



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2025; 16:1-15. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2025.8>
Artículo Original. Recibido: 08/07/2024. Aceptado:18/10/2025. Publicado: 27/10/2025. Clave: e2024-37.
<https://www.youtube.com/watch?v=M-EZJP2CXzo>

Actividad antiprotzoaria *in vitro* de cuatro plantas medicinales de México sobre *Tritrichomonas foetus*

In vitro Antiprotzoal activity of four medicinal plants from Mexico against *Tritrichomonas foetus*

Hernández-Torres Mario¹ , Hernández-García Magda² , Verde-Star Julia¹ , Galindo-Rodríguez Sergio¹ , Hernández-Piñero Jorge³ , Viveros-Valdez Ezequiel^{*1}



¹Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento de Química. México. ²Centro de Investigaciones Biomédicas del Noreste. Laboratorio de Parasitología y Farmacognosia. México. ³Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento de Botánica. México. *Autor de correspondencia: Viveros-Valdez Ezequiel, Av. Pedro de Alba S/N, San Nicolás de los Garza 66450, Nuevo León, México. E mail: mhernandezt@uanl.edu.mx, magdaehg@hotmail.com, maria.verdest@uanl.edu.mx, sergio.galindord@uanl.edu.mx, jorge.hernandezpe@uanl.edu.mx, jose.viverosvld@uanl.edu.mx

Resumen

Tritrichomonas foetus es un protozoo parásito del sistema reproductor bovino, agente causal de la tricomoniasis bovina que afecta principalmente a las vacas. A nivel mundial, la tricomoniasis bovina ha ido en aumento y se considera un serio problema de sanidad pecuaria en países con limitadas estrategias para su control. Por ello, el uso de productos naturales podría constituir una terapia complementaria para su tratamiento. En este trabajo se evaluó el efecto *in vitro* de los extractos hexánicos y metanólicos de *Cordia dodecandra*, *Gaultheria odorata*, *Tagetes nelsonii* y *Talisia oliviformis* sobre el crecimiento celular de *T. foetus*. Los extractos fueron obtenidos por maceración asistida con sonicación, la actividad antiprotzoaria fue evaluada a concentraciones ≤ 500 $\mu\text{g/mL}$, mediante un hemocitómetro manual. Además, un perfil químico semicuantitativo fue realizado a cada extracto. La actividad anti-*T. foetus* fue variable para los extractos de una misma planta, el extracto hexánico de *T. nelsonii* mostró la mejor actividad con una concentración inhibitoria media (CI_{50}) de 275.75 $\mu\text{g/mL}$. Alcaloides, fenoles y terpenos son presuntos responsables de esta actividad. Los resultados de este trabajo constituyen el primer reporte de plantas mexicanas etnomedicinales en la investigación de productos naturales para atender la tricomoniasis bovina.

Palabras clave: actividad anti-*T. foetus*, *Tritrichomonas foetus*, tricomoniasis bovina, plantas etnomedicinales, *Tagetes nelsonii*.

Abstract

Tritrichomonas foetus is a flagellated protist parasite of the bovine reproductive system; it is the agent responsible for bovine trichomoniasis. Worldwide, cases of bovine trichomoniasis have increased, and in developing countries like Mexico there are few alternatives for its control. Therefore, the use of natural products could serve as a complementary therapy for its treatment. This work analyzes the antiprotzoal effect of hexanic and methanolic extracts from *Cordia dodecandra*, *Gaultheria odorata*, *Tagetes nelsonii* and *Talisia oliviformis*, plants used in ethnomedicine in Mexico, against *T. foetus*. Extracts were obtained



through sonication-assisted maceration, and antiprotozoal activity was assessed at concentrations ≤ 500 $\mu\text{g/mL}$ using a manual hemocytometer. In addition, a semiquantitative phytochemical was conducted for each extract. The anti-trichomonas activity varied among the extracts from the same plant, with the hexane extract of *T. nelsonii* showing the most potent activity, with a mean inhibitory concentration (IC_{50}) value of 275.75 $\mu\text{g/mL}$. The results of this study represent the first report on the use of medicinal from Mexican ethnic cultures in the investigation of natural products for treating bovine trichomoniasis.

Keywords: activity anti-*T. foetus*, *Tritrichomonas foetus*, bovine trichomonosis, *Etnomedicinal plants*, *Tagetes nelsonii*.

INTRODUCCIÓN

Tritrichomonas foetus es un protozoario flagelado, parásito extracelular causante de la tricomoniasis bovina, una patología de transmisión sexual de vacas y toros. Además, se ha encontrado como huésped comensal en cerdos y gatos, y en algunos casos provoca infecciones ocasionales del tracto gastrointestinal, y como patógeno oportunista en humanos inmunocomprometidos (Okamoto *et al.*, 1998; Lim *et al.*, 2010; Dabrowska *et al.*, 2019; Yildiz & Sursal, 2019).

