

Artículo Original

## Seroprevalencia de infección por *Trypanosoma cruzi* en perros y gatos en la bioregión centro norte de Venezuela

### *Seroprevalence of Trypanosoma cruzi infection in dogs and cats in the north central bioregion of Venezuela*

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e6.625.004>

Zoraida Díaz-Bello <sup>1,\*</sup>

<https://orcid.org/0000-0003-3705-2691>

Belkisyolé Alarcón de Noya <sup>1,\*</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-3139-7480>

Arturo Muñoz-Calderón <sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-9840-0867>

Yubiri Beitia <sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Recibido: 29/08/2022

Aceptado: 19/10/2022

#### RESUMEN

La enfermedad de Chagas (ECh) es una parasitosis del grupo de enfermedades desatendidas de la OMS. Endémica del continente americano, la transmisión se realiza en ciclos selvático, peridomiciliario y domiciliario. Epidemiológicamente, los caninos y felinos constituyen una fuente importante de infección y son centinelas de la transmisión. El perro es un hospedador común e importante del parásito ya que la presencia y número de caninos infectados en la vivienda del hombre constituyen factores de riesgo de transmisión doméstica de *Trypanosoma cruzi*. El presente estudio reporta la seroprevalencia de la infección por *T. cruzi* en la bioregión centro norte de Venezuela (Distrito Capital, Chichiriviche de la Costa del Estado La Guaira y parte del Estado Miranda), en 301 perros y 49 gatos empleando el ensayo inmunoenzimático (ELISA). La prevalencia global en perros fue del 30,2 % en las tres zonas estudiadas mientras que en gatos fue de 40,8 %. Con relación al sexo de los animales, se encontró una prevalencia general de perros hembras del 27,6 % y para los perros machos del 33,1%. Los gatos machos presentaron una prevalencia mayor que las hembras en todas las localidades. Tanto en perros como en gatos la distribución de seropositividad fue mayor en animales intradomicilio. Se evidenció diferencia en los valores de ELISA-IgG para las poblaciones de perros muestreados en la localidad de Petare comparado con perros presentes en la localidad de Aricagua (perros de caza), ( $p=0,006$ ). En líneas generales, esta última localidad presentó una media de densidad óptica para la prueba de ELISA-IgG de 0,959 [0,369 - 1,975]. La presencia de perros y gatos infectados es un factor de riesgo actual de infección por *T. cruzi* para el hombre tanto en el medio rural como en el urbano.

**Palabras clave:** *Trypanosoma cruzi*, perro, gato, enfermedad de Chagas, Venezuela.

#### ABSTRACT

Chagas disease (ChD) is a parasitic infection in the WHO Neglected Diseases group. Endemic to the American continent, transmission takes place in sylvatic, peridomestic and domestic cycles. Epidemiologically, canines and felines constitute an important source of infection and are sentinels of transmission. The dog is a common and important host of the parasite, since the presence and number of infected canines in the man's house are risk factors for domestic transmission of *Trypanosoma cruzi*. This study reports the seroprevalence of *T. cruzi* infection in the north-central bioregion of Venezuela (Capital District, Chichiriviche de la Costa, La Guaira State, and part of Miranda State), in 301 dogs and 49 cats using the immunoenzymatic assay (ELISA). The overall prevalence in dogs was 30.2 % in the three studied areas, while in cats it was 40.8 %. Regarding the sex of the animals, a general prevalence of 27.6 % for female dogs and 33.1% for male dogs was found. Male cats presented a higher prevalence than females in all localities. In both, dogs and cats, the distribution of seropositivity was greater in indoor animals. There was a difference in ELISA-IgG values for the populations of dogs sampled in the town of Petare compared to dogs present in the town of Aricagua (hunting dogs), ( $p=0.006$ ). In general, this last locality presented a mean optical density for the ELISA-IgG test of 0.959 [0.369 - 1.975]. The presence of infected dogs and cats is a current risk factor for *T. cruzi* infection for man in both of them in the rural and in the urban environment.

**Keywords:** *Trypanosoma cruzi*, dog, cat, Chagas disease, Venezuela.

<sup>1</sup> Instituto de Medicina Tropical, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

<sup>2</sup> Unidad Móvil Veterinaria, Salud Chacao, Caracas, Venezuela.

\*Autores de Correspondencia: [zoraida\\_diaz@yahoo.com](mailto:zoraida_diaz@yahoo.com); [belkisuole@gmail.com](mailto:belkisuole@gmail.com)

#### Introducción

La imagen clásica de la enfermedad de Chagas (ECh) asociado con *Rhodnius prolixus* y el rancho de barro con techo de palma en el medio rural podría quedar opacada por un nuevo perfil epidemiológico de la ECh, basado principalmente en mecanismos de transmisión oral relacionada con *Panstrongylus geniculatus* en las zonas urbanas, representando un nuevo reto para las autoridades sanitarias, ya que las medidas de control empleadas con anterioridad son menos eficaces en este nuevo escenario epidemiológico.

*Trypanosoma cruzi*, agente etiológico de la ECh, es un parásito adaptable a muchas especies de mamíferos, entre las que se incluye a *Canis lupus familiaris* como un importante reservorio (Minter, 1976). Este animal es fuente

alimentaria frecuente de triatomos domésticos y peri-domésticos, los cuales son capaces de alimentarse preferentemente en perros más que en humanos (Gurtler *et al.*, 1996, Díaz-Bello *et al.*, 2016). El perro interviene en la transmisión de *T. cruzi* en zonas donde los vectores triatomos domésticos existen (Gurtler *et al.*, 1991), sufriendo alteraciones patológicas similares a los seres humanos y pudiendo infectarse simultáneamente con *T. cruzi* y *T. rangeli* por las mismas vías de transmisión (Castañera *et al.*, 1998). Perros y gatos, por su cercanía y convivencia con el hombre juegan un doble papel en cuanto a la transmisión de *T. cruzi*. Cuando están parasitados son fuente de infección para los triatomos, constituyendo al mismo tiempo un escudo o una trampa ya que los triatomos prefieren picar a los animales más que a los humanos y de esta manera al encontrarse los animales en el peridomicilio, los triatomos pudieran no penetrar en las casas en busca de alimentación (Díaz-Bello, 2016).

Numerosos estudios a lo largo del continente americano, refieren que la prevalencia de esta parasitosis varía de un lugar a otro, como se observa al comparar Costa Rica con 1,1 % (Bonilla *et al.*, 2018), diferentes regiones de Colombia con 1,4 % a 71,6 % (Mesa-Arciniegas *et al.*, 2018); rangos desde 0,34 % hasta 34 %, dependiendo de la zona en estudio en México (Arce-Fonseca *et al.*, 2017); en Estados Unidos encontraron en el estado de Texas, rangos entre 3,6 y 57,6 % de perros infectados, asimismo, se ha reportado la presencia del protozooario en perros en los estados de Louisiana, Oklahoma, Tennessee y Virginia (Meyers *et al.*, 2017) y de hasta 54% en Argentina (Ulon *et al.*, 2018). Una evaluación de los factores de riesgo en Argentina, condujo a la conclusión que la convivencia con animales infectados aumenta la probabilidad de infección humana de 3 a 5 veces, en comparación con aquellos que vivían con animales no infectados (Catalá *et al.*, 2004).

