

***Trypanosoma* spp en Ratas (*Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*) de Dos Medioambientes: Mercados de Abasto y Granjas Porcinas**

TRYPANOSOMA SPP IN RATS (*Rattus rattus* AND *Rattus norvegicus*) FROM TWO ENVIRONMENTS: FOOD MARKETS AND PIG FARMS

Andrea Carhuallanqui P.¹, Amanda Chávez V.^{1,2}, Rosa Pinedo V.¹

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la presencia de *Trypanosoma* spp en *Rattus* spp de mercados de abasto y granjas porcinas en Lima, Perú, identificar las especies de *Trypanosoma* spp mediante caracterización morfológica y biométrica, y correlacionar la presencia del parásito con las variables sexo, edad (juvenil y adulto), procedencia y especie. El estudio se desarrolló en ocho mercados de abasto de seis distritos (n=62 ratas) y en tres granjas porcinas (n=99) de tres distritos de Lima. Se colectaron muestras de sangre y se analizaron mediante la técnica de frotis sanguíneo delgado coloreado con la tinción rápida «Hemacolor» para determinar la presencia del parásito. La identificación de las especies de tripanosomas se hizo con claves internacionales con base a las características morfológicas y biométricas de los tripomastigotes presentes en frotis sanguíneos coloreados con Giemsa. Se identificó la presencia de *T. lewisi* en 22.5 y 21.2% de ratas en los mercados de abasto y granjas porcinas, respectivamente. Se halló una frecuencia de *T. lewisi* en *R. norvegicus* y *R. rattus* de 10.2 y 26.7%, en ratas machos y hembras de 21.1 y 22.0%, y en adultas y juveniles de 17.0 y 26.5%, respectivamente. No se evidenció asociación significativa con las variables procedencia, sexo y edad. *R. rattus* mostró un factor de riesgo significativo (OR: 3.77) frente a *Rattus norvegicus* para la presentación de *T. lewisi*.

Palabras clave: tripanosomiasis; hemoparásitos; roedores; granjas porcinas; mercados

¹ Laboratorio de Microbiología y Parasitología Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

² E-mail: achavezvg@gmail.com

Trabajo de investigación financiado con el apoyo del Fondo de Promoción de Trabajo de Tesis de Pregrado del VRI-UNMSM (Código N.º 160801067 EAPV-FMV UNMSM 2015).

Recibido: 1 de marzo de 2017

Aceptado para publicación: 30 de agosto de 2017

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the presence of *Trypanosoma* spp in *Rattus* spp from food markets and pig farms in Lima, Peru, to identify the species of *Trypanosoma* spp by morphological and biometric characterization, and to correlate the presence of the parasite with the variables sex, age (juvenile and adult), origin and species. The study was conducted in eight food markets of six districts (n = 62 rats) and three pig farms (n = 99) from three districts of Lima. Blood samples were collected and analysed using the thin blood smear technique and stained with «Hemacolor» to determine the presence of the parasite. The identification of the *Trypanosoma* species was based on international keys based on the morphological and biometric characteristics of the trypomastigotes present in blood smears stained with Giemsa. *T. lewisi* was the only species found in a frequency of 22.5 and 21.2% in rats from the food markets and pig farms, respectively. The frequency of *T. lewisi* in *R. norvegicus* and *R. rattus* was 10.2 and 26.7%, in male and female rats was 21.1 and 22.0%, and in adults and juveniles was 17.0 and 26.5%, respectively. There was no significant association with the variables of origin, sex, and age. *R. rattus* showed a significant risk factor (OR: 3.77) against *R. norvegicus* for the presentation of *T. lewisi*.

Key words: trypanosomiasis; haemoparasites; rodents; pig farms; markets

INTRODUCCIÓN

La tripanosomiasis es una enfermedad parasitaria ocasionada por un protozoo flagelado que infecta la sangre y algunos tejidos de la mayoría de animales vertebrados de sangre caliente y fría. El ciclo de vida implica un hospedero intermediario, por lo general un insecto (Hoare, 1972; Kudo, 1985). Las especies más patógenas de *Trypanosoma* han sido ampliamente estudiadas según su ubicación geográfica (Guhl *et al.*, 2007).