En las hembras, la tricomoniasis bovina es grave, el parásito se extiende por vagina, útero y feto, dando lugar a vaginitis, cervicitis, endometritis, placentitis y aborto. Habitualmente, la hembra supera la infección y queda gestante de nuevo. Sin embargo, en lesiones del tejido endometrial causadas por *T. foetus*, la aparición de piómetra es inminente, lo que conduce a infertilidad definitiva. Durante la gestación, la pérdida del embrión puede ocurrir de forma temprana, lo que ocasiona un fallo reproductivo que difícilmente se percibe como un aborto en ganadería extensiva sin diagnóstico de gestación. Además, suele presentarse celo irregular en vacas, con periodos estrales más allá de los 23 días. En los machos, la infección se limita a la cavidad prepucial con lesiones purulentas o en su mayoría sin sintomatología aparente (Campero & Cobo, 2006; Doumecq & Soto, 2012; Islam *et al.*, 2017).

T. foetus está presente a nivel mundial, en regiones con producción masiva de ganado, reportándose casos de tricomoniasis bovina en Victoria River (65.9 %), China (56.3 %), Sudáfrica (26.4 %), España (32 %), Rhajasthan (28 %), Turquía (5.7 %), Brasil (3.7 %), y Argentina (3.5 %); es endémica en Estados Unidos de América y de prevalencia incierta en México (Yao, 2013; Dabrowska, 2019, Martin *et al.*, 2021).

Aunque la tricomoniasis bovina es considerada una enfermedad con mínimo riesgo para la salud humana, el impacto biológico y productivo de la infección bovina radica en su alta tasa de contagio, la propagación de individuos asintomáticos, la elevada incidencia de abortos y la disminución de la tasa de preñez, provocan severos perjuicios económicos en la producción ganadera de carne y leche (Islam *et al.*, 2017; Leyva, 2019). Tan solo en E.U.A, un bovino infectado genera gastos económicos que van desde los 600 hasta los 2,500 dólares (Fox *et al.*, 1995; Yao, 2015).

La tricomoniasis bovina no tiene cura aparente, no obstante, dentro de la familia de los 5-nitroimidazoles, el ronidazol y metronidazol tienen efecto tricomonicida *in vitro* e *in vivo*,



sin embargo, existen limitaciones de uso en animales destinados a consumo humano (Gookin *et al.*, 2006; Love *et al.*, 2017). TrichGuard® es la única vacuna aprobada por la FDA para disminuir y prevenir el impacto biológico-económico de *T. foetus* (Edmonson *et al.*, 2017). Sin embargo, la accesibilidad a la vacuna es limitada en países en vías de desarrollo, por lo que la aplicación de prácticas bioseguras de producción animal constituye la principal estrategia para el control de la enfermedad. Esto, a su vez destaca la ausencia de terapias para tratar la infección por *T. foetus* (Baltzell, 2013; Yao, 2013). Por otro lado, el aprovechamiento de las plantas medicinales es una práctica ancestral que ha adquirido interés en la investigación y el desarrollo de nuevos antiparasitarios, especialmente desde la obtención de la artemisinina (Abdin *et al.*, 2003). Diversos productos naturales derivados de plantas etnomedicinales han desempeñado un rol importante en el control de enfermedades causadas por parásitos que afectan la salud humana (Ramírez *et al.*, 2010; Castaño & Giraldo, 2018). Poco más de 160 plantas a nivel mundial se han investigado para tratar parasitosis en ganadería (Veerakumari, 2015). Sin embargo, el estudio de plantas medicinales, disponibles localmente, para atender enfermedades por protozoarios en el ganado bovino, es un campo de oportunidad en México. En relación con esto, *Cordia dodecandra*, *Gaultheria odorata*, *Tagetes nelsonii* y *Talisia oliviformis* son plantas empleadas por etnias del sureste mexicano para atender enfermedades gastrointestinales causadas por bacterias y parásitos que afectan la salud humana (De La Cruz-Jiménez *et al.*, 2014; Orantes-García *et al.*, 2018), sin embargo, no existen reportes suficientes que validen la actividad antiprotozoaria frente a parásitos causantes de infecciones digestivas y sexuales en animales de ganadería. Previamente, nuestro grupo de trabajo demostró que los extractos orgánicos de estas especies tienen efecto antimicrobiano sobre bacterias grampositivas y negativas e interesante actividad antioxidante, antihemolítica y tóxica (De La Cruz-Jiménez *et al.*, 2022). Por ello, con el fin de profundizar en el estudio de estos recursos, y establecer su posible uso integral para atender parasitosis del ganado, especialmente la necesidad de nuevas terapias tricomonicidas, el objetivo de esta investigación fue determinar su actividad antiprotozoaria frente a *T. foetus*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los procedimientos experimentales fueron aprobados por el comité de investigación del Departamento de Química de la FCB-UANL, oficio registrado con el No. ATL-06-2023.

Sustancias químicas

El dimetilsulfóxido (DMSO 99.5% para cultivo celular) y metronidazol (grado analítico) fueron adquiridos en Sigma-Aldrich Corp. (St. Louis, MO, USA). Todos los demás productos químicos empleados en la preparación del medio TYI-S-33, en el proceso de extracción y en la determinación del perfil fitoquímico fueron de grado analítico comercialmente disponibles en la localidad.