En Venezuela se ha reportado la prevalencia en perros en trabajos como los de Crisante *et al.*, (2006) donde encontraron 67,6 % de seroprevalencia en 565 perros en 47 centros poblados en el occidente de Venezuela. También evaluaron 101 caninos que vivían cerca de pacientes con ECh, resultando 84 % de los perros con anticuerpos anti-*T. cruzi*. En el oriente del país, Berrizbeitia *et al.*, (2013) reportaron una seroprevalencia de 22,1 % en perros del Estado Sucre. Muestras de *Canis familiaris* obtenidas de comunidades rurales del estado Anzoátegui (Las Cocuizas, Guayuta, el Eneal, Altos de Guanta y Bergantín) resultaron positivas por PCR en un 54,5 % (López *et al.*, 2021). La seroprevalencia a la infección por *T. cruzi* en perros de la comunidad Yukpa asentada en la Sierra de Perijá, estado Zulia fue de 63 % (Bracho-Mora *et al.*, 2015). Estudios más recientes han reportado infección por *T. cruzi* en perros del domicilio por pruebas moleculares, reacción en cadena de la polimerasa (PCR), y serológicas (ELISA) en áreas endémicas y han demostrado la coinfección de *T. cruzi/T. rangeli* en mamíferos incluidos humanos y triatomos, y coinfección por *T. cruzi/Leishmania* spp. en mamíferos no humanos, demostrando el riesgo de zoonosis tripanosómicas en esta zona endémica así como los genotipos que circulan en estas zonas (Vietri *et al.*, 2019; Lozano-Arias *et al.*, 2021; Herrera, *et al.*, 2022).

Debido a que la ECh es principalmente una entidad zoonótica (Coura, 2015) y considerando las diversas características de los hábitats donde ocurre el ciclo de transmisión de *T. cruzi*, el objetivo del presente estudio fue evaluar la prevalencia de anticuerpos anti-*T. cruzi* en perros y gatos de tres zonas con diferentes paisajes ecológicos, grados de intervención y ocupación humana en la zona metropolitana de Caracas y sus alrededores.

## Materiales y métodos

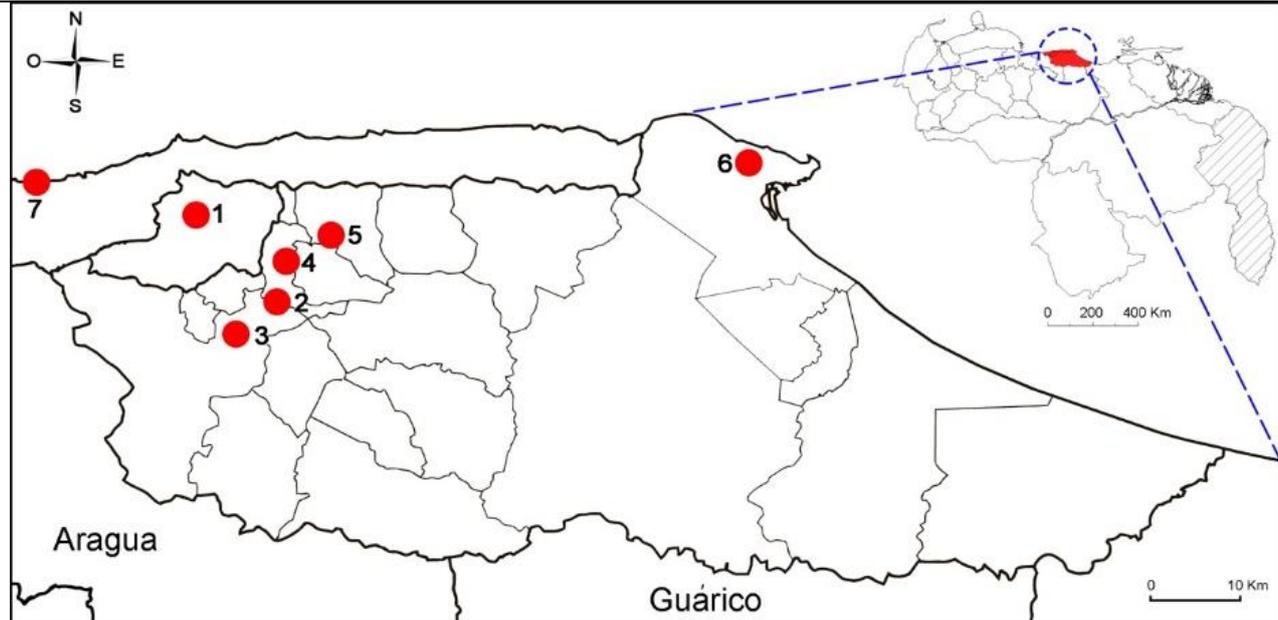
**Aspectos éticos.** Los requisitos de todas las muestras fueron aprobados por el Comité Ético del Instituto de Medicina Tropical "Dr. Félix Pifano" de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela (CEC-IMT 019/2010 - 10 de diciembre de 2010); siguiendo los principios expresados en la Declaración de Helsinki. Los dueños de las mascotas del estudio firmaron formularios de consentimiento informado.

**Área de estudio.** El Distrito Capital y el Estado Miranda se encuentran ubicados al centro norte de Venezuela. El Distrito Capital es uno de los territorios más pequeños del país, pero también es el más poblado. Por ser el Distrito Capital una zona urbana y debido al creciente desarrollo experimentado en los últimos años, la vegetación predominante es la de matorrales o aquellas sembradas por el hombre. No obstante, existen parches de bosques primarios residuales poco intervenidos, además de los parques en el valle de la ciudad la cual se encuentra al pie de la gran montaña del Waraira Repano al norte y colinas rodeando el resto de la ciudad (Serrano *et al.*, 2009).

Las zonas del Estado Miranda donde se estudiaron caninos y felinos fueron Baruta, Petare, Aricagua; Hoyo de la Puerta y Cortada del Guayabo. Baruta y Petare (Municipio Sucre) junto con el Distrito Capital conforman con El Hatillo y Chacao el Distrito Metropolitano de Caracas, zona urbana más poblada del país con barriadas de infraviviendas levantadas en las laderas montañosas que rodean la ciudad. Este tipo de viviendas son denominadas ranchos, construidas improvisadamente, sin ninguna planificación oficial, con deficiencias y con materiales poco adecuados, marcando una diferencia con las viviendas del valle.

Aricagua se encuentra ubicada en el Estado Miranda, es un caserío rural poblado del municipio Brión, a 53 metros sobre el nivel del mar. Posee grandes áreas de vegetación con ríos y montañas (Lemus & Pérez, 2011)

Chichiriviche de la Costa, ubicado al oeste del Estado la Guaira en el litoral centro-norte de Venezuela, es un pequeño pueblo turístico con un grupo de casas a la orilla del mar y el pueblo a 1 km de distancia, ubicado en la montaña. Todos estos sitios de captura se señalan en la figura 1.



