



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL
POR ACTIVIDADES VINCULADAS CON LA PROFESIÓN

PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

**Evaluación de actividad tripanocida de aceites
esenciales en epimastigotes de *Trypanosoma cruzi***

QUE PRESENTA EL ALUMNA

Johamin Alexandra Solórzano Zúñiga

Matrícula
2202034251

Asesor externo:
Dra. Blanca Esther Blancas-Luciano
Departamento de Microbiología y Parasitología.
Universidad Nacional Autónoma de México
Cédula profesional: 12808260

Asesor interno:
Mtro. Ezel Jacome Galindo Pérez
Depto. El hombre y su ambiente.
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco
No. Eco: 44093

Ciudad de México, Febrero, 2025

Resumen

La enfermedad de Chagas, causada por el parásito flagelado *Trypanosoma cruzi*, representa un problema de salud pública de considerable importancia al afectar de 6 a 8 millones de personas y provocar cerca de 50,000 muertes anuales. Los tratamientos convencionales, basados en Benznidazol y Nifurtimox, presentan limitaciones notables debido a sus efectos adversos y a la deficiente eficacia en la fase crónica de la enfermedad, lo que demanda la búsqueda de alternativas terapéuticas más seguras. En este contexto, el presente estudio evaluó el efecto del aceite esencial de *Cinnamomum verum* sobre la infección *in vitro* por *Trypanosoma cruzi*. Se cultivaron epimastigotes del parásito en medio LIT suplementado con hemina, suero bovino y penicilina, incubándose a 28 °C y realizando subcultivos semanales para mantener la fase exponencial. Se establecieron curvas de crecimiento mediante conteos en cámara de Neubauer en intervalos de 1, 24, 48, 72, 96 y 120 horas, lo que permitió caracterizar las fases lag, exponencial y estacionaria. La actividad antiparasitaria se evaluó exponiendo los cultivos a diferentes concentraciones del aceite esencial de *Cinnamomum v.* (5, 10, 20, 40 y 80 µg/mL) y determinando la concentración inhibitoria media (IC50) mediante análisis en GraphPad. Además, la composición química del aceite se analizó por cromatografía de gases, revelándose que el eugenol es el componente predominante, representando el 68.8 % del área total del cromatograma, lo cual certifica la calidad del extracto. Los resultados demostraron que las concentraciones bajas (5 y 10 µg/mL) no alteraron el crecimiento de los epimastigotes en comparación con los controles, mientras que dosis superiores (40 y 80 µg/mL) indujeron una reducción significativa en el número de parásitos ($p < 0.05$), evidenciando un efecto dosis-dependiente. Paralelamente, se evaluó la citotoxicidad del aceite en cultivos de células Vero, utilizando el reactivo Presto Blue para determinar la viabilidad celular; los ensayos indicaron que las concentraciones estudiadas no comprometieron significativamente la viabilidad, subrayando un perfil de baja toxicidad. En conclusión, el aceite esencial de *Cinnamomum v.* exhibe un potencial antiparasitario notable contra *T. cruzi* a concentraciones elevadas, sin inducir citotoxicidad en líneas celulares, lo que lo posiciona como una alternativa terapéutica prometedora para el manejo de la enfermedad de Chagas y sugiere la necesidad de estudios preclínicos e *in vivo* adicionales para confirmar su eficacia y seguridad.

Palabras clave: Enfermedad de Chagas, *Trypanosoma cruzi*, aceite esencial, *Cinnamomum verum*, *in vitro*.

Índice

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción..... | 2 |
| 2. Lugar de realización..... | 3 |
| 3. Marco institucional..... | 3 |
| 4. Objetivo general de las actividades realizadas..... | 4 |
| 4.1. Objetivos particulares..... | 4 |
| 5. Actividades desarrolladas..... | 4 |
| 5.1 Elaboración de medios de cultivo para el mantenimiento del parásito (LIT, RPMI, NNN) y soluciones amortiguadoras..... | 4 |
| 5.2. Manejo y mantenimiento de cultivos de epimastigotes de <i>T. cruzi</i> | 5 |
| 5.3 Elaboración de curvas de crecimiento de epimastigotes de <i>T. cruzi</i> | 5 |
| 5.4. Determinación de IC50 de aceites esenciales en epimastigotes de <i>T. cruzi</i> | 6 |
| 5.5. Análisis estadístico de resultados obtenidos..... | 7 |
| 5.6. Cultivo de células vero..... | 9 |
| 5.7. Realización de ensayos de viabilidad celular..... | 9 |
| 5.8. Procesamiento de Antígeno..... | 10 |
| 5.9. Procesamiento de órganos de ratones infectados..... | 11 |
| 5.10. Colaboración en escritura de artículo de divulgación..... | 11 |
| 5.11. Asistencia a cursos..... | 11 |
| 5.12. Asistencia a congreso..... | 12 |
| 6. Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios..... | 12 |
| 7. Bibliografía..... | 13 |
| 8. Anexos..... | 17 |
| Anexo 1. Asistencia al curso "Manejo de Animales de Laboratorio en Investigación Biomédica"..... | 17 |
| Anexo 2: Asistencia al "1er. Congreso de Investigación de Pregrado 2024"..... | 18 |
| 9. Visto bueno..... | 19 |