Obtención de plantas medicinales

Partes aéreas (tallo con corteza y hojas) de las plantas en estado de madurez, Figura 1, fueron colectadas durante el invierno del año 2021 en Tuxtla Gutiérrez y Zinacantán en el estado de Chiapas, México. Los especímenes fueron identificados a nivel especie por personal botánico del herbario de la FCB-UANL. Un espécimen de cada planta fue depositado en la colección del herbario con número de registro: *Cordia dodecandra* (025879), *Talisia oliviformis* (025881), *Tagetes nelsonii* (025883) y *Gaultheria odorata* (025884).



Figura 1. Plantas medicinales evaluadas en este trabajo. A: *Cordia dodecandra*, B: *Gaultheria odorata*, C: *Tagetes nelsonii* y D: *Talisia oliviformis*

Preparación de los extractos orgánicos

El material vegetal (tallo con corteza y hojas) se limpió, cortó, y secó a temperatura ambiente sin iluminación directa, posteriormente, se trituyó en un molino de mano.



Extractos hexánicos y metanólicos se obtuvieron mediante maceración asistida con sonicación. Para ello, 50 g de materia seca fueron sometidos a maceración con hexano, con una proporción material-solvente de 1:10. Cambios de solvente y sonicación por 15 minutos fueron realizados cada seis días, en tres ocasiones. Al terminar la maceración con hexano, se continuó la extracción con metanol bajo las mismas condiciones. En cada ocasión, los extractos se filtraron, concentraron a presión reducida con rotavapor (Yamato model RE2000) y se secaron en una estufa a 40 °C, hasta peso constante, para calcular el porcentaje de rendimiento. Finalmente, los extractos obtenidos se almacenaron a 4 °C hasta su uso.

Cultivo de *Tritrichomonas foetus*

Trofozoítos de *T. foetus* cepa UT ATCC-30232 fueron cultivados en medio TYI-S-33 suplementado con suero bovino a 10 % v/v. El cultivo se mantuvo bajo condiciones axénicas. Para los bioensayos de actividad antiprotozoaria se emplearon trofozoítos en su fase exponencial.

Actividad antiprotozoaria

Una serie de bioensayos *in vitro* se realizó para determinar la actividad anti-*T. foetus* de los extractos hexánicos y metanólicos de las plantas colectadas (Mata-Cárdenas *et al.*, 2008). Brevemente, se incubó un inóculo de 1×10^5 trofozoítos/mL a 37 °C durante 24 h en medio TYI-S-33 suplementado con suero bovino, en presencia de diferentes concentraciones (31-500 µg/mL) de los extractos crudos y del control positivo (0.01-0.2 µg/mL). Para cada extracto se utilizaron 10 mg, mientras que para el control positivo se disolvieron primero 3 mg de metronidazol de forma independiente en 150 µL de DMSO, y se diluyeron con medio de cultivo hasta alcanzar la dilución deseada, la concentración final de DMSO no superó el 0.25 % v/v en las diluciones ensayadas. Se realizaron dos ensayos independientes por triplicado. En cada ensayo, se evaluaron los extractos, el metronidazol, el DMSO (a la concentración más alta utilizada en las soluciones de trabajo) y un blanco (medio inoculado). Tras la incubación, se preparó una dilución 1:10 de cada ensayo con formalina. Se contó el número de parásitos con un hemocitómetro y a continuación se determinó el porcentaje de inhibición del crecimiento con respecto al blanco no tratado.

Perfil químico semicuantitativo

A cada extracto crudo se le realizó un tamizaje fitoquímico a través de ensayos descritos por Harborne (1998). Las reacciones colorimétricas de las pruebas ofrece una determinación semicuantitativa de la presencia de metabolitos secundarios en los extractos. Un resultado positivo fue registrado como: (+), cuando se observó la formación de espuma, precipitados y/o la presencia de color específico para cada prueba, (++),



cuando las reacciones antes señaladas fueron abundantes. Un resultado negativo se registró como: (-), cuando no se observó ninguna reacción y/o cambio de color.

Análisis estadístico

Los resultados se analizaron con SPSS Statistics, versión 20.0 (IBM Corp. Released 2011): La concentración que inhibe el crecimiento del trofozoito en un 50 % (CI₅₀) se determinó mediante la transformación Probit/log del modelo de curva dosis/respuesta y la pendiente de la fórmula de regresión $Y = m x + b$ (Figura 2); se utilizó ANOVA de una vía para comparar la CI₅₀ de los distintos extractos crudos frente a la cepa de *T. foetus* utilizada en el estudio. El modelo estadístico ajustado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + i + e_{ij}$$

Donde: Y_{ij} es el valor registrado para la variable analizada (CI₅₀ de cada extracto crudo); μ es la media global; i es el efecto del i -ésimo tratamiento (extracto vegetal) y e_{ij} es el error aleatorio de la ij -ésima observación. Se consideró una distribución normal y varianzas homogéneas de los datos. La comparación de medias entre los extractos con igual polaridad se realizó mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0.05.