Una característica peculiar de algunas especies patógenas, como *T. cruzi*, es que pueden parasitar animales de varias especies (murciélagos, zorros, armadillos, ratas, cuyes, etc.) sin causarles daño, debido a que sus organismos se han adaptado fisiológicamente a la presencia de parásitos a través de largos periodos de asociación. Es así que estos animales actúan como reservorios y se convierten en focos de infección para hospederos susceptibles (Smith *et al.*, 1995).

La orden *Rodentia* constituye el grupo más numeroso de mamíferos. Asimismo, incluye especies sinantrópicas, donde el género *Rattus* está ampliamente distribuido, siendo las especies más comunes la rata (*R. rattus* o rata negra y *R. norvegicus* o rata gris) y el ratón (*Mus musculus*) (Carleton y Musser, 2005). Diversos estudios han señalado el papel del género *Rattus* como hospedero definitivo y reservorio de *Trypanosoma lewisi* y *T. cruzi*, respectivamente (Herrera y Urdaneta-Morales, 1997; Dahesh y Mikhail, 2016).

Trypanosoma lewisi pertenece al grupo Stercoraria, al desarrollar sus estadios infectivos (tripanosomas metacíclicos) en el intestino posterior, que luego son eliminados al exterior junto con las heces. La clasificación del grupo Stercoraria, en base a la longitud total del cuerpo, se categoriza en tres subgéneros: Megatrypanum, Herpetosoma, y Schizotrypanum donde *T. lewisi* pertenece al subgénero Herpetosoma, que muestra una longitud promedio de 30 μm (Hoare, 1964), un extremo posterior puntiagudo, núcleo lo-

calizado a la mitad del cuerpo y un flagelo libre (Kreier y Baker, 1987). *T. lewisi* es transmitido por pulgas, tiene una estricta especificidad de especie (Hoare, 1972; Desquesnes *et al.*, 2002). Las ratas se infectan principalmente por vía oral, a través de la contaminación por heces de pulgas o la ingestión de las mismas conteniendo tripomastigotes metacíclicos (Molyneux, 1969), considerándose *Xenoxilla cheopis* como el principal vector en áreas tropicales y subtropicales (Hoare 1972).

A pesar de ser considerada *T. lewisi* como especie no patógena en hospederos naturales, se ha demostrado que aumenta la multiplicación de *Toxoplasma gondii* en macrófagos alveolares y peritoneales de ratas blancas (Ríos *et al.*, 2009). Asimismo, infecciones en personas por *T. lewisi* atípica han sido diagnosticados por microscopía y estudios moleculares (Doke y Kar, 2011; Verma *et al.*, 2011; Truc *et al.*, 2013; Rayat y Vasishta, 2014), lo que demostraría un papel potencialmente patogénico para el hombre (Lun *et al.*, 2015).

Trypanosoma cruzi pertenece al subgénero Schizotrypanum y, a diferencia de *T. lewisi*, desarrolla en una amplia gama de hospederos; causando en el hombre un síndrome debilitante crónico denominado 'Mal de Chagas'. Se transmite principalmente por las heces de más de 140 especies de insectos triatomíneos hematófagos (Bargues *et al.*, 2010). Se reconocen como reservorios naturales silvestres a diversas especies, incluyendo ratas (*Rattus* spp) y cuyes (*Cavia porcellus*) (Salazar-Schettino *et al.*, 1997; Náquira y Cabrera, 2009).

Ante la escasez de información sobre la tripanosomiasis en roedores en Lima, el presente estudio tuvo por objetivos determinar la presencia de *Trypanosoma* spp en *Rattus* spp procedentes de mercados de abasto y granjas porcinas, identificar las especies de *Trypanosoma* spp mediante su caracterización morfológica y biométrica, y correlacionar la presencia del parásito con las variables sexo, edad y procedencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del Estudio

El estudio se realizó en dos medioambientes de la ciudad de Lima. Se evaluaron ocho mercados de abasto de seis distritos (San Martín de Porres, Chorrillos, Surco, La Victoria, San Luis, San Juan de Miraflores) y tres centros de producción porcina (Villa El Salvador, Lurín, Huaral). Los roedores capturados fueron manipulados en áreas aisladas (separadas de productores, vendedores y personas en general) y las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria (FMV) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, Perú.