1. Introducción

La enfermedad de Chagas es una patología causada por *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*), un parásito cinetoplástido flagelado. La principal fuente de transmisión en áreas endémicas es por especies de insectos hematófagos triatominos pertenecientes a la subfamilia Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) (El-Sayed *et al.*, 2005; Ibarra-Cerdeña *et al.*, 2014; Velásquez-Ortiz y Ramírez, 2020).

La enfermedad de Chagas o tripanosomiasis americana es un importante problema de salud que afecta a alrededor de 6 a 8 millones de personas en el mundo y causa 50000 muertes por año (Lidany *et al.*, 2019). La Organización Mundial de la Salud (OMS) la ha clasificado dentro de las 20 Enfermedades tropicales desatendidas y en América Latina se considera la principal patología asociada con insuficiencia cardiaca (Traina *et al.*, 2015; Arnal *et al.*, 2019).

La enfermedad de Chagas es considerada una patología incapacitante de alta morbilidad y mortalidad y con gran impacto en la economía mundial debido a los costos que implica su atención (Lee *et al.*, 2013; Chatelain, 2016). Se ha reportado un gasto global de 627,5 millones de dólares al año en costos de atención médica (Gómez-Ochoa *et al.*, 2022).

En México, se ha reportado que los 32 estados pueden ser zonas de alta prevalencia para esta enfermedad, debido a que cumplen con las condiciones ecológicas propicias para la sobrevivencia de los vectores triatominos transmisores de la enfermedad (Velásquez-Ramírez *et al.*, 2022). El 60% de los casos actuales se concentran en estados del sur como Veracruz,

Chiapas, Quintana Roo, Oaxaca, Yucatán y Morelos, se estima que hasta cuatro millones de personas pueden estar infectadas con *T. cruzi* en México (Velázquez-Ramírez *et al.*, 2022).

Durante la fase aguda de la enfermedad se estima un costo de 200 dólares, sin embargo, en la fase crónica este valor puede alcanzar entre 4.000 y 6.000 dólares (Lidani *et al.*, 2019). Actualmente, los únicos medicamentos autorizados para el tratamiento de la fase aguda de la enfermedad son Benznidazol y Nifurtimox. Sin embargo, ambos medicamentos tienen efectos adversos y son poco efectivos durante la fase crónica de la enfermedad (Molina *et al.*, 2015; Jackson *et al.*, 2020). Por lo tanto, es importante la búsqueda de opciones terapéuticas alternativas que coadyuven en el tratamiento de esta patología.

2. Lugar de realización

Las actividades de Servicio Social se realizaron en el Laboratorio de Ultraestructura de Parásitos. Departamento de Microbiología y Parasitología. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México.

3. Marco institucional

Misión: La Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México es una institución pública que forma profesionales altamente calificados, éticos, críticos y humanistas, capaces de investigar y difundir el conocimiento para la solución de problemas de salud y otras áreas científicas en beneficio del ser humano y la nación.

Visión: Estar a la vanguardia para ejercer el liderazgo en educación, investigación y difusión en salud y otras áreas científicas en beneficio del ser humano y de la nación.

4. Objetivo general de las actividades realizadas

Evaluar el efecto del aceite esencial de *Cinnamomum verum* en la infección por *Trypanosoma cruzi* in vitro.

4.1. Objetivos particulares

- a) Determinar la concentración inhibitoria media (IC50) de aceite esencial de *Cinnamomum verum* en epimastigote de *T. cruzi*.
- b) Determinar la viabilidad celular de células Vero-incubadas con aceites esenciales de *Cinnamomum verum*

5. Actividades desarrolladas

5.1 Elaboración de medios de cultivo para el mantenimiento del parásito (LIT, RPMI, NNN) y soluciones amortiguadoras.

- Medio LIT (Liver Infusion Tryptose).