**Figura 1.** Distribución espacial de los muestreos realizados en la región central de Venezuela. (1) Municipio Libertador – Distrito Capital; (2) Hoyo de la Puerta – Estado Miranda; (3) Cortada del Guayabo – Estado Miranda; (4) Municipio Baruta – Estado Miranda; (5) Petare – Estado Miranda; (6) Aricagua – Estado Miranda; (7) Chichiriviche de la Costa – Estado La Guaira

**Toma de muestra de sangre.** Los animales presentes en las casas de las zonas estudiadas fueron muestreados previo consentimiento de sus dueños. Las muestras de sangre se obtuvieron por venopunción en la pata del animal y fue realizada por la médica veterinaria Yubiri Beitia. Se transportaron a 4°C al laboratorio y se centrifugaron a 2000 rpm durante 10 minutos. Los sueros obtenidos se almacenaron a -70°C hasta su posterior uso.

Los perros cazadores fueron identificados por sus formas esbeltas, los miembros largos y el volumen reducido de la caja craneal y son utilizados para asistir a los lugareños durante la caza, mientras no están en faena los mantiene en jaulas.

#### **Determinación de IgG-anti *Trypanosoma cruzi* mediante Inmunoensayo enzimático (ELISA)**

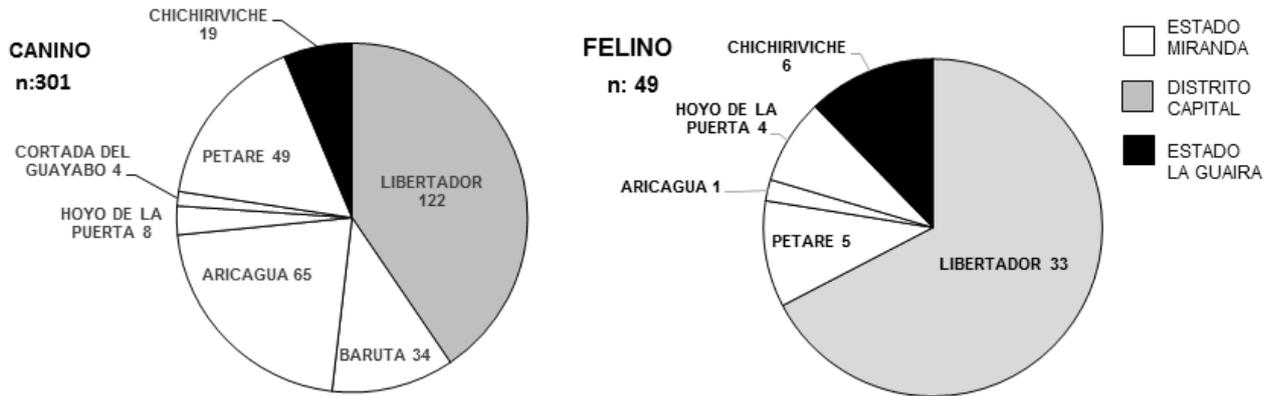
**Antígeno.** En la prueba diagnóstica se utilizó como antígeno un extracto total de epimastigotes, deslipidizado y liofilizado del aislado MHOM/VE/1955/PM (antígeno IMT). Este antígeno fue validado por el Ministerio de Sanidad (González *et al.*, 2005) y se utiliza en nuestro laboratorio desde hace cinco décadas. Las pruebas de control de calidad confirmaron la reactividad entre diferentes lotes de antígenos.

**Ensayo inmunoenzimático (ELISA).** La técnica ELISA se realizó basado en el método de Voller y col. (1975) y de acuerdo a Diaz-Bello *et al.*, (2008). El antígeno se fijó a la fase sólida (placas de 96 pozos Immulon II, Dynatech Immulon) a una concentración de 50 µg/mL en solución fosfato salino (PBS) pH 7,2, durante toda la noche a 4°C. Los sueros fueron diluidos 1:50 en PBS-leche descremada al 5%-Tween20 al 0,05% y la anti-IgG perro y/o de gato conjugado a fosfatasa alcalina (Sigma Chemical) diluida 1:1000. La reacción fue revelada por la adición de par-nitrofenilfosfato (Sigma Chemical) en tampón dietanolamina (pH 10) y leída a 405 nm, en un lector de placas de ELISA (SpectraClassic, Tecan). Después de cada paso de incubación la placa fue lavada tres veces con tampón de lavado (PBS-Tween 20 al 0,05%).

**Análisis de datos.** Se realizó un análisis de T-Student de muestras independientes para comparar las medias de los valores de densidad óptica del ensayo ELISA-IgG contra *Trypanosoma cruzi* entre diferentes poblaciones de animales muestreados. La distribución normal de los datos fue evaluada mediante el test de Shapiro-Wilks. En todos los cálculos estadísticos se utilizó el software RStudioTeam (2015). El nivel de significancia estadística se asumió como  $p < 0,05$  o un 95% de intervalo de confianza.

#### **Resultados**

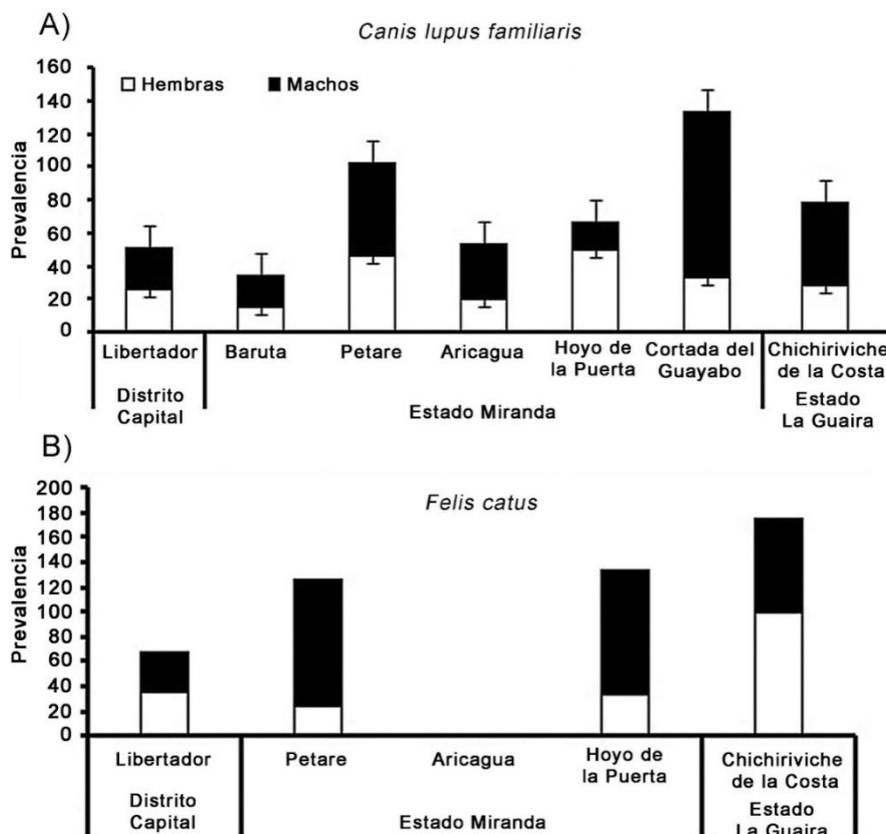
El estudio se realizó en 301 perros y 49 gatos del Distrito Capital, el estado Miranda y el estado La Guaira. Se evaluaron animales en 3 municipios de los 5 que conforman El Distrito metropolitano de Caracas: Baruta, Sucre y Libertador. Del estado La Guaira - Municipio Vargas, se estudiaron animales en Chichiriviche de la costa y en el estado Miranda la investigación se realizó en la comunidad de Aricagua de la Parroquia Higueroite Municipio Brión, en Hoyo de la Puerta y la Cortada del Guayabo. En la figura 1 se ubican las localidades estudiadas. La distribución y número de perros y gatos de acuerdo a las localidades estudiadas se muestran en la figura 2.