Roedores

Roedores del género *Rattus* (*R. rattus* y *R. norvegicus*) fueron capturados durante un periodo de 17 meses (enero de 2014 a julio de 2015). Se capturaron 99 y 62 ratas en las granjas porcinas y mercados de abasto, respectivamente.

Se usaron trampas «Tomahawk» de captura viva (18 x 18 x 60 cm), ubicadas estratégicamente de acuerdo con la verificación de indicios de la presencia de roedores, manteniendo una distancia entre ellas no mayor a 5 m. Las trampas fueron colocadas durante la noche y revisadas en la mañana siguiente o durante la madrugada. Los roedores no permanecieron más de 24 h dentro de las trampas. El cebo utilizado dependió del ecosistema a muestrear; así para el caso de granjas porcinas se empleó una mezcla de pepa de zapallo, tomate, maní y esencia de vainilla, y para el caso de los mercados de abasto se utilizó una mezcla de carne molida, tomate, manzanas y esencia de vainilla.

Se siguieron estándares de bioseguridad y normas de procesamiento de acuerdo con los protocolos del Centro de Enfermedades Infecciosas y Prevención de Atlanta (Mills

et al., 1998). Los roedores fueron anestesiados mediante la inhalación de cloroformo e inyección de ketamina (100 mg/kg) y sacrificados con una sobredosis de pentobarbital sódico, vía parenteral.

Se registró el sexo, la procedencia y los parámetros morfométricos mediante el uso de un vernier de 18 pulgadas (longitud total, largo de cola, patas y orejas y el peso) para establecer la especie. Para la clasificación de edades (juveniles y adultos) en *Rattus* spp se consideró el peso utilizando una balanza digital de 1-10 kg, según las guías morfométricas de Milazzo *et al.* (2010), considerando como adultos a especímenes con peso mayor de 130 g; mientras que para *Rattus norvegicus* se siguió las indicaciones de Kataranovski *et al.* (1994), considerando como adultos a especímenes con peso mayor de 200 g.

Identificación de Trypanosomas

La identificación se basó en claves internacionales, con base a las características morfológicas y biométricas de los tripomastigotes presentes en los frotis sanguíneos, tales como longitud total del cuerpo, posición nuclear y desarrollo de la membrana ondulante, así como forma, tamaño y disposición del kinetoplasto. Se consideraron, además, la distancia de la parte posterior del cuerpo y el kinetoplasto (PK), la longitud total (L), longitud del núcleo (N), distancia entre el kinetoplasto y el centro del núcleo (KN), distancia entre la parte posterior del cuerpo y el centro del núcleo (PN), distancia entre el núcleo y la parte anterior del cuerpo (NA), ancho del cuerpo a nivel del núcleo (W) y la longitud del flagelo libre (F). Las dimensiones calculadas a 100X fueron obtenidas utilizando un software Leica Application Suite y fueron comparadas con las descripciones realizadas por diversos autores (Laakkonem *et al.*, 2003; Karbowiak *et al.*, 2009).

Muestras y Diagnóstico

Muestras sanguíneas fueron colectadas en tubos con anticoagulante mediante punción intracardiaca antes del sacrificio de los roedores. Se prepararon no menos de dos frotis sanguíneos por muestra. El primero fue coloreado mediante la tinción rápida «Hemacolor» (Merck) que permitió determinar la presencia del parásito. La segunda lámina fue coloreada con Giemsa para la diferenciación morfométrica y morfológica del parásito (Mills *et al.*, 1998; Vega y Náquira, 2006; García, 2007).