Se preparó el medio LIT utilizando cloruro de sodio, cloruro de potasio, fosfato de sodio dibásico, glucose, triptosa, infusión de hígado, y agua des ionizada, se esterilizó mediante autoclave (120 libras de presión, por 15 minutos) (Camargo, 1964).

- Medio RPMI (Roswell Park Memorial Institute).

Se utilizó medio RPMI (Biowest) y se complementó posteriormente con glutamina, suero fetal bovino, penicilina, y bicarbonato según las necesidades de los cultivos (Freshney, 2010).

- Medio NNN (Novy-MacNeal-Nicolle).

Se preparó el medio NNN con agar y sangre de carnero, ya estéril, se ensambló el medio en tubos inclinados (Beltrán, Cáceres y Corredor, 1988).

- Preparación de Solución amortiguadora.

Se preparó PBS (solución salina tamponada con fosfato), con 0.23g de NaH_2PO_4 , 1.15g de Na_2HPO_4 y 9.0g de NaCl para el lavado y mantenimiento de los parásitos y células. Se esterilizaron mediante autoclave o filtración (0.25 MICRAS, Sigma Aldrich) (Genómica UASLP, 2008).

5.2. Manejo y mantenimiento de cultivos de epimastigotes de *T. cruzi*

Los epimastigotes se cultivaron en medio LIT complementado con hemina (25 mL/ 1000 mL), suero adulto bovino (10%) y penicilina 1(%) (Camargo, 1964).

- Se inocularon los epimastigotes en el medio de cultivo adecuado, el medio LIT. Se incubaron a 28°C, por 6 meses de Julio 2024 - Febrero 2025.

Se pasaron regularmente los cultivos en fase exponencial a nuevo medio LIT para mantener la viabilidad y crecimiento de los parásitos. Los pases se realizaron cada 7 días, inoculando 1 mL (7×10^6) epimastigotes en 4 mL de medio de cultivo LIT complementado.

5.3 Elaboración de curvas de crecimiento de epimastigotes de *T. cruzi*

- Se colocaron 5 tubos cónicos con 1×10^6 epimastigotes en fase exponencial.
- Se tomaron alícuotas en intervalos de tiempo regulares, 1, 24, 48, 72, 96, 120 horas. La cuantificación de la densidad de parásitos se realizó mediante conteo en cámara de Neubauer (Saldaña, Córdova, y Vargas, 2006).

La curva de crecimiento se analizó en el programa estadístico GraphPad para determinar la fase de latencia (lag), fase exponencial y fase estacionaria del crecimiento.

La curva de crecimiento de *Trypanosoma cruzi* mostró su fase lag durante los días 1 y 2, en los cuales el crecimiento fue mínimo. A partir del día 3, comenzó la fase exponencial, caracterizada por un aumento acelerado en el crecimiento del parásito, alcanzando su punto máximo alrededor del día 8. Posteriormente, entre los días 8 a 10, se presentó la fase estacionaria, durante la cual la población de parásitos se mantuvo estable antes de iniciar una disminución progresiva (muerte), en los días 11 a 16, (Fig. 1).