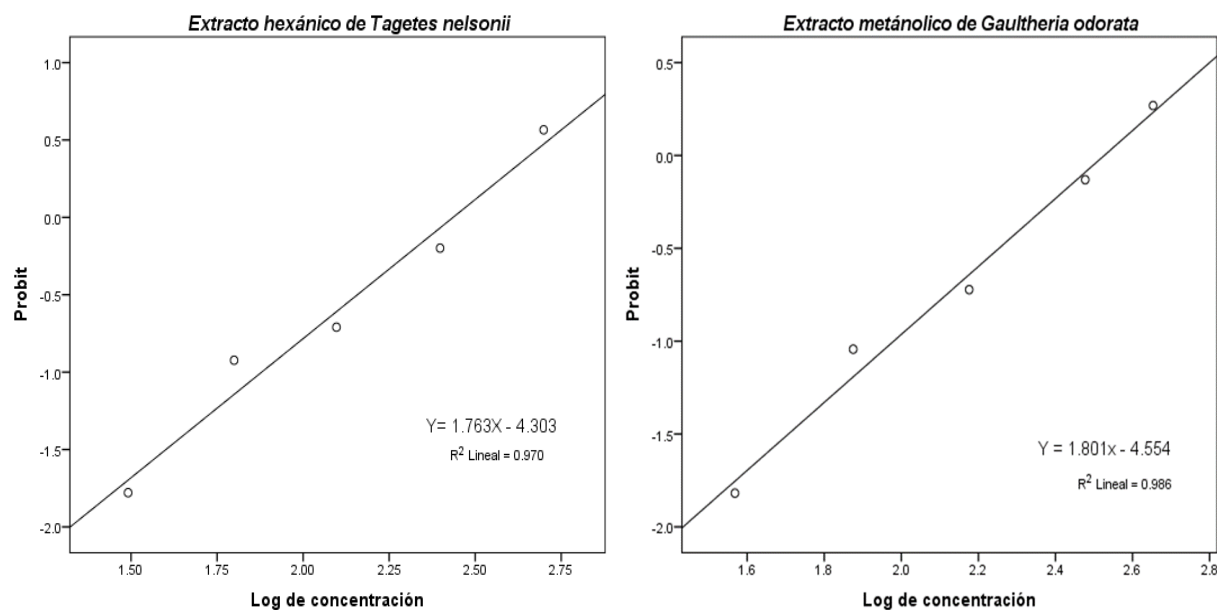


Figura 2. Análisis probit de los extractos con mayor actividad Anti *T. foetus*



RESULTADOS

Actividad antiprotozoaria *in vitro*

Los resultados revelan que los mayores rendimientos de extracción se obtuvieron con metanol, en un rango entre 5.0 % para *C. dodecandra* a 14 % para *G. odorata*; *G. odorata* y *T. oliviformis* son los únicos extractos polares con actividad anti-*T. foetus*, con una $CI_{50} = 337.35 \pm 18.75 \mu\text{g/mL}$ y $453.96 \pm 25.70 \mu\text{g/mL}$, respectivamente. En contraste, el rendimiento de los extractos hexánicos fluctuó en un rango comprendido entre 0.4 % para *C. dodecandra* y 2.4 % para *T. oliviformis*. De los extractos no polar, *T. nelsonii* exhibió actividad tricomónica con una CI_{50} de $275.75 \pm 26.66 \mu\text{g/mL}$ seguido por *C. dodecandra* con $CI_{50} = 348.52 \pm 25.08 \mu\text{g/mL}$, la información condensada se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de rendimiento y actividad anti-*T. foetus* de selectas plantas medicinales

Planta medicinal (familia)	Parte de planta empleada ¹	Extracto ²	rendimiento (%)	Actividad Anti- <i>T. foetus</i> ($CI_{50} \mu\text{g/mL}$) ³
<i>Cordia dodecandra</i>	TC	H	0.4	348.52 ± 25.08^a
(Boraginaceae)		M	5.0	> 500
<i>Gaultheria odorata</i>	Ho	H	1.6	> 500
(Ericaceae)		M	14.0	337.35 ± 18.75^b
<i>Tagetes nelsonii</i>	TC	H	0.7	275.75 ± 26.66^b
(Asteraceae)		M	6.9	> 500
<i>Talisia oliviformis</i>	Ho	H	2.4	> 500
(Sapindaceae)		M	8.0	453.96 ± 25.70^a
Metronidazol*				0.34 ± 0.04

¹TC: tallo con corteza, Ho: hojas. ²H: hexánico, M: metanólico. ³Media $\pm$ DS (n=3), ^{a,b}: medias de extractos con igual polaridad con letras superíndices diferentes, son significativamente diferentes ($p < 0.05$). * Metronidazol fue empleado como control positivo.

Perfil químico semicuantitativo

Con respecto al perfil fitoquímico, en la Tabla 2 se puede observar que el metanol fue el solvente que extrajo una mayor cantidad y variedad de metabolitos secundarios, en particular, las especies *G. odorata* y *T. nelsonii*, mostraron una abundante cantidad de terpenos y flavonoides. Por otro lado, las especies que mostraron menor cantidad de metabolitos fueron los extractos hexánicos de *C. dodecandra* y de *T. oliviformis*.