**Figura 2. Distribución de los caninos y felinos en las diferentes localidades estudiadas de la región centro-norte de Venezuela en el periodo 2009-2013**

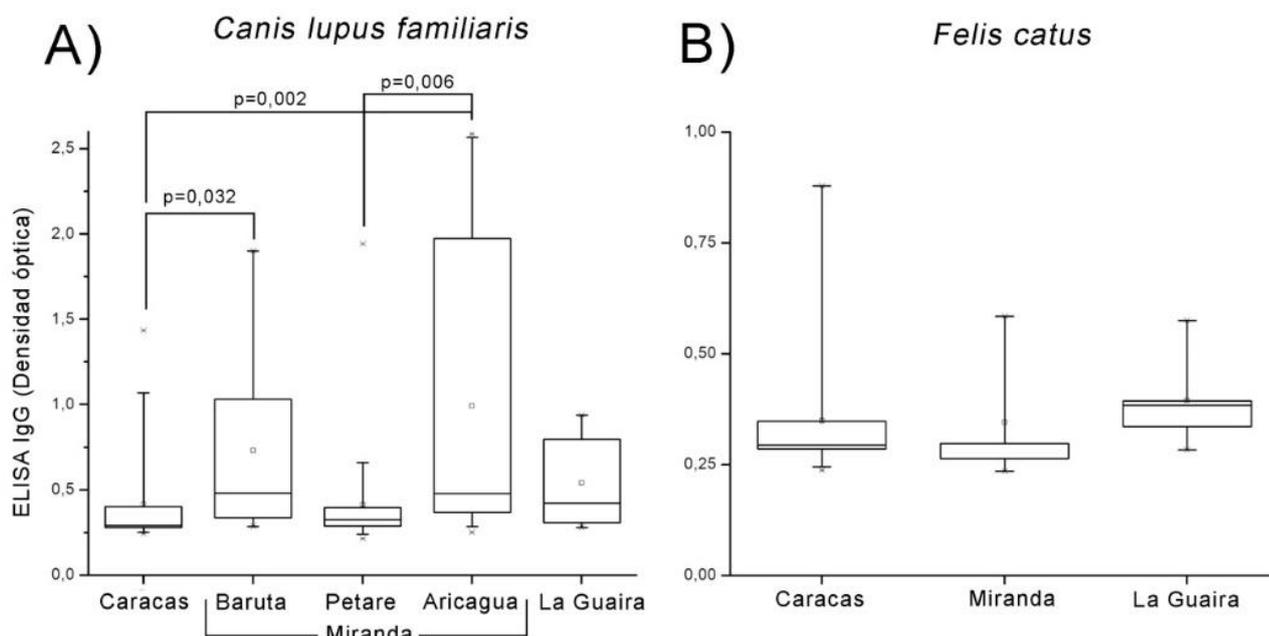
Los datos obtenidos muestran una prevalencia de anticuerpos anti-*T. cruzi* del 25,4 %, 32,5 % y 42,1 % en perros ubicados en el Distrito Capital, estado Miranda y estado La Guaira, respectivamente. La prevalencia global fue del 30,2 % en las tres zonas estudiadas. Con relación al sexo de los animales, se encontró una prevalencia general en hembras del 27,6 % y para los machos del 33,1 %. Por localidad se consiguió para Distrito Capital 25,7 % para las hembras y 25% de prevalencia para los machos (Figura 3A). En Miranda 25,7 % de las hembras y 35,8 % de los machos fueron positivos. En el caso de Chichiriviche de la Costa, 28,6 % de las hembras y 50% de los machos resultaron con anticuerpos específicos anti *T. cruzi*.

En el caso de los gatos, el porcentaje de prevalencia fue del 33,3 % en Distrito Capital, 40 % en Miranda y 83,3 % en Chichiriviche de la Costa, siendo la prevalencia general de 40,8 %. Los gatos machos presentaron una prevalencia mayor que las hembras en todas las localidades, con 61,2 % y 38,7 %, respectivamente (Figura 3B).



**Figura 3. Distribución por género de animales muestreados con serología positiva para Trypanosoma cruzi en localidades de la región centro-norte de Venezuela. A) Prevalencia de infección en Canis lupus familiaris (perros); B) Prevalencia de infección en Felis catus (gatos)**

Al evaluar la intensidad de la infección entre los animales y las diferentes regiones donde se levantaron los muestreos, el análisis de T-student sólo demostró diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los valores de densidad óptica para la prueba de ELISA IgG para las poblaciones de perros ubicados en Caracas comparados con perros del Municipio Baruta ( $p=0,032$ ) y la localidad de Aricagua ( $p=0,002$ ) (Figura 4A). Adicionalmente, se evidenció diferencia en los valores de ELISA-IgG para las poblaciones de perros muestreados en la localidad de Petare comparado con perros presentes en la localidad de Aricagua ( $p=0,006$ ). En líneas generales, esta última localidad presentó una media de densidad óptica para la prueba de ELISA-IgG de 0,959 [0,369 - 1,975].



**Figura 4. Distribución de positividad para ELISA IgG contra *Trypanosoma cruzi* en diferentes áreas de la bio-región centro norte de Venezuela. A) Distribución para muestras de *Canis lupus familiaris*; B) Distribución para muestras de *Felis catus*.**

Al realizar comparaciones entre sexos se pudo observar que las diferencias estadísticas mencionadas anteriormente en las poblaciones de perros estaban aportadas principalmente por perros machos. Se identificó diferencia significativa entre las poblaciones de perros machos ubicados en Caracas respecto a las poblaciones de perros machos presentes en el Municipio Baruta ( $p = 0,029$ ) y la localidad de Aricagua del Estado Miranda ( $p= 0,031$ ). Adicionalmente, las poblaciones de perros machos presentes en la localidad de Petare (Estado Miranda) presentaron valores de ELISA-IgG menores respecto a los perros machos ubicados en la localidad de Aricagua (Estado Miranda) con un valor de T-student de 0,048 (Tabla 1).