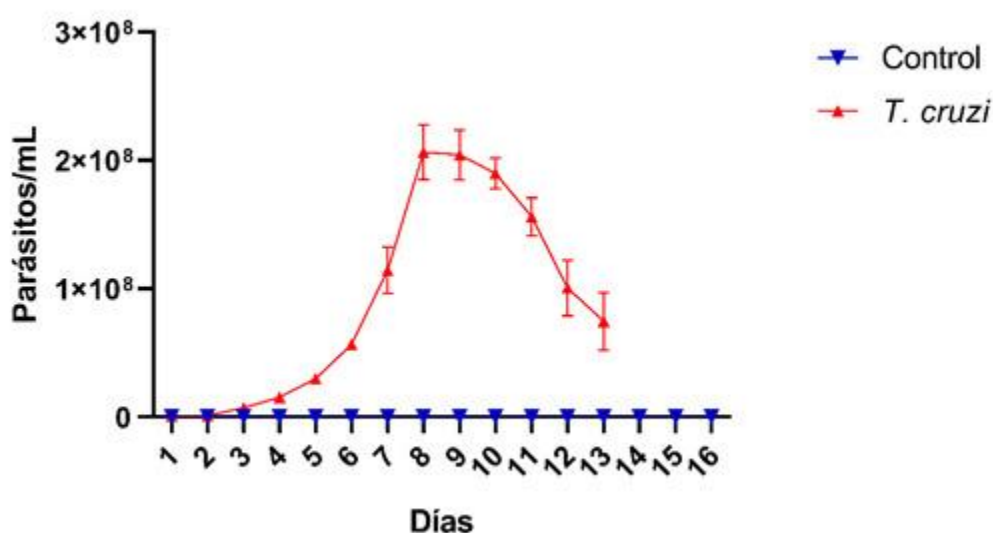


Figura 1. Curva de crecimiento de epimastigotes de *Trypanosoma cruzi*, que muestra la evolución del crecimiento a lo largo de 16 días. En contraste con el grupo control (*T. cruzi* muerto).

5.4. Determinación de IC50 de aceites esenciales en epimastigotes de *T. cruzi*

-Se preparó un stock de aceite esencial de canela a 5 mg/mL. Posteriormente se colocaron 5×10^5 epimastigotes en fase exponencial de crecimiento a diversas concentraciones de aceite esencial de *Cinnamomum v.* (5 μ g, 10 μ g, 20 μ g, 40 μ g, y 80 μ g) Se incubaron los cultivos durante 1, 24, 48, 72, 96, 120 horas. Finalmente se contó el número de parásitos utilizando una cámara de Neubauer (Sebaugh, 2011).

Los resultados indicaron que, a concentraciones bajas (5 y 10 $\mu\text{g/mL}$), el crecimiento parasitario fue comparable al de los grupos control. Sin embargo, al aumentar la dosis a concentraciones de 40 y 80 $\mu\text{g/mL}$ se evidenció una reducción significativa en el crecimiento de epimastigotes, lo que resultó en un menor número por mililitro en comparación con los controles y las dosis inferiores. Este comportamiento sugiere que el efecto del tratamiento es dosis-dependiente. Además, de que las diferencias obtenidas son estadísticamente significativas ($p < 0.05$) (Fig. 2).

