazier, D., Altcheh, J., & Paris, L. (2021). Evaluation of the Chagas Western Blot IgG Assay for the Diagnosis of Chagas Disease. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/pathogens10111455>
- Cai, S., Cheng, Y., Qiu, C., Liu, G., & Chu, C. (2023). The versatile applications of polydopamine in regenerative medicine: Progress and challenges. *Smart Materials in Medicine*, 4, 294–312. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.smaim.2022.11.005>
- Canavos, G. C. (1997). *Probabilidad y Estadística: Aplicaciones y Métodos* (1st ed., Vol. 1). MCGRAW-HILL INTERAMERICANA.
- Cantey, P. T., Stramer, S. L., Townsend, R. L., Kamel, H., Ofafa, K., Todd, C. W., Currier, M., Hand, S., Varnado, W., Dotson, E., Hall, C., Jett, P. L., & Montgomery, S. P. (2019, September). *CDC - Chagas Disease - Epidemiology & Risk Factors*. Transfusion. <https://doi.org/10.1111/J.1537-2995.2012.03581.X/FULL>
- Carabarin-Lima, A., Rodríguez-Morales, O., González-Vázquez, M. C., Baylón-Pacheco, L., Reyes, P. A., Arce-Fonseca, M., & Rosales-Encina, J. L. (2014). In silico approach for the identification of immunological properties of enolase from *Trypanosoma cruzi* and its possible usefulness as vaccine in Chagas disease. *Parasitology Research*, 113(3), 1029–1039. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3737-0>
- Carlier, Y., Torrico, F., Sosa-Estani, S., Russomando, G., Luquetti, A., Freilij, H., & Albajar Vinas, P. (2011). Congenital Chagas disease: recommendations for diagnosis, treatment and control of newborns, siblings and pregnant women. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 5(10), e1250. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001250>
- Carrillo-Peraza, J., Manrique-Saide, P., Rodríguez-Buenfil, J., Escobedo-Ortegón, J., Rodríguez-Vivas, R., Bolio-González, M., Barrera-Pérez, M., Reyes-Novelo, E., & Sauri-Arceo, C. (2014). Tripanosomiasis Americana y factores asociados en perros de una comunidad rural de Yucatán, México. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 46, 75–81. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2014000100011&nrm=iso
- Castro-Arroyave, D., Monroy, M. C., & Irurita, M. I. (2020). Integrated vector control of Chagas disease in Guatemala: a case of social innovation in health. *Infectious Diseases of Poverty*, 9(1), 25. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00639-w>
- Chao, C., Leone, J. L., & Vigliano, C. A. (2020). Chagas disease: Historic perspective. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease*, 1866(5), 165689. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2020.165689>
- Cochran, W. G. (1954). Some Methods for Strengthening the Common χ^2 Tests. *Biometrics*, 10(4), 417. <https://doi.org/10.2307/3001616>