Análisis Estadístico

Se levantó información epidemiológica de cada área estudiada (mercados de abasto y granjas porcinas), colectándose información de los roedores como sexo, procedencia, edad y especie. La asociación entre la presencia de *T. lewisi* y cada uno de los potenciales factores asociados a su transmisión fueron analizados mediante el cálculo de Odds Ratio (OR), donde valores $p < 0.05$ evidenciaron factores de riesgo. Para ello, se utilizaron múltiples modelos de regresión logística, analizados en el software estadístico STATA v. 12.0.

Aspectos Éticos

Los animales estudiados fueron tratados bajo las normas y principios de la guía internacional de principios para la investigación biomédica que involucra animales (Mills *et al.*, 1998), contando con la autorización del Comité de Bioética de la FMV-UNMSM (Resolución N.º 2014-002).

RESULTADOS

Se capturaron 99 ratas (55 *R. rattus* y 44 *R. norvegicus*) en las granjas porcinas y 62 ratas (57 *R. rattus* y 5 *R. norvegicus*) en los mercados de abasto. En los frotis de san-

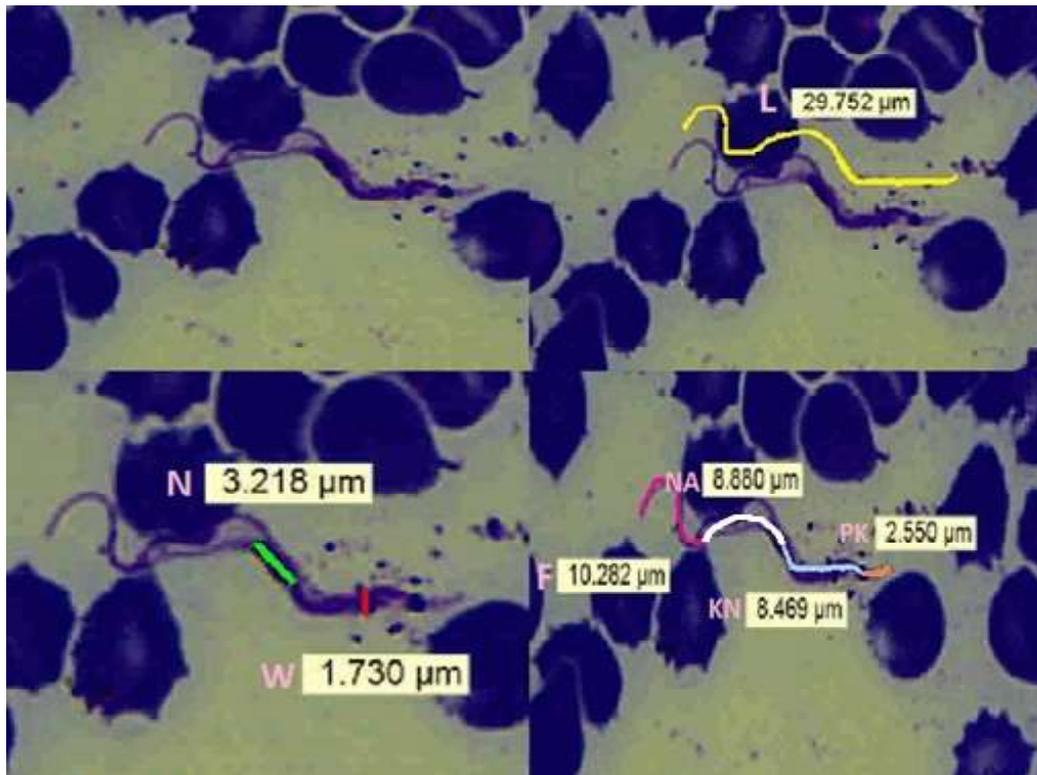


Figura 1. Mediciones de tripomastigotes de *Trypanosoma lewisi* en *Rattus norvegicus* procedente de una granja porcina (G-94). Coloración Giemsa. 100X. PK (naranja): distancia entre la parte posterior del cuerpo y el kinetoplasto; KN (celeste): distancia entre el kinetoplasto y el centro del núcleo; NA (blanco): distancia entre el núcleo y la parte anterior del cuerpo; F (granate): longitud del flagelo libre; L (amarillo): longitud total; N (verde): longitud del núcleo; W (rojo): ancho del cuerpo