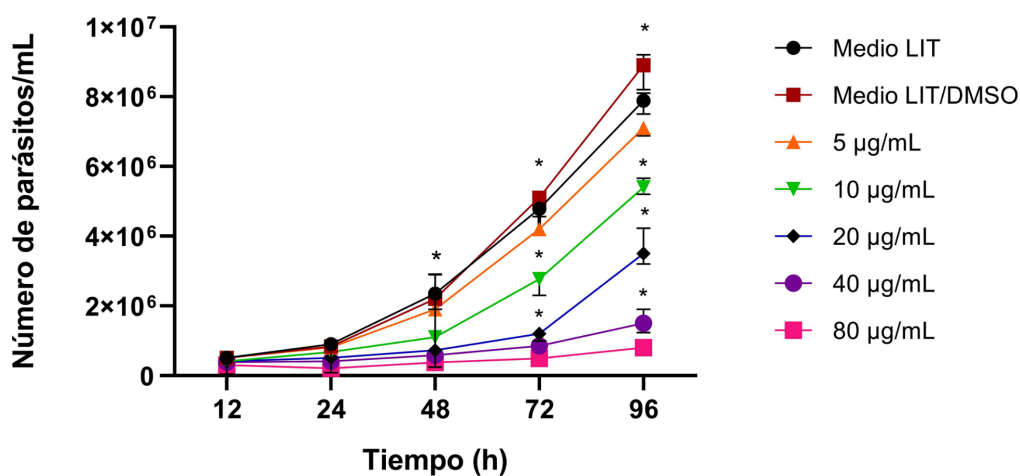


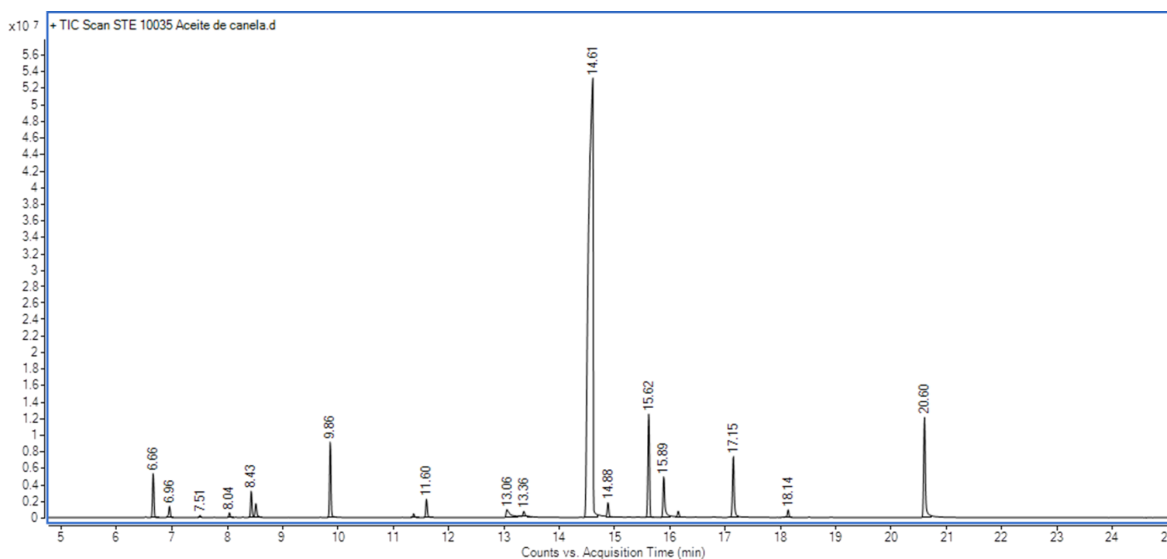
Figura 2. Efecto de aceite esencial de canela (5 mg/mL) en epimastigotes de *T. cruzi* cepa Querétaro. Los datos representan la media de 5 experimentos independientes \pm SD ($n=5$). La significancia se representó con un valor de $p < 0.05$ (*con respecto al grupo control).

5.5. Análisis estadístico de resultados obtenidos

- Los datos obtenidos de las cuantificaciones, se analizaron en programa GraphPad para la obtención de concentración inhibitoria media (IC50).

Se obtuvo el cromatograma mediante cromatografía de gases (GC) de una muestra de aceite de canela. En el eje horizontal se indica el tiempo de retención, que refleja el tiempo

que cada componente tarda en viajar a través de la columna cromatográfica, mientras que en el eje vertical se muestran los recuentos (multiplicados por 10^7), los cuales están directamente relacionados con la concentración de cada compuesto en la muestra (Fig. 3).



| tR (min) | Compuesto | Match | Área | % Área | IK experimental | IK teórico | Estructura |
|----------|-----------|-------|-------------|--------|-----------------|------------|---------------------------|
| 14.61 | Eugenol | 97.21 | 305524610.7 | 68.8 | 1370 | 1359 | <chem>Oc1ccc(O)cc1</chem> |

Figura 3. Composición química de aceite esencial de canela, analizada por cromatografía de gases e índice de Kovats

El pico más relevante se observa a los 14.61 minutos y corresponde al compuesto eugenol, identificado con alta confiabilidad. Este pico no solo alcanza un recuento aproximado de 5.6×10^7 , sino que además su área representa el 68.8% de la totalidad del cromatograma (305,524,610.7 unidades), lo que evidencia que el eugenol constituye el componente predominante en la muestra. La consistencia de su identificación se confirma al comparar el índice de retención experimental (1370) con el teórico (1359); la estrecha proximidad entre estos valores respalda la veracidad en la asignación del pico a eugenol.

Se observó que el aceite esencial de canela presenta un IC₅₀ de 15.24 µg/mL a 24 horas, frente a 52.12 µg/mL a 48 horas para Benznidazol. Esto indica que, bajo las condiciones evaluadas, el aceite esencial es más eficaz para inhibir el 50 % del crecimiento de epimastigotes de *T. cruzi*, ya que requiere una concentración menor para lograr el mismo efecto antiparasitario (Tabla 1).

| Tratamiento | Tiempo | Valor de IC ₅₀ |
|---------------------------|--------|---------------------------|
| Benznidazol | 48h | 52.12 µg/mL |
| Aceite esencial de canela | 24h | 15.24 µg/mL |

Tabla 1. IC₅₀ de aceite esencial de canela en epimastigotes de *T. cruzi* cepa Querétaro.

5.6. Cultivo de células vero

Las células Vero (derivadas del riñón de un mono verde africano) se incubaron en medio RPMI. El medio de cultivo se suplementó con, suero fetal bovino (10%), y penicilina (1%). Las células se colocaron en cajas de cultivo de 25 cm³, con medio RPMI a 37°C y 5% CO₂. El cambio de medio se realizó hasta la confluencia del 80% entre el día 3 y 4 de cultivo, (Freshney, 2010).