- Cronbach, L. J. (1951). Coeficient Alpha and the internal structure of test. *Psychometrika*, 16(3), 297–334.
- Eberhardt, J., Santos-Martins, D., Tillack, A. F., & Forli, S. (2021). AutoDock Vina 1.2.0: New Docking Methods, Expanded Force Field, and Python Bindings. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 61(8), 3891–3898. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.1c00203>
- Edwards, M. S., Stimpert, K. K., Bialek, S. R., & Montgomery, S. P. (2019). Evaluation and Management of Congenital Chagas Disease in the United States. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, 8(5), 461–469. <https://doi.org/10.1093/jpids/piz018>
- Eisenhaber, B., Schneider, G., Wildpaner, M., & Eisenhaber, F. (2004). A Sensitive Predictor for Potential GPI Lipid Modification Sites in Fungal Protein Sequences and its Application to Genome-wide Studies for *Aspergillus nidulans*, *Candida albicans*, *Neurospora crassa*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Schizosaccharomyces pombe*. *Journal of Molecular Biology*, 337(2), 243–253. <https://doi.org/10.1016/J.JMB.2004.01.025>
- Espinoza, B., Rico, T., Sosa, S., Oaxaca, E., Vizcaino-Castillo, A., Caballero, M. L., & Martínez, I. (2010). Mexican *Trypanosoma cruzi* (TCI) Strains with Different Degrees of Virulence Induce Diverse Humoral and Cellular Immune Responses in a Murine Experimental Infection Model. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2010, 890672. <https://doi.org/10.1155/2010/890672>
- Feo, S., Oliva, D., Arico, B., Barba, G., Cali, L., & Giallongo, A. (1990). The human genome contains a single processed pseudogene for alpha enolase located on chromosome 1. *DNA Sequence: The Journal of DNA Sequencing and Mapping*, 1(1), 79–83. <https://doi.org/10.3109/10425179009041350>
- Ferreira, A. W., & de Avila, S. D. (1995). Laboratory diagnosis of Chagas' heart disease. *Sao Paulo Medical Journal = Revista Paulista de Medicina*, 113(2), 767–771. <https://doi.org/10.1590/s1516-31801995000200006>
- Ferreira, L. F., Jansen, A. M., & Araújo, A. (2011). Chagas disease in prehistory. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 83(3), 1041–1044. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652011005000013>
- Fonseca, S. G., Moins-Teisserenc, H., Clave, E., Ianni, B., Nunes, V. L., Mady, C., Iwai, L. K., Sette, A., Sidney, J., Marin, M. L. C., Goldberg, A. C., Guilherme, L., Charron, D., Toubert, A., Kalil, J., & Cunha-Neto, E. (2005). Identification of multiple HLA-A*0201-restricted cruzipain and FL-160 CD8+ epitopes recognized by T cells from chronically *Trypanosoma cruzi*-infected patients. *Microbes and Infection*, 7(4), 688–697. <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2005.01.001>
- Gil, J., Cimino, R., López Quiroga, I., Cajal, S., Acosta, N., Juarez, M., Zacca, R., Orellana, V., Krolewiecki, A., Diosque, P., & Nasser, J. (2011). Reactivity of GST-SAPA antigen of *Trypanosoma cruzi* against sera from patients with Chagas disease and leishmaniasis. *Medicina*, 71(2), 113–119.
- Gorla, D. E. (2021). Cambio climático y enfermedades transmitidas por vectores en Argentina. *Medicina (Buenos Aires)*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/172790>
- Guhl, F., S. P. J. (2017). Geographical distribution of Chagas disease. In *American*

Trypanosomiasis Chagas Disease: One Hundred Years of Research: Second Edition (pp. 89–112). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801029-7.00005-8>

- Guzmán-Marín, E., Karla Y., A.-V., Puerto-Solís, M., Ortega, A., & Jimenez-Coello, M. (2016). Intra-Domiciliary Transmission of Chagas' Disease in Rural Areas of Yucatan Mexico. *Open Journal of Epidemiology*, *06*, 244–255. <https://doi.org/10.4236/ojepi.2016.64024>
- Happy anniversary, PDB! (2021). In *Nature structural & molecular biology* (Vol. 28, Issue 5, p. 399). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00598-2>
- Hubálek, Z. (2003). Emerging human infectious diseases: anthroponoses, zoonoses, and sapronoses. In *Emerging infectious diseases* (Vol. 9, Issue 3, pp. 403–404). <https://doi.org/10.3201/eid0903.020208>
- Hubálek, Z. (2003). Emerging human infectious diseases: anthroponoses, zoono. In *Emerging infectious diseases* (Vol. 9, Issue 3, pp. 403–404). <https://doi.org/10.3201/eid0903.020208>
- Imai, K., Misawa, K., Osa, M., Tarumoto, N., Sakai, J., Mikita, K., Sayama, Y., Fujikura, Y., Kawana, A., Murakami, T., Maesaki, S., Miura, S., & Maeda, T. (2019). Chagas disease: a report of 17 suspected cases in Japan, 2012–2017. *Tropical Medicine and Health*, *47*(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s41182-019-0168-3>
- Jazin, E. E., Bontempi, E. J., Sanchez, D. O., Aslund, L., Henriksson, J., Frasc, A. C., & Pettersson, U. (1995). Trypanosoma cruzi exoantigen is a member of a 160 kDa gene family. *Parasitology*, *110* (Pt 1), 61–69. <https://doi.org/10.1017/s0031182000081051>
- Juarez, J. G., Pennington, P. M., Bryan, J. P., Klein, R. E., Beard, C. B., Berganza, E., Rizzo, N., & Cordon-Rosales, C. (2018). A decade of vector control activities: Progress and limitations of Chagas disease prevention in a region of Guatemala with persistent Triatoma dimidiata infestation. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *12*(11). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0006896>
- Khodkar, I., Feizhadad, M. H., & Tavalla, M. (2018). Paleoparasitology in Iran: A Review. *Le Infezioni in Medicina*, *26*(4), 396–402. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30555149/>
- Kitchen, D. B., Decornez, H., Furr, J. R., & Bajorath, J. (2004). Docking and scoring in virtual screening for drug discovery: methods and applications. *Nature Reviews Drug Discovery*, *3*(11), 935–949. <https://doi.org/10.1038/nrd1549>
- Kransdorf, E. P., Zakowski, P. C., & Kobashigawa, J. A. (2014). Chagas disease in solid organ and heart transplantation. *Current Opinion in Infectious Diseases*, *27*(5), 418–424. <https://doi.org/10.1097/QCO.0000000000000088>
- Krautz, G. M., Peterson, J. D., Godsel, L. M., Krettli, A. U., & Engman, D. M. (1998). Human antibody responses to Trypanosoma cruzi 70-kD heat-shock proteins. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, *58*(2), 137–143. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1998.58.137>
- Liebscher, J., Mrówczyński, R., Scheidt, H. A., Filip, C., Hädade, N. D., Turcu, R., Bende, A., & Beck, S. (2013). Structure of Polydopamine: A Never-Ending Story?