**Tabla 1. Valores para el análisis de T-Student comparando los géneros de *Canis lupus familiaris* versus las diferentes localidades de muestreo de la región centro norte de Venezuela.**

	Caracas	Baruta	Petare	Aricagua	La Guaira
Caracas	0	0,980	0,735	0,078	0,611
Baruta	<b>0,029</b>	0	0,691	0,403	0,535
Petare	0,952	0,098	0	0,066	0,175
Aricagua	<b>0,031</b>	0,698	<b>0,048</b>	0	0,654
La Guaira	0,458	0,268	0,695	0,248	0

En gris claro: resultados para muestras de perros machos; En gris oscuro: resultados para muestras de perros hembras.

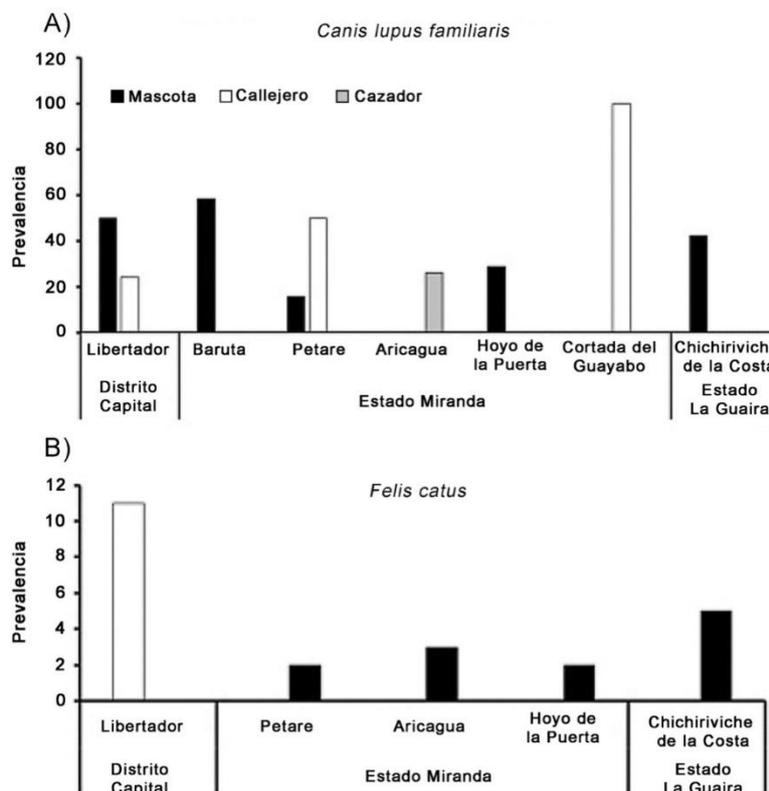
Respecto a las muestras de perros hembras y de gatos (tanto machos como hembras) no se encontraron diferencias estadísticas respecto a las localidades de los muestreos (Tabla 1 y Tabla 2).

**Tabla 2. Valores para el análisis de T-Student comparando los géneros de *Felis catus* versus las diferentes localidades de muestreo de la región centro norte de Venezuela.**

Localidad	Caracas	Miranda	La Guaira
Caracas	0	0,230	0,626
Miranda	0,508	0	0,626
La Guaira	0,849	0,127	0

En gris claro: resultados para muestras de perros machos; En gris oscuro: resultados para muestras de perros hembras.

La distribución de seropositividad encontrada en los perros en el Distrito Capital y el Estado Miranda fue mayor en animales que viven dentro del domicilio comparado con animales mestizos que viven en las calles. (Figura 5A).



**Figura 5. Distribución por condición social de animales con serología positiva para *Trypanosoma cruzi* en cuatro localidades de la región centro-norte de Venezuela. A) Muestras de *Canis lupus familiaris*; B) Muestras de *Felis catus*.**

En el caso de los gatos, todos los animales muestreados en el Distrito Capital se encontraban en situación de calle (no tenían dueños) resultando positivo 33,3 % de ellos, mientras que, en el resto de las localidades los animales muestreados fueron mascotas, resultando 40,6 % y 87,5 % de positividad en Chichiriviche de la Costa y Estado Miranda, respectivamente (Figura 5B).

### Discusión

El hallazgo de infección por *T. cruzi* en perros y otros animales domésticos se ha registrado desde hace muchos años (Herrera, 2010). La prevalencia de infección por *T. cruzi* en animales domésticos presentes en el domicilio y peridomicilio sugiere la posible presencia de *T. cruzi* cerca del hombre. Estudios realizados en Centro América y en Venezuela reportan la presencia de sangre procedente de perros hasta en 50% de triatomíneos capturados y examinados (Calderón-Arguedas *et al.*, 2001, Díaz-Bello *et al.*, 2016).

Los valores de seroprevalencia en gatos, aunque menores a los reseñados en perros, muestran valores significativos de infección en estos animales, desde 2,3 % al 16,7 % de prevalencia en el noroeste argentino (Cardinal *et al.*, 2007, 2018; Enriquez *et al.*, 2013), pasando por 8,6 % en el sureste mexicano (Jiménez-Coello *et al.*, 2012) hasta 11,4 % reportado en Texas, Estados Unidos (Zecca *et al.*, 2020). La prevalencia en gatos (40,8 %) encontrada en la presente investigación es

de las más altas reportadas comparado con otros países del continente americano. Estas prevalencias encontradas en perros (30,2 %) y gatos (40,81%) fortalecen su papel de reservorios de *T. cruzi*, su importancia en el sostenimiento del ciclo del parásito y su papel de centinela para esta infección.

La alta seropositividad para *T. cruzi* encontrada en los caninos y gatos examinados es un dato interesante que debe ser verificada por métodos moleculares debido a las reacciones cruzadas con *Leishmania* en el ensayo serológico empleado, dentro de estos animales muestreados pueden haber algunos con infecciones crónicas y otros con agudas, no obstante, es una señal de alerta para las autoridades sanitarias de las zonas no endémicas en el Distrito Capital, Miranda y La Guaira, particularmente en los programas de control de zoonosis. Estas áreas tienen una alta densidad poblacional y si bien es cierto que los triatomíneos hematófagos son más zoofílicos que antropofílicos (Díaz-Bello *et al.*, 2016), los valores serológicos obtenidos reflejan una alta exposición de animales domésticos a los vectores hematófagos. Xavier *et al.*, (2012) demuestran que la infección del perro no sólo puede ser un buen indicador de la reducción de la riqueza de la fauna silvestre de mamíferos, sino que actúa también como una señal de la presencia de pequeños mamíferos silvestres con alta parasitemia.