5.7. Realización de ensayos de viabilidad celular

Los datos obtenidos se analizaron con el software estadístico Grap Pad. Las significancias estadísticas se obtuvieron aplicando prueba ANOVA y Tukey's Honest Significant Difference (HSD).

Se incubaron las células Vero (100,000 células por pozo en placas de 96 pozos con diferentes concentraciones de aceites esenciales (5µg, 10µg, 20µg, 40µg, y 80µg), medio RPMI a 37°C y 5% CO₂ durante (1 hora) y grupo control célula vero sin aceite esencial). Al finalizar los tiempos de incubación se añadió reactivo de Presto Blue (Invitrogen™,

basado en resazurina), se midió la absorbancia a una longitud de onda (570 nm) utilizando un espectrofotómetro de microplacas.

Los datos de los cinco experimentos independientes muestran la viabilidad celular en respuesta a cada tratamiento. Los datos indican que, a lo largo de todas las concentraciones evaluadas, la mediana y la dispersión de los valores de viabilidad se mantienen consistentemente elevadas, sin diferencias significativas en comparación con el grupo control. Esto demuestra que la exposición al aceite esencial de canela, dentro del rango de dosis estudiado, no reduce la viabilidad de las células Vero (Fig. 4).

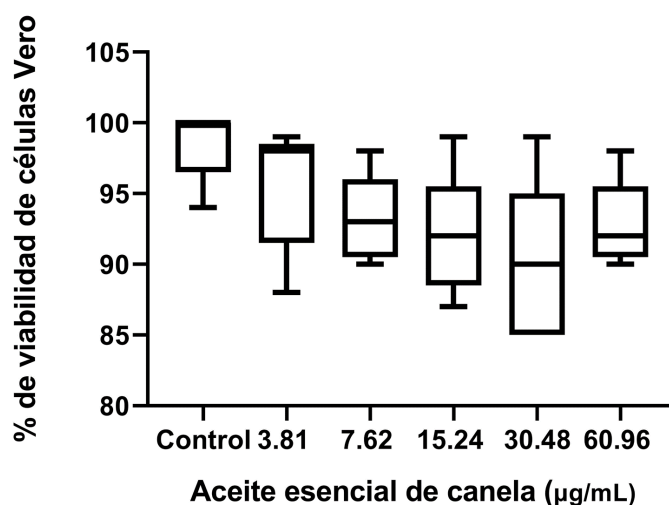


Figura 4. Efecto de aceite esencial de canela (5 mg/mL) en viabilidad de células Vero. Los datos representan la media de 5 experimentos independientes \pm SD (n=5). La significancia se representó con un valor de $p < 0.05$ (*con respecto al grupo control).

5.8. Procesamiento de Antígeno

Se utilizaron epimastigotes en fase exponencial, y se recolectaron por centrifugación y posteriormente lisados mediante sonicación. Se liofilizaron para eliminar el agua sin

degradar las proteínas y luego se congelaron a -80°C para su almacenamiento a largo plazo (Germain, 2002).

5.9. Procesamiento de órganos de ratones infectados

El procesamiento histológico de órganos de ratones comenzó con la extracción y fijación de los órganos en formol al 10% durante 24-48 horas para preservar la estructura tisular. Luego, los tejidos se sometieron a una serie de deshidrataciones con etanol creciente (80-100%), aclaramiento con xileno e inclusión en parafina a 60°C . Posteriormente, se realizan cortes finos de 3-5 μm con un micrótopo y se montan en portaobjetos. Para su análisis, las muestras se rehidratan y se tiñen con hematoxilina y eosina (H&E). Finalmente, se montaron con resina y se observaron bajo microscopio óptico para evaluar la arquitectura tisular y posibles alteraciones (Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas y Prophet, 1995).

5.10. Colaboración en escritura de artículo de divulgación

Se colaboró en la redacción de artículo de divulgación para la Revista El linfocito, de la Sociedad Mexicana de Inmunología.

5.11. Asistencia a cursos

Curso "Manejo de Animales de Laboratorio en Investigación Biomédica", impartido los días 4, 5, 6, 11, 12 y 13 de noviembre de 2024, con una duración total de 18 horas ([Anexo 1](#)).

5.12. Asistencia a congreso

"1er. Congreso de Investigación de Pregrado 2024", que se llevó a cabo el 27 de noviembre de 2024, en el Auditorio "Dr. Raoul Fournier Villada" de la Facultad de Medicina, UNAM ([Anexo 2](#)).

6. Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios

Las actividades desarrolladas durante el servicio social están estrechamente vinculadas con los objetivos de formación del plan de estudios de la carrera de Biología de la UAM Xochimilco. El plan de estudios busca formar profesionales creativos y críticos, con capacidad para implementar y evaluar estrategias de manejo de recursos naturales bióticos y realizar actividades científicas relevantes en el contexto actual.

La preparación de medios de cultivo y soluciones amortiguadoras, así como el manejo y mantenimiento de cultivos de epimastigotes de *T. cruzi* y células Vero, permitieron aplicar conocimientos teóricos en prácticas de laboratorio, fomentando habilidades técnicas y analíticas esenciales en un biólogo. La elaboración de curvas de crecimiento y la determinación de IC50 de aceites esenciales en epimastigotes de *T. cruzi* implican el diseño y ejecución de experimentos, la recolección y análisis de datos, y la interpretación de resultados, lo cual es fundamental en la formación científica rigurosa.

El análisis estadístico de los resultados y la colaboración en la escritura de un artículo de divulgación fomentaron la capacidad de comunicar de manera efectiva los hallazgos

científicos, así como el desarrollo de habilidades críticas y creativas para la resolución de problemas. Además, estas actividades están alineadas con los objetivos del programa de promover la innovación y la creatividad, al explorar compuestos naturales contra un parásito que representa un problema de salud pública significativo.

Las actividades desarrolladas durante el servicio social no solo contribuyeron a la formación técnica y científica, sino que también promovieron el pensamiento crítico y la aplicación de conocimientos teóricos en contextos prácticos, alineándose con los objetivos de formación del plan de estudios de la carrera de Biología de la UAM Xochimilco.

7. Bibliografía

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>

Beltrán, S., Cáceres, E., & Corredor, A. (1988). *Comportamiento de flagelados de la familia Trypanosomatidae en dos medios de cultivo modificados*. *Revista Biomédica*, 8(1-2), 2. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v8i1-2.1947>

Camargo, E. P. (1964). *Growth and differentiation in Trypanosoma cruzi: Origin of metacyclic trypanosomes in liquid medium*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 6(2), 93–100. <https://doi.org/10.1590/S0036-46651964000200002>

Chatelain, E. (2016). *Chagas disease research and development: Is there light at the end of the tunnel?* *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 15, 98–103.

<https://doi.org/10.1016/j.csbj.2016.12.002>

El-Sayed, N. M., Myler, P. J., Bartholomeu, D. C., Nilsson, D., Aggarwal, G., Tran, A. N., Ghedin, E., Worthey, E. A., Delcher, A. L., Blandin, G., Westenberger, S. J., Caler, E., Cerqueira, G. C., ... Andersson, B. (2005). *The genome sequence of Trypanosoma cruzi, an etiologic agent of Chagas disease.* *Science*, 309(5733), 409–415.

<https://doi.org/10.1126/science.1112631>

Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. (2020). *Misión y visión.* <https://microypara.facmed.unam.mx/>

Freshney, R. I. (2010). *Culture of animal cells: A manual of basic technique and specialized applications* (6th ed.). John Wiley & Sons.

<https://doi.org/10.1002/9780470649367>

Germain, R. N. (2002). *T-cell development and antigen processing: The role of MHC molecules.* *Nature Reviews Immunology*, 2(5), 309–319. <https://doi.org/10.1038/nri798>

Genómica UASLP. (2008). *Preparación de Phosphate Buffered Saline (PBS).*

<https://genomica.uaslp.mx>

Gómez-Ochoa, S. A., Rojas, L. Z., Echeverría, L. E., Muka, T., & Franco, O. H. (2022). *Global, regional, and national trends of Chagas disease from 1990 to 2019: Comprehensive analysis of the Global Burden of Disease Study.* *Global Heart*, 17(1), 59.

<https://doi.org/10.5334/gh.1150>

Gonçalves Moreno, C. J., Freitas Oliveira, J. W., Castelo Branco, J., Araújo, L., Queiroz, A. M., Donato, S. T., ... Sousa Silva, M. (2019). *Cell culture and maintenance of the evolutionary forms of Trypanosoma cruzi for studies of parasitic biology*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84733>

Ibarra-Cerdeña, C. N., Zaldívar-Riverón, A., Peterson, A. T., Sánchez-Cordero, V., & Ramsey, J. M. (2014). *Phylogeny and niche conservatism in North and Central American triatomine bugs (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), vectors of Chagas' disease*. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 8(10), e3266. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003266>

Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas (Wash.), & Prophet, E. B. (1995). *Métodos histotecnológicos*. Registro de Patología.