DISCUSIÓN

En el presente trabajo se demostró la actividad anti *T. foetus* de los extractos de algunas plantas etnomedicinales del sur de México. La mayor actividad antiprotozoaria fue mostrada por el extracto hexánico de *T. nelsonii* ($CI_{50} = 275.75 \pm 26.66 \mu\text{g/mL}$) seguido por el extracto metanólico de *G. odorata* ($CI_{50} = 337.35 \mu\text{g/mL} \pm 18.75 \mu\text{g/mL}$). Ninguno de los extractos ensayados fue más activo que el metronidazol ($CI_{50} = 0.03 \pm 0.01 \mu\text{g/mL}$), sin embargo, este se trata de un compuesto puro, a diferencia de los extractos en donde se tiene una cantidad no determinada de compuestos. Es importante mencionar que el uso de plantas medicinales para tratar la tricomoniasis bovina es escaso, sin embargo, se ha reportado el potencial de *Allium sativum* y *Psidium guajava* para el tratamiento de la tricomoniasis aviar causada por *Trichomonas gallinae* (Seddiek et al., 2014; Akbarian et al., 2022).

Tabla 2. Tamizaje fitoquímico de los extractos orgánicos estudiados

Planta	Extracto	Alc	Coum	Flav	Fen	AR	Terp
<i>Cordia dodecandra</i>	H	-	+	-	-	-	++
	M	+	-	+	+	+	+
<i>Gaultheria odorata</i>	H	-	+	+	-	-	+
	M	+	+	++	+	+	++
<i>Tagetes nelsonii</i>	H	+	-	-	+	-	++
	M	+	-	+	++	+	+
<i>Talisia oliviformis</i>	H	-	-	-	+	-	+
	M	-	+	-	+	+	+

H: Hexánico, M: Metanólico; Alc: alcaloides, Coum: coumarinas, Flav: flavonoides, Fen: fenólicos, AR: Azúcares Reductores, Terp: terpenoides; (++) : abundante, (+) : presente, (-) : ausente.

Por otra parte, se ha demostrado el efecto antiprotozoario de algunos extractos y compuestos aislados de productos naturales contra el crecimiento de *T. foetus*. Se ha notificado la actividad antiprotozoaria del extracto metanólico de la cactácea *Caramulla precumbens* (Apocynaceae), con una CI_{50} de 2 mg/mL (Vemula et al., 2022). También, extractos de la cáscara de tomate Cherry Kumato y de la variedad cerisiforme, a 200 $\mu\text{g/mL}$, han mostrado valores de CI_{50} de 79.4 ± 5.9 y 81.3 ± 9.4 %, respectivamente (Friedman et al., 2021). Liu y colaboradores informaron sobre la actividad anti-*T. foetus* del glicoalcaloide α -tomatina, aislado del tomate *Solanum lycopersicum* (Solanaceae) con una CI_{50} de 2.79 $\mu\text{g/mL}$ (Liu et al., 2016). Así mismo, se ha documentado la inhibición del



trofozoíto por los extractos acuosos de la cáscara de *Solanum tuberosum* (Solanaceae) de las variedades púrpura y russet, con actividad inhibitoria del $41.0 \pm 6.3 \%$ y $41.4 \pm 5.6 \%$, respectivamente, a 100 mg/mL; efecto atribuido a la presencia de ácido cafeico y del glicoalcaloide α -solanina (Friedman *et al.*, 2018). Por su parte, Noritake y colaboradores demostraron la actividad anti-*T. foetus* de los extractos de *Camellia sinensis* (Theaceae); el extracto de té negro resultó el más activo a 200 μ g/mL, con un $41 \pm 13 \%$ de inhibición celular (Noritake *et al.*, 2017). La inhibición del crecimiento del protozoo patógeno parece estar relacionada con el contenido individual y total de los compuestos aislados en los extractos mencionados y su posible afinidad y disrupción de la membrana celular (Liu *et al.*, 2016; Noritake *et al.*, 2017; Friedman *et al.*, 2018; Friedman *et al.*, 2021).

Con lo anterior, queda de manifiesto la relevancia de los resultados obtenidos en esta investigación, ya que las cuatro especies analizadas mostraron actividad anti-*T. foetus*: *T. oliviformis* y *G. odorata* en los extractos polares, mientras que *C. dodecandra* y *T. nelsonii* en los no polares. Es importante destacar que el interesante efecto mostrado por los extractos podría servir como sustento para la búsqueda sistemática de compuestos anti-*T. foetus*, ya que un posterior fraccionamiento quimiobiodirigido podría incrementar el efecto mostrado por el extracto crudo (Bazaldúa-Rodríguez *et al.*, 2021). Con relación a esto, el tamizaje fitoquímico de los extractos *G. odorata* y *T. nelsonii* exhibió una abundante presencia de terpenos (Tabla 2). Diversas investigaciones han informado la presencia de los terpenos alilenosol, β -cariofileno *trans*-anetol y tagetona en especies del género *Tagetes* con actividad bactericida, fungicida, nematocida e insecticida. (Ball-Coelho *et al.*, 2003; Eguaras *et al.*, 2005; Segovia *et al.*, 2010). Con respecto a *T. nelsonii*, en el año 2021 Cruz-López y colaboradores caracterizaron el aceite esencial e identificaron a los terpenos como los principales compuestos mayoritarios: *cis*-tagetona, β -tagetona y dihidrotagetona, además de otros en menor proporción, como α -terpineol, *trans*- β -ocimeno, limoneno, α -pineno, mirceno, mesitileno, α -terpineno, eucaliptol, linalol y β -copaeno en menor proporción (Cruz-López *et al.*, 2021). Es probable que el o los compuestos responsables de la actividad contra *T. foetus* en esta investigación pertenezcan a esta familia de metabolitos. Como soporte a la actividad antiparasitaria de terpenos, se han reportado al menos 258 esteroides y triterpenos de fuentes naturales y sintéticas con actividad antiprotozoaria y antihelmíntica (Kuzminac *et al.*, 2023). Por otra parte, la actividad anti-*T. foetus* de *C. dodecandra* puede ser atribuida a la presencia de metabolitos de tipo fenilpropanoide: ácido rosmarínico, siringina y ácido salvialónico B; flavonoides como quercetina o al alcaloide alantoína, reportados en el extracto de corteza (Aguilar & Quijano, 2016). Con respecto a *G. odorata* y *T. oliviformis*, no se ha informado la caracterización química de sus extractos.