La imagen clásica de la ECh asociado con *Rhodnius prolixus* y el rancho de barro con techo de palma podría quedar opacada por el nuevo perfil epidemiológico de la ECh, basado principalmente en la transmisión oral relacionado con *Panstrongylus geniculatus* en las zonas urbanas (Nakad Bechara *et al.*, 2018, Tineo-Gonzales *et al.*, 2021, Alarcón de Noya *et al.*, 2022). La invasión del domicilio humano por *P. geniculatus* y la existencia de focos enzoóticos de *T. cruzi* en la urbe caraqueña ya han sido reportados (Herrera & Urdaneta-Morales, 1992, 1997; Carrasco *et al.*, 2005; Reyes-Lugo, 2009; Díaz-Bello *et al.*, 2016; Tineo-Gonzales *et al.*, 2021). Este vector no solamente es abundante en la región capital, sino que además se encuentra altamente infectado con *T. cruzi* (Reyes-Lugo, 2009; Carrasco *et al.*, 2012, 2014). Su presencia en el hogar deambulando por las cocinas lo convierte en el principal vector implicado en los brotes de transmisión oral en Venezuela, así como en todos los brotes reportados hasta el momento en Latinoamérica (Noya *et al.*, 2015). Un ejemplo de esto, se evidenció en el brote ocurrido en la Escuela Municipal “Andrés Bello”, en el cual investigaciones realizadas en la localidad donde fue preparado el jugo identificado como fuente de infección, lograron demostrar la infección por *T. cruzi* en dos de tres perros muestreados en la zona, confirmando a estos animales como un reservorio importante en el mantenimiento del ciclo de transmisión del parásito (Díaz-Bello *et al.*, 2016).

Los animales estudiados viven en diferentes hábitats. En el Distrito Capital y parte del Estado Miranda los animales de la calle, gatos y perros, viven en una zona urbana donde comen de la basura o cazan roedores que pueden estar infectados con *T. cruzi* (Díaz-Bello *et al.*, 2014). Las mascotas tienen mejores condiciones de alimentación, pero viven en el peridomicilio sometidos a las presiones del medio ambiente y ocasionalmente suelen alimentarse de roedores y otros animales, incluso de triatomíneos. En el caso de los perros cazadores, éstos son utilizados en las jornadas de caza y los alimentan de las vísceras de los animales cazados, muchos de los cuales como la lapa pueden estar infectados con *T. cruzi* (datos no publicados). Por lo tanto, el entorno ambiental donde vive la mayoría de los animales con resultados positivos hace necesario considerar el papel que juegan los factores socioeconómicos como aspectos determinantes que podrían incidir significativamente en la dispersión de la transmisión de esta enfermedad. Además, estudios como éstos destacan la importancia de control sanitario y vigilancia epidemiológica en los programas de control de enfermedades zoonóticas, en la denuncia de infecciones por *T. cruzi* en las mascotas y la utilización de metodologías que permitan diferenciar infecciones agudas de crónicas.

En relación con la variable sexo, llama la atención que en algunas de las zonas estudiadas no hay diferencias de animales infectados entre machos y hembras, sin embargo en la localidad de Aricagua en el Estado Miranda y en Chichiriviche de la Costa, los perros machos presentan mayor infección por *T. cruzi* que las hembras, lo cual se podría explicar por qué las hembras quedan en un lugar como reproductoras mientras que los machos tienen mayor movilidad ya que salen a cazar, generando más eventos de contacto con triatomíneos en áreas peridomiciliarias y boscosas en los asentamientos rurales. En gatos, la presencia de un mayor número de machos positivos para *T. cruzi* ocurrió sólo en las zonas muestreadas del estado Miranda.

En relación al hallazgo de mayor seroprevalencia en mascotas que en animales callejeros podría deberse a que los triatomíneos infectados llegan al peridomicilio de animales domésticos atraídos por alimento, por lo cual, tanto perros como gatos se exponen de manera permanente al mismo microambiente cada noche en cambio los animales callejeros pernoctan en diferentes lugares eludiendo la probabilidad del encuentro con triatomíneos infectados. Este hecho representa un nuevo reto para las autoridades sanitarias ya que las medidas de control empleadas anteriormente son menos eficaces contra este nuevo fenómeno.

Se considera que el perro y ahora probablemente los gatos intervienen como agentes amplificadores, es decir, son reservorios parasitarios que conviven en cercanía con los seres humanos, que no poseen la capacidad de evitar la picadura de los insectos vectores. Al mismo tiempo, estos vectores pueden también ser atraídos hacia los humanos presentes en el mismo hábitat, o en uno muy próximo; circunstancia que otorga prioridad epidemiológica a los perros y gatos respecto a otros animales silvestres o del peridomicilio (Gurtler *et al.*, 1996, 1998, 2007; Cohen & Gurtler, 2001). La ECh se ha establecido como una entidad urbana y su epidemiología ha cambiado desde una entidad predominantemente rural donde el parásito y sus diversos reservorios se diluyen en el ambiente a una entidad urbana donde pocos reservorios tienen un

contacto mayor con pocos vectores ambos elementos muy cerca del hombre favoreciendo su infección (Alarcón de Noya *et al.*, 2022). Perros y gatos constituyen fuentes de infección eficientes en el ciclo de transmisión doméstico y su infección es un indicador de la circulación de *T. cruzi* en el ambiente pues no dejan de comportarse como trampas para la preferencial picadura de los triatominos a juzgar por la frecuencia de hallazgo de sangre ingerida de estos animales antes que la sangre humana (Díaz-Bello *et al.*, 2016).

Si bien la transmisión transplacentaria de la tripanosomiasis en hembras de caninos y de gatos no se ha documentado de manera concluyente, las similitudes descritas en los cuadros clínicos de la enfermedad en caninos y humanos invitan a proponer el estudio de la transmisión congénita en perros, teniendo en cuenta que la enfermedad por vía transplacentaria está cobrando significativa importancia en relación con el contagio vectorial en algunas zonas, por lo cual la transmisión vertical generacional se convertiría en un elemento adicional a controlar tanto en reservorios como en humanos (Manrique-Abril *et al.*, 2009, Pavia *et al.*, 2009). De aquí la importancia de este estudio donde se demuestra la infección de gatos por *T. cruzi*.

En conclusión, estos resultados constituyen una alerta epidemiológica para emprender medidas de control y prevención además de educación a las comunidades sobre los riesgos de contagio mayores para las personas que conviven con mascotas caninas o felinas y al hecho de mantenerlas dentro de las casas y más aun dentro de las habitaciones, atrayendo a triatominos a ingresar a las casas. Con base a la frecuencia de brotes de transmisión oral en Venezuela y la asociación con presencia de vectores contaminando alimentos, se suman las medidas de control tradicionales contra una infección metaxénica con las medidas de control de las enfermedades transmitidas por alimentos (Alarcon de Noya *et al.*, 2015).

### Conflicto de intereses

Los autores no reportan conflicto de intereses.

### Agradecimientos

Al Dr. Oscar Noya González, al Sr. Jefferson Muñoz, a la enfermera Eyleen Moronta, y a la licenciada Milagros Aponte, por la colaboración prestada en esta investigación.