Langmuir, 29(33), 10539–10548. <https://doi.org/10.1021/la4020288>

- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa. *Bellaterra (Cerdanyola Del Vallès): Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona*.
- Lorena, V. M. B., Verçosa, A. F. A., Machado, R. C. A., Moitinho-Silva, L., Cavalcanti, M. G. A., Silva, E. D., Ferreira, A. G. P., Correa-Oliveira, R., Pereira, V. R. A., & Gomes, Y. M. (2008). Cellular immune response from Chagasic patients to CRA or FRA recombinant antigens of *Trypanosoma cruzi*. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 22(2), 91–98. <https://doi.org/10.1002/jcla.20209>
- Low, H. P., Santos, M. A., Wizel, B., & Tarleton, R. L. (1998). Amastigote surface proteins of *Trypanosoma cruzi* are targets for CD8⁺ CTL. *Journal of Immunology (Baltimore, Md. : 1950)*, 160(4), 1817–1823.
- Manzanares-Gómez, J., León, S., Climent-Pascual, E., & García-Armada, M. P. (2022). Molecular Dynamics Simulations of Polydopamine Nanosphere's Structure Based on Experimental Evidence. *Polymers*, 14(24). <https://doi.org/10.3390/polym14245486>
- Matsuda, N. M., Miller, S. M., & Evora, P. R. B. (2009). The chronic gastrointestinal manifestations of Chagas disease. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 64(12), 1219–1224. <https://doi.org/10.1590/S1807-59322009001200013>
- Meyer, R., & Hauser, A. W. (2020). Geometry optimization using Gaussian process regression in internal coordinate systems. *The Journal of Chemical Physics*, 152(8), 84112. <https://doi.org/10.1063/1.5144603>
- Millar, A. E., & Kahn, S. J. (2000). The SA85-1.1 protein of the *Trypanosoma cruzi* trans-sialidase superfamily is a dominant T-cell antigen. *Infection and Immunity*, 68(6), 3574–3580. <https://doi.org/10.1128/IAI.68.6.3574-3580.2000>
- Morris, G. M., & Lim-Wilby, M. (2008). *Molecular Docking BT - Molecular Modeling of Proteins* (A. Kukol (Ed.); pp. 365–382). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-59745-177-2_19
- Moutiez, M., Aumercier, M., Schöneck, R., Meziane-Cherif, D., Lucas, V., Aumercier, P., Ouaisi, A., Sergheraert, C., & Tartar, A. (1995). Purification and characterization of a trypanothione-glutathione thioltransferase from *Trypanosoma cruzi*. *The Biochemical Journal*, 310 (Pt 2(Pt 2), 433–437. <https://doi.org/10.1042/bj3100433>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (n.d.). *Información general: Enfermedad de Chagas*. Retrieved January 4, 2022, from https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=5856:2011-informacion-general-enfermedad-chagas&Itemid=40370&lang=es
- Patel, P. (2020). Chagas disease: Quick facts. *Nursing*, 50(9), 13–15. <https://doi.org/10.1097/01.NURSE.0000694824.61152.89>
- Paz Maria, S.-S., Gloria Elena, R.-W., Margarita, C.-B., Martha Irene I, B.-T., José Alejandro, M.-I., María Carlota, M.-E., Antonieta, R.-R., Yolanda, G.-G., Mauro Omar, V.-B., Adela Luisa, R.-H., Elia, T.-G., del Artículo Resumen, D., Avenida Prolongación Colon, G., Cd Guzmán-Guadalajara Jalisco, C., de contacto, D.,