CONCLUSIONES

Dado el gran impacto económico que la tricomoniasis ocasiona en la salud pecuaria y en el sector agropecuario, y las limitaciones de uso de los fármacos convencionales, es fundamental disponer de terapias alternativas y/o complementarias para atender esta y otras parasitosis, donde en los últimos años ha adquirido relevancia la bioprospección sistemática de productos naturales como estrategia de investigación. En el presente trabajo se reporta por primera vez el potencial de plantas medicinales mexicanas contra el crecimiento del agente causal de la tricomoniasis bovina: *Tritrichomonas foetus*, a pesar de que los extractos evaluados fueron menos activos que el agente terapéutico de referencia (metronidazol), dada las limitaciones legales sobre su uso en ganado, destacamos el efecto mostrado por el extracto hexánico de *T. nelsonii* (CI₅₀ de 275.75 µg/mL) y metanólico de *G. odorata* (CI₅₀: 337.35 µg/mL), ya que esto abre la posibilidad para el desarrollo de un tratamiento alternativo eficaz, y económicamente viable, para la cura de esta enfermedad, sobre todo en comunidades en donde es complicado el acceso a tratamientos convencionales.

Agradecimientos

El proyecto fue parcialmente financiado por el programa ProACTI: 74-CA-2023. El autor Hernández-Torres agradece al CONAHCyT por la beca No. 809104 (CVU 706423) así como, al CIBIN-IMSS por las atenciones e infraestructura brindadas para el buen desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

ABDIN MZ, Israr M, Rehman RU, Jain SK. 2003. Artemisinin, a novel antimalarial drug: biochemical and molecular approaches for enhanced production. *Planta Medica*. 69(4):289-299. ISSN: 0032-0943. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2003-38871>

AGUILAR-VÁZQUEZ R, Quijano L. 2016. Compuestos químicos del extracto metanólico en tallos de *Cordia dodecandra*. *Revista Latinoamericana de Química*. 44:98. ISSN: 0370-5943.

https://www.researchgate.net/profile/Nayem-Chequer/publication/303680056_Caracterizacion_fitoquimica_y_evaluacion_de_la_actividad_anticancerigena_de_Sargassum_lapazeaenum_Setchell_NL_Gardner_Ochrophyta_Fucales_Phaeophyceae/links/574cc50b08aec988526a241d/Caracterizacion-fitoquimica-y-evaluacion-de-la-actividad-anticancerigena-de-Sargassum-lapazeaenum-Setchell-NL-Gardner-Ochrophyta-Fucales-Phaeophyceae.pdf



AKBARIAN J, Youssefi MR, Tabari MA. 2024. In vitro evaluation of anti-trichomonal potential of *Psidium guajava* leaf essential oil and its main components against trophozoites of *Trichomonas gallinae*. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*. 27(1):68-78. ISSN: 1313-3543. <https://doi.org/10.15547/bjvm.2021-0127>

BALL-COELHO B, Bruin AJ, Roy RC, Riga E. 2003. Forage pearl millet and marigold as rotation crops for biological control of root-lesion nematodes in potato. *Agronomy Journal*. 95(2):282-292. ISSN: 1435-0645. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.2820>

BALTZELL P, Newton H, O'Connor AM. 2013. A critical review and meta-analysis of the efficacy of whole-cell killed *Tritrichomonas foetus* vaccines in beef cattle. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 27(4):760-770. ISSN: 1939-1676. <https://doi.org/10.1111/jvim.12112>

BAZALDÚA-RODRÍGUEZ AF, Quintanilla-Licea R, Verde-Star MJ, Hernández-García ME, Vargas-Villarreal J, Garza-González JN. 2021. Furanocoumarins from *Ruta chalepensis* with amebicyde activity. *Molecules*. 26(12):3684. ISSN: 1420-3049. <https://doi.org/10.3390/molecules26123684>

CAMPERO CM, Cobo ER. 2006. *Tritrichomonas foetus*: patogénesis de la mortalidad embrionaria/fetal, caracterización de antígenos vacunales y respuesta inmune inducida. *Revista de Medicina Veterinaria*. 87(2):47-56. ISSN: 03256391. https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_reproduccion/53-tricomonas.pdf