### Referencias

- Alarcón de Noya, B., Díaz-Bello, Z., Ruiz-Guevara, R., & Noya, O. (2022) Chagas disease expands its epidemiological frontiers from rural to urban areas. *Front. Trop. Dis* 3, 799009. <https://doi.org/10.3389/fitd.2022.799009>
- Alarcón de Noya, B., Noya, O., & Robertsont, L. (2015). *Trypanosoma cruzi* as a Foodborne Pathogen. 1<sup>ra</sup> Edición, Ed. Springe. New York, USA
- Arce-Fonseca, M., Carrillo-Sánchez, S. C., Molina-Barrios, R. M., Martínez-Cruz, M., Cedillo-Cobián, J. R., & Henao-Díaz, Y. A. (2017). Seropositivity for *Trypanosoma cruzi* in domestic dogs from Sonora, Mexico. *Infectious Diseases of Poverty*, 6, 120 <https://doi.org/10.1186/s40249-017-0333-z>
- Berrizbeitia, M., Concepción, J. L., Carzola, V., Rodríguez, J., Cáceres, A., & Quiñones, W. (2013). Seroprevalencia de la infección por *Trypanosoma cruzi* en *Canis familiaris* del estado Sucre, Venezuela. *Biomédica*, 33(2), 214-225. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v33i2.7>
- Bonilla, M. C., Herrero-Acosta, M.V., Urbina-Villalobos, A., & Dolz, G. (2019). Detección de anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi* en caninos de Costa Rica. *Revista Ciencias Veterinarias*, 36, 1-14 <http://dx.doi.org/10.15359/rcv.36-2.1>
- Bracho-Mora, A., Crisante, G., Marín, W., Picón, A., Urdaneta, J. A., & Rivero de Rodríguez, Z. (2015). Seroprevalencia de la infección por *Trypanosoma cruzi* en perros de una comunidad Yukpa de la Sierra de Perijá, estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica FCV-LUZ*, 15, 426-431
- Calderón-Arguedas, O., Chinchilla, M., García, F., & Vargas, M. (2001). Preferencias alimentarias de *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae) procedente de la meseta central de Costa Rica a finales del siglo XX. *Parasitología al día* 25, 78-81. <https://doi.org/10.4067/S0716-07202001000300002>
- Cardinal, M. V., Lauricella, M. A., Marcet, P. L., Orozco, M. M., Kitron, U., & Gürtler, R. E. (2007). Impact of community-based vector control on house infestation and *Trypanosoma cruzi* infection in *Triatoma infestans*, dogs and cats in the Argentine Chaco. *Acta tropical*, 103, 201-211.
- Cardinal, M. V., Sartor, P. A., Gaspe, M. S., & Gürtler, R. E. (2018) High levels of human infection with *Trypanosoma cruzi* associated with the domestic density of infected vectors and hosts in a rural area of northeastern Argentina. *Parasit Vectors*. 8(11), 492. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3069-0>

- Carrasco, H., Segovia, M., Llewellyn, M. S., Morocoima, A., Urdaneta-Morales, S., & Martínez, C. (2012). Geographical distribution of *Trypanosoma cruzi* genotypes in Venezuela. PLoS Neglected Tropical Diseases, 6(6), e1707. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001707>
- Carrasco, H. J., Segovia, M., Londoño, J. C., Ortegoza, J., Rodríguez, M., & Martínez, C. E. (2014). *Panstrongylus geniculatus* and four other species of triatomine bug involved in the *Trypanosoma cruzi* enzootic cycle: high risk factors for Chagas' disease transmission in the Metropolitan District of Caracas, Venezuela. Parasit Vectors. 7, 602-617. <https://doi.org/10.1186/s13071-014-0602-7>
- Castañera, M. B., Lauricella, M. A., Chuit, R., & Gijrtler, R.E. (1998). Evaluation of dogs as sentinels of the transmission of *Trypanosoma cruzi* in a rural area of north-west Argentina. Annals of Tropical Medicine & Parasitology, 92, 671-683.
- Catala, S.S., Crocco, L.B., Muñoz, A., Morales, G., Paulone, I., & Giraldez, E. (2004). Entomological aspects of Chagas' disease transmission in the domestic habitat, Argentina. Rev Saúde Pública, 38, 216-222. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102004000200010>
- Cohen, J. E., & Gürtler, R.E. (2001). Modeling household transmission of American Trypanosomiasis. Science, 293, 694-698.
- Coura, J. R. (2015). The main sceneries of Chagas disease transmission. The vectors, blood and oral transmissions – A comprehensive review. Mem Inst Oswaldo Cruz, 110(3), 277-282.
- Crisante, G., Rojas, A., Teixeira, M. M., & Añez, N. (2006). Infected dogs as a risk factor in the transmission of human *Trypanosoma cruzi* infection in western Venezuela. Acta Tropical, 98, 247-254. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2006.05.006>
- Díaz-Bello, Z., Thomas, M. C., López, M. C., Zavala-Jaspe, R., Noya, O., Alarcón de Noya, B., & Abate, T. (2014). *Trypanosoma cruzi* genotyping supports a common source of infection in a school-related oral outbreak of acute Chagas disease in Venezuela. Epidemiology and Infection, 142(1), 156-162. <https://doi.org/10.1017/S0950268813000757>
- Díaz-Bello, Z., Zavala, R., Díaz, M., Mauriello, L., Maekelt, A., & Alarcón de Noya B. (2008). Diagnóstico confirmatorio de anticuerpos anti-*Trypanosoma cruzi* en donantes referidos por bancos de sangre de Venezuela. Revista Investigación Clínica, 49(2), 141-150.
- Díaz-Bello, Z., Zavala-Jaspe, R., Reyes-Lugo, M., Colmenares, C., Noya-Alarcón, O., & Noya, O. (2016). Urban *Trypanosoma cruzi* oral transmission: from a Zoonotic founder focus to the largest microepidemic of Chagas Disease. SOJ Microbiology & Infectious Diseases, 4, 1-9 <http://dx.doi.org/10.15226/sojmid/4/1/00147>
- Enriquez, G. F., Cardinal, M. V., Orozco, M. M., Schijman, A. G., & Gürtler, R.E. (2013). Detection of *Trypanosoma cruzi* infection in naturally infected dogs and cats using serological, parasitological and molecular methods. Acta Trop, 126, 211-217.
- González, D., Mehudy, M., Marruffo, M. P., Rodríguez, E. M., & Querales, J. (2005). Estandarización de pautas de diagnóstico de laboratorio de la enfermedad de Chagas en Venezuela *Saber UCV*. 3 <http://saber.ucv/jspui/handle/123456789/5217>
- Gurtler, R. E., Cecere, M. C., Castanera, M. B., Canale, D., Lauricella, M. A., & Chuit, R. (1996). Probability of infection with *Trypanosoma cruzi* of the vector *Triatoma infestans* fed on infected humans and dogs in northwest Argentina. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 55, 24-31.
- Gürtler, R. E., Cecere, M. C., Lauricella, M. A., Cardinal, M. V., Kitron, U., & Cohen, J. E. (2007). Domestic dogs and cats as sources of *Trypanosoma cruzi* infection in rural northwestern Argentina. Parasitology, 134, 69-82.
- Gürtler, R. E., Cecere, M. C., Rubel, D. N., Petersen, R. M., Schweigmann, N. J., & Lauricella, M. A. (1991). Chagas disease in north-west Argentina: infected dogs as a risk factor for the domestic transmission of *Trypanosoma cruzi*. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 85, 741-745.
- Gurtler, R. E., Chuit, R., Cecere, M. C., Castañera, M. B., Cohen, J. E., & Segura E. L. (1998). Household prevalence of seropositivity for *Trypanosoma cruzi* in three rural villages in northwest Argentina: environmental, demographic, and entomologic associations. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 59, 741-749.
- Herrera, L. (2010). Una revisión sobre reservorios de *Trypanosoma (Schizotrypanum) cruzi* (Chagas, 1909), agente etiológico de la Enfermedad de Chagas. Boletín de Malariología y Salud Ambiental, 50, 3-15.
- Herrera, L., Morocoima, A., Lozano-Arias, D., García-Alzate, R., Vietri, M., & Lares, M. (2022). Infections and Coinfections by Trypanosomatid Parasites in a Rural Community of Venezuela. Acta parasitol, 67, 1015-1023 <https://doi.org/10.1007/s11686-021-00505-1>