Jackson, Y., Wyssa, B., & Chappuis, F. (2020). *Tolerance to nifurtimox and benznidazole in adult patients with chronic Chagas' disease*. *The Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 75(3), 690–696. <https://doi.org/10.1093/jac/dkz473>

Lidani, K. C. F., Andrade, F. A., Bavia, L., Damasceno, F. S., Beltrame, M. H., Messias-Reason, I. J., & Sandri, T. L. (2019). *Chagas disease: From discovery to a worldwide health problem*. *Frontiers in Public Health*, 7, 166. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00166>

Molina, I., Salvador, F., Sánchez-Montalvá, A., Treviño, B., Serre, N., Sao Avilés, A., & Almirante, B. (2015). *Toxic profile of benznidazole in patients with chronic Chagas disease: Risk factors and comparison of the product from two different manufacturers*.

Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 59(10), 6125–6131.

<https://doi.org/10.1128/AAC.04660-14>

Movaliya, V., & Zaveri, M. (2020). *In vitro nephroprotective activity of selected herbal plants on Vero cell line. International Journal of Pharmacognosy & Chinese Medicine*, 4(1), 000198. <https://doi.org/10.23880/ipcm-16000198>

Saldaña, C., Córdova, O., & Vargas, F. V. (2006). *Utilización de Lepidium peruvianum maca, como medio de cultivo para el crecimiento de Trypanosoma cruzi. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 23(2), 137–140.

Sebaugh, J. L. (2011). *Guidelines for accurate EC50/IC50 estimation. Pharmaceutical Statistics*, 10(2), 128–134. <https://doi.org/10.1002/pst.426>

Suvarna, K. S., Layton, C., & Bancroft, J. D. (2012). *Teoría y práctica de las técnicas histológicas de Bancroft* (7ª ed.). Elsevier Health Sciences.

Traina, M. I., Sanchez, D. R., Hernandez, S., Bradfield, J. S., Labedi, M. R., Ngab, T. A., ... Meymandi, S. K. (2015). *Prevalence and impact of Chagas disease among Latin American immigrants with nonischemic cardiomyopathy in Los Angeles, California. Circulation: Heart Failure*, 8(5), 938–943. <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.115.002229>

Universidad Autónoma Metropolitana. (n.d.). *Licenciatura en Biología*. https://www.uam.mx/licenciaturas/pdfs/73_3b_Lic_en_Biologia_XOC.pdf

Universidad Autónoma Metropolitana. (2024). *Perfil de egreso*. <https://cbstmp.xoc.uam.mx/biologia/perfil-de-egreso/>

Velázquez-Ramírez, D. D., Pérez de León, A. A., & Ochoa-Díaz-López, H. (2022). *Review of American Trypanosomiasis in Southern Mexico highlights opportunity for surveillance research to advance control through the One Health approach. Frontiers in Public Health, 10*, 838949. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.838949>

8. Anexos

Anexo 1. Asistencia al curso "Manejo de Animales de Laboratorio en Investigación Biomédica".



EL COMITÉ INTERNO PARA EL CUIDADO Y USO DE ANIMALES DE LABORATORIO, A TRAVÉS DE LA DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE MEDICINA, UNAM.

otorga la presente

CONSTANCIA

a

Johamin Alexandra Solórzano Zúñiga

Por haber asistido al curso "Manejo de Animales de Laboratorio en Investigación Biomédica", impartido los días 4, 5, 6, 11, 12 y 13 de noviembre de 2024, con una duración total de 18 horas, y por haber aprobado satisfactoriamente el examen correspondiente. Su participación contribuye al fortalecimiento de las buenas prácticas en la investigación biomédica.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 22 de noviembre de 2024



Dr. Castell Rodríguez Andrés Eliú
Jefe de la División de Investigación



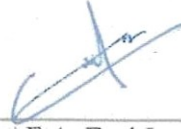
Anexo 2: Asistencia al "1er. Congreso de Investigación de Pregrado 2024".



9. Visto bueno



Dra. Blanca Esther Blancas-Luciano
Asesor externo
Departamento de Microbiología y
Parasitología. UNAM
Cedula profesional: 12808260
No. de trabajador: 904616



M. en E.A. Ezel Jacome Galindo Pérez
Asesor interno
Departamento del Hombre y su Ambiente.
UAM-Xoc.
No. Eco: 44093



Johamin Alexandra Solórzano Zúñiga
2203057954