- María Salazar-Schettino, P., & Elena Rojas-Wastavino, G. (2010). A revision of thirteen species of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) vectors of Chagas disease in Mexico Revisión de 13 especies de la familia Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) vectores de la enfermedad de Chagas, en México Historial del artículo. *J Selva Andina Res Soc*, 1(1), 57–80.
- Pedrosa, I., Suárez, J., & García, E. (2014). Evidencias sobre la validez de contenido: avances teóricos y métodos para su estimación. *Acción Psicológica*, 10(2), 3–20.
- Pereira, K. S., Schmidt, F. L., Guaraldo, A. M. A., Franco, R. M. B., Dias, V. L., & Passos, L. A. C. (2009). Chagas' disease as a foodborne illness. *Journal of Food Protection*, 72(2), 441–446. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-72.2.441>
- Pereira, M. E., Mejia, J. S., Ortega-Barria, E., Matzilevich, D., & Prioli, R. P. (1991). The Trypanosoma cruzi neuraminidase contains sequences similar to bacterial neuraminidases, YWTD repeats of the low density lipoprotein receptor, and type III modules of fibronectin. *The Journal of Experimental Medicine*, 174(1), 179–191. <https://doi.org/10.1084/jem.174.1.179>
- Pinzi, L., & Rastelli, G. (2019). Molecular Docking: Shifting Paradigms in Drug Discovery. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(18). <https://doi.org/10.3390/ijms20184331>
- Prieto-Martínez, F. D., Arciniega, M., Medina-Franco, J. L., Prieto-Martínez, F. D., Arciniega, M., & Medina-Franco, J. L. (2018). Molecular docking: current advances and challenges. *TIP. Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 21(1), 65–87. <https://doi.org/10.22201/FESZ.23958723E.2018.0.143>
- Reis, F. C. G., Costa, T. F. R., Sulea, T., Mezzetti, A., Scharfstein, J., Brömme, D., Ménard, R., & Lima, A. P. C. A. (2007). The propeptide of cruzipain--a potent selective inhibitor of the trypanosomal enzymes cruzipain and brucipain, and of the human enzyme cathepsin F. *The FEBS Journal*, 274(5), 1224–1234. <https://doi.org/10.1111/j.1742-4658.2007.05666.x>
- Ruiz-Carmona, S., Alvarez-Garcia, D., Foloppe, N., Garmendia-Doval, A. B., Juhos, S., Schmidtke, P., Barril, X., Hubbard, R. E., & Morley, S. D. (2014). rDock: A Fast, Versatile and Open Source Program for Docking Ligands to Proteins and Nucleic Acids. *PLOS Computational Biology*, 10(4), e1003571. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003571>
- Ruiz Tovar, K. (2020, January 21). *Vigilancia entomológica de la Enfermedad de Chagas*. Secretaria de Salud. <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/vigilancia-entomologica-de-la-enfermedad-de-chagas?state=published>
- Ryu, J. H., Messersmith, P. B., & Lee, H. (2018). Polydopamine Surface Chemistry: A Decade of Discovery. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 10(9), 7523–7540. <https://doi.org/10.1021/acsami.7b19865>
- Salassa, B. N., & Romano, P. S. (2019). Autophagy: A necessary process during the Trypanosoma cruzi life-cycle. *Virulence*, 10(1), 460–469. <https://doi.org/10.1080/21505594.2018.1543517>
- Santos, É., & Menezes Falcão, L. (2020). Chagas cardiomyopathy and heart failure: From epidemiology to treatment. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 39(5), 279–289. <https://doi.org/10.1016/J.REPC.2019.12.006>