- Jiménez-Coello, M., Acosta-Viana, K. Y., Guzman-Marin, E., Gomez-Rios, A., & Ortega-Pacheco, A. (2012). Epidemiological survey of *Trypanosoma cruzi* infection in domestic owned cats from the tropical southeast of Mexico. *Zoonoses public health*, 59, 102-109. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2012.01463.x>
- Lemus, J., & Pérez, E. (2011). La percepción espacial de las condiciones sociales y su influencia en el desarrollo de la actividad turística, en la parroquia Higuerote, estado Miranda, Venezuela. *Terra. Nueva Etapa*, XXVII(41), 97-123. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72119117005>
- López, M., Herrera, L., Morocoima, A., Rivera, M. G., Viettri, M., Lares, M., & Ferrer, E. (2021). Utility of a fluid library with samples of humans, reservoirs and vectors collected in filter paper, for retrospective diagnosis of American Trypanosomiasis in endemic areas of Venezuela. *Acta Parasitol*, 66, 287-293 <https://doi.org/10.1007/s11686-020-00281-4>
- Lozano-Arias, D., García-Alzate, R., Tineo, E., Viettri, M., Mendoza-León, A., & Aguilar. (2021). Ecopathogenic complexes of American trypanosomiasis in endemic areas of Venezuela: Diagnosis and variability of *Trypanosoma cruzi*. *Journal of Vector Borne Diseases*, 58, 18–27. <https://doi.org/10.4103/0972-9062.321749>
- Manrique-Abril, F. G., Herrera-Amaya, G. M., Ospina, J. M., Pavia, P. X., Puerta, C. J., & Montilla, M. (2009). Prevalencia de Enfermedad de Chagas en maternas e incidencia transplacentaria en Boyacá. *Biomédica*, 29, 315-316.
- Mesa-Arciniegas, P., Parra-Henao, G., Carrión-Bonifacio, Á., Casas-Cruz, A., Patiño-Cuellar, A., & Díaz-Rodríguez, K. (2018). *Trypanosoma cruzi* infection in naturally infected dogs from an endemic region of Cundinamarca, Colombia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 14, 212–216. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2018.11.006>
- Meyers, A. C., Meinders, M., & Hamer, S. A. (2017). Widespread *Trypanosoma cruzi* infection in government working dogs along the Texas-Mexico border: Discordant serology, parasite genotyping and associated vectors. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 11: e0005819 <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005819>
- Minter, D. M. (1976). Epidemiology of Chagas' disease. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 70, 124. [https://doi.org/10.1016/0035-9203\(76\)90170-X](https://doi.org/10.1016/0035-9203(76)90170-X)
- Montenegro, V. M., Jiménez, M., Dias, J. P., Zeledón, R. (2002). Chagas Disease in dogs from endemic areas of Costa Rica. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. 97: 491–494. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762002000400006>
- Nakad Bechara, C. C., Londoño, J. C., Segovia, M., Leon Sanchez, M. A., Martínez, C. E., & Rodríguez, R. (2018). Genetic variability of *Panstrongylus geniculatus* (Reduviidae: Triatominae) in the Metropolitan District of Caracas, Venezuela. *Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics of Infectious Diseases*, 66, 236–244.
- Pavia, P. X., Montilla, M., Florez, A. C., Herrera-Amaya, G. M., Ospina Díaz, J. M., & Manrique-Abril, F. G. (2009). Caracterización molecular de 9 cepas de *Trypanosoma cruzi* aisladas de casos de Chagas congénito en los municipios de Miraflores y Moniquirá, Boyacá. *Biomedica. Memorias del Instituto Oswaldo Cruz*, 29, 180.
- Reyes-Lugo, M. (2009). *Panstrongylus geniculatus* Latreille 1811 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), vector de la enfermedad de Chagas en el ambiente domiciliario del centro-norte de Venezuela. *Revista Biomédica*, 20; 180-205.
- Romero-Peñuela, M. H., Sánchez-Valencia, J. A. (2008). Seroprevalencia de *Trypanosoma cruzi* por la técnica de Western Blot en población canina del Departamento del Tolima. Colombia. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 2, 48–52.
- Serrano, J. E., Tovar, E., Chavarri, B., Escobar, M. A., & Urosa, M. A. (2009). Descubre el Distrito Capital. Editorial Cadena Capriles. ISBN 9789807149716.
- Tineo-González, E., Contreras-Peña, Y., Reyes-Lugo, M., Morocoima, A., & Herrera, L. (2021). Modelo de distribución espacial de *Panstrongylus geniculatus* Latreille 1811 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) vector del agente de la Enfermedad de Chagas en Venezuela. *Revista Científica De La Facultad De Ciencias Veterinarias De La Universidad Del Zulia*, 31, 7-15. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-luz311.art1>
- Turriago, G., Brenda, C., Vallejo, G.A., Guhl, F. (2008). Seroprevalencia de *Trypanosoma cruzi* en perros de dos áreas endémicas de Colombia. *Rev. Med.* 16, 11–18.
- Ulon, S. N., Zorzo, R., Muzzio, N. M., Machuca, L. M., & Maruñak, S.L. (2018). Seroprevalencia de *T. cruzi* en caninos de distintos tipos de viviendas de un barrio periférico de Corrientes, Argentina. *Revista veterinaria*, 29, 133.
- Viettri, M., Herrera, L., Aguilar, C. M., Morocoima, A., Reyes, J., Lares, M., *et al.*, (2019). Molecular characterization of *Trypanosoma cruzi* and *Leishmania* spp. coinfection in mammals of Venezuelan coendemic areas. *Journal of Vector Borne Diseases*, 56, 252–262. <https://doi.org/10.4103/0972-9062.289394>

- Voller, A., Bidwell, D., Hultdt, G., Engvall, A. (1975). Microplate enzyme-linked immunosorbed assay for Chagas disease. *Lancet*, 1, 426-428. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(75\)91492-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(75)91492-0)
- Xavier, S. C., Roque, A. L., dos Santos, L., Monteiro, K. J., Otaviano, J. C., & Ferreira da Silva, L. F. (2012). Lower richness of small wild mammal species and Chagas disease risk. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 6, e1647. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001647>
- Zecca, I. B., Hodo, C. L., Slack, S., Auckland, L., Rodgers, S., & Killets, K.C. (2020). Prevalence of *Trypanosoma cruzi* infection and associated histologic findings in domestic cats (*Felis catus*). *Veterinary parasitology*, 278, 109014. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.109014>