gre se observaron tripomastigotes con morfología similar, tanto en las muestras provenientes de mercados de abasto como de las granjas porcinas. Se evidenció un cuerpo alargado con extremos afilados, núcleo situado en la parte anterior del cuerpo, kinetoplasto en forma ovalada y localizado cerca del final de la parte posterior del cuerpo, posición subterminal, y una membrana ondulante con desarrollo moderado (Figura 1). Los rangos del tamaño del cuerpo variaron entre 21.05 y 33.4 µm, ancho del cuerpo entre 1.23 y 2.09 µm, y el flagelo libre entre 5.48 y 11.98 µm (Cuadro 1). Las características descritas concordaron únicamente con *T. lewisi*.

En el Cuadro 2 se puede apreciar una frecuencia de 22.5 y 21.2% de muestras positivas a *T. lewisi* en mercados de abasto y granjas porcinas, respectivamente; así como una frecuencia de 21.3% en machos y 22.0% en hembras. El 17.0% de adultos y 26.5% de juveniles resultaron positivas a la infección, mientras que 10.2 y 26.7% de *R. norvegicus* y *R. rattus* fueron positivos a *T. lewisi*, respectivamente.

Al interrelacionar las variables independientes (sexo, procedencia, especie y grupo etario), como posibles factores de riesgo y la variable dependiente (frecuencia de *T.*

Cuadro 1. Dimensiones (μm) de tripomastigotes de *Trypanosoma lewisi* en *Rattus rattus* y *R. norvegicus* procedentes de dos medioambientes (granjas porcinas, mercados de abasto) en Lima, Perú (2014-2015)

| Mediciones | Granjas | | Mercado | | Rangos en la literatura ¹ |
|------------|------------------|---------------|------------------|---------------|--------------------------------------|
| | X \pm SD | Rango | X \pm SD | Rango | |
| PK | 3.66 \pm 1.03 | 2.28 - 5.55 | 2.90 \pm 0.73 | 2.31 - 4.74 | 2.4 - 4.9 |
| KN | 7.61 \pm 1.26 | 5.21 - 10.20 | 8.44 \pm 1.33 | 5.23 - 9.83 | 8.3 - 10.9 |
| PN | 10.57 \pm 1.18 | 7.52 - 12.19 | 11.31 \pm 1.69 | 9.70 - 12.87 | 11.9 - 15.1 |
| NA | 6.88 \pm 1.27 | 5.14 - 10.25 | 7.83 \pm 1.70 | 4.23 - 10.23 | 5.2 - 9.6 |
| F | 7.66 \pm 2.06 | 5.48 - 11.98 | 7.15 \pm 0.79 | 6.25 - 8.48 | 6.1 - 11.5 |
| L | 24.62 \pm 2.98 | 21.05 - 30.84 | 25.60 \pm 3.40 | 20.36 - 33.37 | 25.3 - 35.6 |
| N | 2.96 \pm 0.44 | 1.95 - 3.95 | 2.58 \pm 0.33 | 3.11 - 2.12 | 1.8 - 2.9 |
| W | 1.67 \pm 0.28 | 1.23 - 2.09 | 1.70 \pm 0.22 | 1.41 - 2.04 | 1.1 - 2.4 |

PK: Distancia entre la parte posterior del cuerpo y el kinetoplasto; KN: Distancia entre el kinetoplasto y el centro del núcleo; PN: Distancia entre la parte posterior del cuerpo y el centro del núcleo; NA: Distancia entre el núcleo y la parte anterior del cuerpo; F: longitud del flagelo libre; L: longitud total; N: longitud del núcleo; W: ancho del cuerpo; SD: Desviación estándar

¹ Laakkonem *et al.* (2003); Karbowiak *et al.* (2009)