- Sasagawa, E., Aiga, H., Corado Soriano, E. Y., Cuyuch Marroquín, B. L., Hernández Ramírez, M. A., Guevara de Aguilar, A. V., Romero Chévez, J. E., Ramos Hernández, H. M., Cedillos, R. A., Misago, C., & Kita, K. (2015). Mother-to-Child Transmission of Chagas Disease in El Salvador. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, *93*(2), 326–333. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.14-0425>
- Shoichet, B. K., McGovern, S. L., Wei, B., & Irwin, J. J. (2002). Lead discovery using molecular docking. *Current Opinion in Chemical Biology*, *6*(4), 439–446. [https://doi.org/10.1016/s1367-5931\(02\)00339-3](https://doi.org/10.1016/s1367-5931(02)00339-3)
- Tandaypán, A. V., Añorga, H. M. E., & Benites, A. (2016). *Comparación de antígenos de excreción-secreción de epimastigotes (ESEA) y tripomastigotes (TESA) de Trypanosoma cruzi mediante Western blot para el diagnóstico de la enfermedad de Chagas*.
- Toso M, A., Vial U, F., & Galanti, N. (2011). Oral transmission of Chagas' disease. *Revista medica de Chile*, *139*(2), 258–266.
- Trott, O., & Olson, A. J. (2010). AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *Journal of Computational Chemistry*, *31*(2), 455–461. <https://doi.org/10.1002/jcc.21334>
- Urményi, T. P., Silva, R., & Rondinelli, E. (2014). The heat shock proteins of *Trypanosoma cruzi*. *Sub-Cellular Biochemistry*, *74*, 119–135. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7305-9_5
- Vasconcelos, R. H. T., Azevedo, E. A. N., Cavalcanti, M. G. A. M., Silva, E. D., Ferreira, A. G. P., Morais, C. N. L., & Gomes, Y. M. (2011). Immunoglobulin M antibodies against CRA and FRA recombinant antigens of *Trypanosoma cruzi* in chronic chagasic patients. *Human Immunology*, *72*(5), 402–405. <https://doi.org/10.1016/J.HUMIMM.2011.02.015>
- Ventura-León, J. L., & Caycho-Rodríguez, T. (2017). El coeficiente Omega: un método alternativo para la estimación de la confiabilidad. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, *15*(1), 625–627. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77349627039>
- Viotti, R., Vigliano, C. A., Álvarez, M. G., Lococo, B. E., Petti, M. A., Bertocchi, G. L., & Armenti, A. H. (2009). The Impact of Socioeconomic Conditions on Chronic Chagas Disease Progression. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, *62*(11), 1224–1232. [https://doi.org/10.1016/S1885-5857\(09\)73349-3](https://doi.org/10.1016/S1885-5857(09)73349-3)
- Whitman JD, Bulman CA, G., EL, Irish AM, Townsend RL, Stramer SL, S., & JA, B. C. (2019). *Chagas Disease Serological Test Performance in U.S. Blood Donor Specimens*. *September*, 1–9.
- Wingard, J. N., Ladner, J., Vanarotti, M., Fisher, A. J., Robinson, H., Buchanan, K. T., Engman, D. M., & Ames, J. B. (2008). Structural insights into membrane targeting by the flagellar calcium-binding protein (FCaBP), a myristoylated and palmitoylated calcium sensor in *Trypanosoma cruzi*. *The Journal of Biological Chemistry*, *283*(34), 23388–23396. <https://doi.org/10.1074/jbc.M803178200>
- Wormington, J. D., Gillum, C., Meyers, A. C., Hamer, G. L., & Hamer, S. A. (2018). Daily activity patterns of movement and refuge use in *Triatoma gerstaeckeri* and

Rhodnius prolixus (Hemiptera: Reduviidae), vectors of the Chagas disease parasite. *Acta Tropica*, 185, 301–306.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.06.012>

Yang, Z., Fan, W. H., Ding, Y. J., & Xiao, Z. L. (2022). Preparation and thermal performance of nitrocellulose coated by polydopamine. *Journal of Applied Polymer Science*, 139(12). <https://doi.org/10.1002/APP.51809>

PRODUCTOS DEL
PROYECTO

14. Productos del proyecto



BUAP

Registro:
DGE - BUAP - Fac. Cs. Quím. - L / Coloq. - 005 / 21
Folio: 18, Foja 044
Del libro de Registros 01/22