CASTAÑO JC, Giraldo AM. 2019. Antiparasitic phytotherapy perspectives, scope and current development. *Infectio*. 23(2):189-204. ISSN: 2422-3794. <https://doi.org/10.22354/in.v23i2.777>

CRUZ-LÓPEZ L, Cruz-Flores O, Espinoza-Ruiz M, Santiesteban-Hernández A. 2021. Caracterización química de los volátiles de *Tagetes nelsonii*. *Polibotánica*. 51(26): 203-211. ISSN: 1405-2768. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.51.13>

DABROWSKA J, Karamon J, Kochanowski M, Sroka J, Zdybel J, CeneceK T. 2019. *Tritrichomonas foetus* as a causative agent of tritrichomonosis in different animal hosts. *Journal of Veterinary Research*. 63(4):533-541. ISSN: 2450-8608. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2019-0072>



DE LA CRUZ JIMÉNEZ L, Hernández-Torres MA, Monroy-García IN, Rivas-Morales C, Verde-Star MJ, González-Villasana V, et al. 2022. Biological activities of seven medicinal plants used in Chiapas, Mexico. *Plants*.11(14):1790. ISSN: 2223-7747.

<https://doi.org/10.3390/plants11141790>

DE LA CRUZ-JIMÉNEZ L, Guzmán-Lucio M, Viveros-Valdez E. 2014. Traditional medicinal plants used for the treatment of gastrointestinal diseases in Chiapas, México. *World Applied Sciences Journal*. 31(4):508-515. ISSN: 1818-4952.

[https://www.idosi.org/wasj/wasj31\(4\)14/15.pdf](https://www.idosi.org/wasj/wasj31(4)14/15.pdf)

DOUMECQ ML, Soto P. 2012. *Tritrichomonas foetus*: mecanismos de acción patógena. *Investigación Veterinaria*.14(2):151-161. ISSN: 1668-3498.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982012000200003&lng=es&tlng=es

EDMONDSON MA, Joiner KS, Spencer JA, Riddell KP, Rodning SP, Gard JA, Givens MD. 2017. Impact of a killed *Tritrichomonas foetus* vaccine on clearance of the organism and subsequent fertility of heifers following experimental inoculation. *Theriogenology*. 90:245-251. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.09.056>

EGUARAS MJ, Fuselli S, Gende L, Fritz R, Ruffinengo SR, Clemente G, Gonzalez A, Bailac PN, Ponzi MI. 2005. An in vitro evaluation of *Tagetes minuta* essential oil for the control of the honeybee pathogens *Paenibacillus larvae* and *Ascosphaera apis*, and the parasitic mite *Varroa destructor*. *Journal of Essential Oil Research*. 17(3):336–340. ISSN: 2163-8152. <https://doi.org/10.1080/10412905.2005.9698924>

FOX EW, Hobbs D, Stinson J, Rogers GM. 1995. A preliminary survey of North Carolina slaughterhouse bulls for *Tritrichomonas foetus*. *The Bovine Practitioner*. 29:153-155. ISSN: 0524-1685. <https://doi.org/10.21423/bovine-vol1995no29p153-155>

FRIEDMAN M, Huang V, Quiambao Q, Noritake S, Liu J, Kwon O, Chintalapati S, Young J, Levin CE, Tam C, Cheng LW, Land KM. 2018. Potato peels and their bioactive glycoalkaloids and phenolic compounds inhibit the growth of pathogenic trichomonads. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 66(30):7942-7947. ISSN: 1520-5118. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b01726>

FRIEDMAN M, Tam CC, Kim JH, Escobar S, Gong S, Liu M, Mao XY, Do C, Kuang I, Boateng K, Ja H, Tran M, Alluri S, Le T, Leong R, Cheng LW, Land KM. 2021. Anti-parasitic activity of cherry tomato peel powders. *Foods*. 10(2):230. ISSN: 2304-8158. <https://doi.org/10.3390/foods10020230>



GOOKIN JL, Copple CN, Papich MG, Poore MF, Stauffer SH, Birkenheuer AJ, Twedt DC, Levy MG. 2006. Efficacy of ronidazole for treatment of feline *Tritrichomonas foetus* infection. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 20(3):536-543. ISSN: 1939-1676. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2006.tb02893.x>

HARBORNE J.B. 1984. *Phytochemical Methods*, London, Chapman and Hall. Pp. 49–188. ISBN: 0-412-57260-5. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-5570-7>

IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp. <https://www.ibm.com/support/pages/downloading-ibm-spss-statistics-20>

ISLAM M, Talukder M, Hossain M, Karim M. 2017. Investigation of sexually transmitted protozoan parasite *Tritrichomonas foetus* in cattle in Bangladesh. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*. 15(1):47–54. ISSN: 2408-8684. <https://doi.org/10.3329/jbau.v15i1.33529>

KUZMINAC IZ, Savić MP, Ajduković JJ, Nikolić AR. 2023. Steroid and Triterpenoid Compounds with Antiparasitic Properties. *Currents Topics in Medicinal Chemistry*. 23(9):791-815. ISSN: 1873-4294. <https://doi.org/10.2174/1568026623666230126162419>