Cuadro 2. Frecuencia de *Trypanosima lewisi* y su asociación a factores de riesgo en *Rattus* spp procedentes de granjas porcinas y mercados de abasto. Lima, Perú (2014-2015)

| Categorías | Total | | | | | |
|--------------------------|-------|-----------|------|------|------|-------------|
| | Nº | Positivos | % | P | OR | IC 95% |
| Procedencia | | | | | | |
| Granjas porcinas | 99 | 21 | 21.2 | | | |
| Mercados de abasto | 62 | 14 | 22.5 | 0.47 | 1.34 | 0.59 - 3.04 |
| Especie | | | | | | |
| <i>Rattus norvegicus</i> | 49 | 5 | 10.2 | | | |
| <i>Rattus rattus</i> | 112 | 30 | 26.7 | 0.01 | 3.77 | 1.27 - 11.1 |
| Sexo | | | | | | |
| Macho | 75 | 16 | 21.3 | | | |
| Hembra | 86 | 19 | 22.0 | 0.46 | 1.33 | 0.61 - 2.91 |
| Edad | | | | | | |
| Adulto | 79 | 21 | 17.0 | | | |
| Juvenil | 82 | 14 | 26.5 | 0.44 | 1.35 | 0.65 - 2.94 |
| Total (% \pm IC) | 161 | 35 | 21.7 | | | |

lewisii), solo se muestra diferencia significativa ($p < 0.05$) en la variable especie, encontrándose a *R. rattus* con mayor riesgo (OR= 3.77) de infección por *T. lewisii*.

DISCUSIÓN

Se identificó la presencia de *T. lewisii* en las muestras sanguíneas mediante la caracterización morfológica y biométrica de los tripomastigotes (Hoare, 1964, 1972; Laakkonem *et al.*, 2003; Karbowiak *et al.*, 2009), quienes se basaron principalmente en la longitud total del cuerpo, posición nuclear y desarrollo de la membrana ondulante, así como forma, tamaño y disposición del kinetoplasto.

El tamaño de los tripomastigotes fue intermedio, con rangos entre 21.05 y 33.4 μm y una media de 25.6 ± 3.4 en mercado de abasto y 24.62 ± 2.98 en granjas; medidas que podrían pertenecer a varias especies de *Trypanosoma*; sin embargo, sumados al tipo de hospedero, solo podrían corresponder a las especies *T. lewisii* y *T. cruzi*; diferenciándose de este último por la forma de C o S, que adopta normalmente en los frotis sanguíneos (Kudo, 1985; Tyler y Engman, 2001). Además, los kinetoplastos presentaban forma elíptica y de posición subterminal; tal como lo describe Karbowiak *et al.* (2005) y Hoare (1972) en *T. lewisii*, diferenciándose de *T. cruzi* quien presenta una forma redondeada (Kudo, 1985). En todos los casos se observó una membrana ondulante con moderado desarrollo concordante a *T. lewisii* (Hoare, 1964; Kudo, 1985), muy distintos de los de *T. cruzi*, que, por lo general, poseen una membrana ondulante poca desarrollada.

Los resultados obtenidos demuestran únicamente la presencia de *T. lewisii*; con una frecuencia global de 21.7% en *R. rattus* y *R. norvegicus*. Resultados similares fueron reportados en Brasil (Linardi y Botelho, 2002), mientras que Gamarra (1987) reportó una frecuencia de 13.3% en *R. rattus* proceden-

tes de la ciudad de Lambayeque, Perú. La ausencia de tripomastigotes de *T. cruzi* en este estudio podría deberse a que la zona donde fueron capturados los roedores no constituye zona endémica a *T. cruzi*, causante de la tripanosomiasis americana (Náquira *et al.*, 2001), ni reúne las condiciones ambientales para el desarrollo de sus vectores (Mendoza *et al.*, 2005).

La mayoría de estudios sobre *T. lewisii* proceden de países asiáticos y africanos como India, Nigeria y Egipto, quienes mostraron prevalencias superiores (Akinboade *et al.*, 1981; Saxena y Miyata, 1993; Laha *et al.*, 1997; Dahesh y Mikhal *et al.*, 2016). En la India, Saxena y Miyata (1993) encontraron una prevalencia de 41.2% en *Rattus norvegicus*, mientras que Laha *et al.* (1997) encontraron una prevalencia de 82.3%; ambos estudios realizados en zonas pobres y rurales sin control para la eliminación de estos roedores, debido principalmente a creencias religiosas.