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

A través de la Facultad de Ciencias Químicas
otorga la presente

CONSTANCIA

A: **Miguel Ortega Caballero**

Por haber asistido al Coloquio

Tópicos de Química-Biofísica

Realizado en línea del 06 de agosto al 25 de noviembre de 2021
Con una duración de 34 horas

"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z., a 27 de enero de 2022

Dr. Carlos Contreras Cruz
Director General de Educación Continua



BUAP

Registro:
DGE - BUAP - Fac. Cs. Quím. - L / Coloq. - 005 / 21
Folio: 42, Foja 044
Del libro de Registros 01/22

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

A través de la Facultad de Ciencias Químicas
otorga la presente

CONSTANCIA

A: **Miguel Ortega Caballero**

Por haber dictado la Ponencia:

Métodos actuales para la determinación del Chagas en su fase aguda y crónica

En el marco del Coloquio: **Tópicos de Química-Biofísica**

Realizado en línea del 06 de agosto al 25 de noviembre de 2021

Duración de la Ponencia: 1 hora

"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z., a 27 de enero de 2022

Dr. Carlos Contreras Cruz
Director General de Educación Continua





Registro:
DGEC - BUAP - CQ - ICUAP - L / Coloq. - 001 / 22
Folio: 11, Foja 305
Del libro de Registros 01/22

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
A través del Instituto de Ciencias
otorga la presente

CONSTANCIA

A: **Miguel Ortega Caballero**

Por haber asistido al Coloquio
Tópicos de Química-Biofísica
Realizado en línea del 04 de febrero al 10 de junio de 2022
Con una duración de 48 horas

"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z., a 06 de julio de 2022


Dr. Carlos Contreras Cruz
Director General de Educación Continua



Registro:
DGEC - BUAP - CQ - ICUAP - L / Coloq. - 001 / 22
Folio: 25, Foja 305
Del libro de Registros 03/22


La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
A través del Instituto de Ciencias
otorga la presente

CONSTANCIA

A: **Miguel Ortega Caballero**

Por haber impartido el Tema:
*"Elaboración de un inmunoensayo de flujo lateral
para el diagnóstico cualitativo de la enfermedad de chagas"*
En el marco del Coloquio **Tópicos de Química-Biofísica**
Realizado en línea del 04 de febrero al 10 de junio de 2022
Duración del Tema: 2 horas

"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z., a 06 de julio de 2022


Dr. Carlos Contreras Cruz
Director General de Educación Continua



Enfermedad de chagas: crónica de un mal olvidado



Fecha
2022-06-18

Autor
Ortega Caballero, Miguel
Trejo, Gabriel
Carabarin Lima, Alejandro
Méndez Albores, Alia

Metadatos
Mostrar el registro completo del ítem



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Resumen

"La Tripanosomiasis americana o también conocida como enfermedad de Chagas, es una enfermedad ocasionada por el parásito protozoario *Trypanosoma cruzi* (T. cruzi). El nombre particular de esta enfermedad se debe al apellido del médico-investigador brasileño que la descubrió en el año de 1909, Carlos Ribeiro Justiniano das Chagas. Este mal es una enfermedad zoonótica vectorial, esto quiere decir que el parásito T. cruzi se transmite al hombre a través de insectos hematófagos, mejor conocidas como chinches besuconas, las cuales pertenecen a la familia Reduviidae y los géneros *Rhodnius*, *Triatoma* y *Panstrongylus*. En México, se presentan un total de 29 especies distintas de estos géneros, de las cuales 21 se encuentran infectadas con T. cruzi, por lo que el riesgo de transmisión es alto en áreas endémicas".

URI

<https://hdl.handle.net/20.500.12371/17383>

Texto completo

<https://www.cronica.com.mx/academia/enfermedad-chagas-cronica-mal-olvidado.html>

Colecciones

Investigadoras BUAP

ENLACES

[Repositorio EcoBUAP](#)

SOBRE NOSOTROS

[¿Qué somos?](#)

[Entidad responsable](#)

[Licencia y derechos en metadatos](#)

[Contenido](#)

[Comunidades y colecciones](#)

[Políticas y lineamientos](#)

Búsquedas

Buscar en RIAA

Esta colección

LISTAR

[Todo RIAA](#)

[Esta colección](#)

MI CUENTA

[Acceder](#)