LEYVA I. 2017. El manejo de la tricomoniasis contribuye a aumentar la tasa de parición. *Entorno Ganadero*. 86. ISSN: 2395-9592. <https://bmeditores.mx/ganaderia/el-manejo-de-la-tricomoniasis-contribuye-a-aumentar-la-tasa-de-paricion-1916/>

LIM S, Park SI, Ahn KS, Oh DS, Ryu JS, Shin SS. 2010. First report of feline intestinal trichomoniasis caused by *Tritrichomonas foetus* in Korea. *Korean Journal of Parasitology*. 48(3):247-251. <https://doi.org/10.3347/kjp.2010.48.3.247>

LIU J, Kanetake S, Wu YH, Tam C, Cheng LW, Land KM, Friedman M. 2016. Antiprotozoal effects of the tomato tetrasaccharide glycoalkaloid tomatine and the aglycone tomatidine on mucosal trichomonads. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 64(46):8806-8810. ISSN: 1520-5118. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04030>

LOVE D, Fajt VR, Hairgrove T, Jones M, Thompson JA. 2017. Metronidazole for the treatment of *Tritrichomonas foetus* in bulls. *BMC Veterinary Research*. 13(107):e2024-37. ISSN: 1746-6148. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-0999-2>



MARTIN KA, Henderson J, Brewer MT. 2021. Bovine trichomonosis cases in the United States 2015–2019. *Frontiers in Veterinary Science*. 8:692199. ISSN: 2297-1769. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.692199>

MATA-CÁRDENAS BD, Vargas-Villarreal J, González-Salazar F, Palacios-Corona R, Said-Fernández S. 2008. A new vial microassay to screen antiprotozoal drugs. *Pharmacologyonline*. 1:529-537. ISSN: 18278620. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?partnerID=HzOxMe3b&scp=44349172938&origin=inward>

NORITAKE SM, Liu J, Kanetake S, Levin CE, Tam C, Cheng LW, Land KM, Friedman M. 2017. Phytochemical-rich foods inhibit the growth of pathogenic trichomonads. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 17(461):e2024-37. ISSN: 2662-7671. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1967-x>

OKAMOTO S, Wakui M, Kobayashi H, Sato N, Ishida A, Tanabe M, Takeuchi T, Fukushima S, Yamada T, Ikeda Y. 1998. *Trichomonas foetus* meningoencephalitis after allogeneic peripheral blood stem cell transplantation. *Bone Marrow Transplant*. 21(1):89-91. ISSN: 1476-5365. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bmt.1701032>

ORANTES-GARCÍA C, Moreno-Moreno R, Caballero-Roque A, Farrara-Sarmiento O. 2018. Plantas utilizadas en la medicina tradicional de comunidades campesinas e indígenas de la Selva Zoque, Chiapas, México. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 17(5):503-521. ISSN: 0717-7917. <https://blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/134>

RAMÍREZ ME, Mendoza JA, Arreola RH, Ordaz C. 2010. Flavonoides con actividad antiprotozoaria. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. 41(1):6-21. ISSN: 1870-0195. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57912960002>

SEDDIEK S, Elshorbagy M, Khater H, Asy A. 2014. The antitrichomonal efficacy of garlic and metronidazole against *Trichomonas gallinae* infecting domestic pigeons. *Parasitology Research*. 113:1319-1329. ISSN 1432-1955. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-3771-6>

SEGOVIA IK, Suárez-de la Cruz LL, Castro AJ, Suárez S, Ruiz JR. 2010. Composición química del aceite esencial de *Tagetes elliptica* Smith “chincho” y actividades antioxidante, antibacteriana y antifúngica. *Ciencia e investigación*. 13(2):81-86. ISSN: 1609-9044. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/3231>



VEERAKUMARI L. 2015. Botanical anthelmintics. *Asian Journal of Science and Technology*. 6(10):1881-1894. ISSN: 0976-3376.

https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=Asian+J.+Sci.+Tech&title=Botanical+anthelmintics&author=L+Veerakumari&volume=6&publication_year=2015&pages=1881-1894&

VEMULA R, Pachipala G, Reddy PVB, Kota S, Raman M, Allam US, Manikanta KN, Chadipiralla K. 2022. In vitro anti-protozoan activity of methanolic extracts of *Caralluma procumbens* against *Tritrichomonas foetus*. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*. 16(2):144-154. ISSN: 0973-8916.

<https://www.abap.co.in/index.php/home/article/view/385>

YAO C. 2013. Diagnosis of *Tritrichomonas foetus*-infected bulls, an ultimate approach to eradicate bovine trichomoniasis in US cattle? *Journal of Medical Microbiology*. 62:1-9. ISSN: 1473-5644. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.047365-0>

YAO C. 2015. *Tritrichomonas foetus* infections in female beef cattle with abortion in Wyoming, USA. *JMM Case Reports*. 2(2):1-5. ISSN: 2053-3721.

<https://doi.org/10.1099/jmmcr.0.000028>

YILDIZ K, Sursal N. 2019. The first report of *Tritrichomonas foetus* in cats from Turkey. *Israel Journal of Veterinary Medicine*. 74(3):127-133. <https://www.ijvm.org.il/node/626>

Errata Erratum

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>