Países de la región como Brasil, Venezuela y Chile han demostrado la presencia de *T. lewisii* en *Rattus* spp con frecuencias de 21.7, 55.0 y 15.8%, respectivamente (Franjola *et al.*, 1995; Linardi y Botelho, 2002; Lima *et al.*, 2003), donde la frecuencia más alta fue reportada en Venezuela en una zona endémica para leishmaniasis cutánea y *T. cruzi* (Lima *et al.*, 2003).

El análisis estadístico determinó que solo la variable especie fue significativa, donde *R. rattus* presentó 3.7 veces mayor riesgo a la infección de *T. lewisii* en comparación a *R. norvegicus*. Resultados similares fueron obtenidos en zonas rurales de Egipto (Dahesh y Mikhail, 2016), donde, además, reportaron que ningún *R. norvegicus* estuvo infectado con *T. lewisii*.

Alarcón de Noya *et al.* (1997) señalan que la respuesta inmune de *R. norvegicus* sea probablemente más eficiente comparado con *R. rattus*, ya que ante una infección pa-

rasitaria con *Schistosoma mansoni* mostraron una respuesta eficaz, mientras que *R. rattus* fue más permisivo para el desarrollo y multiplicación del termatodo. Así también, Leger *et al.* (1976) demostraron que *R. norvegicus* produjo anticuerpos contra *S. mansoni* en forma temprana, con la consecuente eliminación del parasito; mientras que *R. rattus* reaccionó deficientemente al mostrar una infección persistente.

En las variables edad y sexo no se encontraron diferencias significativas; sin embargo, Ugbomoiko (1997) encontró frecuencias más altas en ratas adultas. Por otro lado, la frecuencia de *T. lewisi* en machos y hembras fue similar, concordando con Franjola *et al.* (1995) y Ugbomoiko (1997); no obstante, Linardi y Botelho (2002) encontraron una mayor frecuencia en machos, atribuyéndolo al factor comportamiento territorial y al mayor rango de recorrido que realizan los machos.

Las granjas porcinas y los mercados de abasto presentaron prevalencias similares. El mayor número de roedores capturados en los mercados se produjo en establecimiento de comida y en áreas de almacenamiento de sacos de arroz y frutas. La frecuencia reportada en el presente estudio es preocupante, ya que las personas que trabajan y visitan dichos lugares se encontrarían en contacto directo con las diferentes especies de pulgas de los roedores, pudiendo correr el riesgo de adquirir una infección por *T. lewisi*.

En varios países se han reportado casos de tripanosomiasis atípica causado por *T. lewisi* en el hombre (Howie *et al.*, 2006; Verma *et al.*, 2011). En el Perú se hace necesario mayores estudios que ayuden a dilucidar el verdadero rol de *Rattus* spp como transmisor de *T. lewisi* en el hombre. Para el diagnóstico de tripanosomiasis se tiene técnicas serológicas, moleculares (PCR) y de amplificación isotérmica (LAMP), siendo su principal desventaja el alto costo. En el presente estudio se utilizó el frotis sanguíneo, que

es la más utilizada debido a su bajo costo, pero su principal desventaja es la baja probabilidad de detectar tripomastigotes, al ser una técnica de análisis directo y utilizar poca cantidad de sangre. Asimismo, el nivel de parasitemia tiene un rol importante para determinar la sensibilidad, ya que es variable a lo largo de la infección (García, 2007; Verma *et al.*, 2011), por lo que es probable que estos resultados se encuentren subestimados.

La parasitemia no es constante durante la infección por *T. lewisi*. En la fase inicial (unos 10 días) es elevada porque los parásitos se multiplican activamente en la sangre debido a la ausencia de un control inmunológico; luego los tripanosomas dejan de multiplicarse y la infección se estabiliza por varias semanas. Durante la fase crónica, la sensibilidad se reduce debido a la respuesta inmunitaria del hospedero y raramente se observan parásitos en la sangre, desarrollándose una sólida inmunidad contra la reinfección, donde finalmente la sensibilidad es prácticamente nula en los portadores sanos (Toure, 1976).