25/5/23, 18:56

Enfermedad de chagas: crónica de un mal olvidado

Jueves 25.05.2023 • 18:56



Academia

[Nacional](#) · [Metrópoli](#) · [Cultura](#) · [Academia](#) · [Mundo](#) · [Negocios](#) · [Escenario](#) · [Deportes](#) · [Opinión](#) · [F](#)



ARTÍCULO

Enfermedad de chagas: crónica de un mal olvidado

• Un diagnóstico oportuno durante su fase inicial o aguda incrementa las probabilidades de tener un tratamiento adecuado



La enfermedad de Chagas también puede transmitirse sin que este el chinche de por medio, por transfusiones de sangre u órganos contaminados, por la ingesta accidental oral de agua o alimentos contaminados con heces del vector



MIGUEL ORTEGA CABALLERO (1), GABRIEL TREJO (2), ALEJANDRO CARABARÍN LIMA (3) Y ALIA MÉNDEZ ALBORES (1)

<https://www.cronica.com.mx/academia/enfermedad-chagas-cronica-mal-olvidado.html>

1/6



Asociación Mexicana de Profesores de Microbiología y Parasitología A.C.

Otorga el presente RECONOCIMIENTO a:

Miguel Ortega Caballero, Luis Ramiro Caso Vargas, Alejandro Carabarin Lima y Alia Méndez Albores

Por su participación en la **Presentación de Carteles (Modalidad – Posgrado – Parasitología)** en el marco de la **CVIII Reunión Anual y I Internacional de Profesores de Microbiología y Parasitología A.C.** y el **XX Congreso Nacional de Estudiantes de Microbiología y Parasitología**, celebrada en conjunto con la Facultad de Medicina de la Universidad Veracruzana, con el tema:

“Identificación de factores ambientales, estacionales y socioeconómicos implicados en la presencia de Triatominos transmisores de *Trypanosoma cruzi* en el municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla.”

Veracruz, Ver., del 20 al 22 de abril de 2023


Dr. Elías B. Pezzat Said
Presidente AMPMP


ASOCIACION MEXICANA DE PROFESORES DE MICROBIOLOGIA Y PARASITOLOGIA, A.C.
Fundada desde 1962


MC. José Manuel Rodríguez Luna
Secretario AMPMP


Dra. Iris A. Sarquis Zárate
Comité local AMPMP
Secretario AMPMP



Asociación Mexicana de Profesores de Microbiología y Parasitología A.C.

Otorga el presente RECONOCIMIENTO a:

Miguel Ortega Caballero, Luis Ramiro Caso Vargas, Alejandro Carabarin Lima y Alia Méndez Albores

Por haber obtenido el **2º lugar** en la **Presentación de Carteles (Modalidad – Posgrado – Parasitología)** en el marco de la **CVIII Reunión Anual y I Internacional de Profesores de Microbiología y Parasitología A.C.** y el **XIX Congreso Nacional de Estudiantes de Microbiología y Parasitología** celebrada en conjunto con la Facultad de Medicina de la Universidad Veracruzana, con el tema:

“Identificación de factores ambientales, estacionales y socioeconómicos implicados en la presencia de Triatominos transmisores de *Trypanosoma cruzi* en el municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla.”

Veracruz, Ver., del 20 al 22 de abril de 2023


Dr. Elías B. Pezzat Said
Presidente AMPMP


ASOCIACION MEXICANA DE PROFESORES DE MICROBIOLOGIA Y PARASITOLOGIA, A.C.
Fundada desde 1962


MC. José Manuel Rodríguez Luna
Secretario AMPMP


Dra. Iris A. Sarquis Zárate
Comité local AMPMP
Secretario AMPMP

**IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA
DISTRIBUCIÓN DE LOS VECTORES DE LA ENFERMEDAD
DE CHAGAS**

**IMPACT OF THE CLIMATE CHANGE IN THE
DISTRIBUTION OF CHAGAS DISEASE VECTORS**

Miguel Ortega Caballero¹, Alan Ruíz Santiago², Alejandro Carabarin Lima^{2, 3} & Alia Méndez Albores^{1*}

¹Centro de Química-ICUAP-Posgrado en Ciencias Ambientales, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 72570 Puebla, Mexico

²Licenciatura en Biotecnología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 72570 Puebla, México

³Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 72570 Puebla, Mexico

*alia.mendez@correo.buap.mx