CONCLUSIONES

- Se determinó únicamente la presencia de *Trypanosoma lewisi* en roedores del género *Rattus*, provenientes de mercado de abasto y granjas porcinas, con una frecuencia de 22.5 y 21.2% respectivamente.
- Se halló una frecuencia de *T. lewisi* en *R. norvegicus* y *R. rattus* de 10.2 y 26.7%, en ratas machos y hembras de 21.1 y 22.0%, y en adultas y juveniles de 17.0 y 26.5%, respectivamente.
- No se evidenció asociación significativa con las variables procedencia, sexo y edad.
- *Rattus rattus* mostró un factor de riesgo significativo (OR: 3.77) frente a *Rattus norvegicus* para la presentación de *T. lewisi*.

LITERATURA CITADA

1. **Akinboade OA, Dipeolu OO, Ogunji FO, Adegoke GO. 1981.** The parasites obtained and bacteria isolated from house rats (*Rattus rattus* Linnaeus, 1758) caught in human habitations in Ibadan, Nigeria. *Int J Zoonoses* 8: 26-32.
2. **Alarcón de Noya B, Pointier J, Colmenares C, Théron A, Balzan C, Cesari IM, et al. 1997.** Natural *Schistosoma mansoni* infection in wild rats from Guadeloupe: parasitological and immunological aspects. *Acta Tropica* 68: 11-21. doi: 10.1016/S0001-706X(97)00068-5
3. **Bargues MD, Schofield CJ, Dujardin JP 2010.** Classification and phylogeny of the Triatominae. In: Telleria J, Tibayrenc M: American trypanosomiasis Chagas disease - One hundred years of research. Burlington: Elsevier. p 117-147.
4. **Carleton MD, Musser GG. 2005.** Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. 3rd ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 976 p.
5. **Dahesh SM, Mikhail MW. 2016.** Surveillance of *Trypanosoma* spp of rodents and studies in their transmission probability by fleas in some rural Egyptian areas. *J Egypt Soc Parasitol* 46: 157-166.
6. **Desquesnes M, Ravel S, Cuny G. 2002.** PCR identification of *Trypanosoma lewisi*, a common parasite of laboratory rats. *Kinetoplastid Biol Dis* 1: 2. doi: 10.1186/1475-9292-1-2
7. **Doke P, Kar A. 2011.** A fatal case of *Trypanosoma lewisi* in Maharashtra, India. *Ann Trop Med Public Health* 4: 91-95.
8. **Franjola R, Soto G, Montefusco A. 1995.** Prevalencia por infección a protozoos en roedores sinantrópicos de la ciudad Valdivia en Chile. *Bol Chil Parasitol* 50: 66-72.
9. **Gamarra R. 1987.** Parásitos en ratas caseras de la ciudad de Lambayeque. En: Res X Congreso Peruano de Microbiología. Trujillo.
10. **García LS. 2007.** Diagnostic medical parasitology. 5th ed. Washington DC, USA: ASM Press. 1222 p.
11. **Guhl F, Aguilera G, Pinto N, Vergara D. 2007.** Actualización de la distribución geográfica y ecoepidemiología de la fauna de triatomíneos (Reduviidae: Triatominae) en Colombia. *Biomédica* 27(Supl 1): 143-162. doi: 10.7705/biomedica.-v27i1.258
12. **Herrera L, Urdaneta-Morales S. 1997.** Synanthropic rodent reservoirs of *Trypanosoma cruzi* in the valley of Caracas, Venezuela. *Rev Inst Med Trop São Paulo* 39: 279-282. doi: 10.1590/S0036-46651997000500006
13. **Hoare C. 1972.** The trypanosomes of mammals. A zoological monograph. Oxford: Blackwell Scientific Publ. 547 p.
14. **Hoare CA. 1964.** Morphological and taxonomic studies on mammalian trypanosomes. *J Protozool* 11: 200-207. doi: 10.1111/j.1550-7408.1964.tb01741.x
15. **Howie S, Guy M, Fleming L, Bailey W, Noyes H, Faye JA, Pepin J, et al. 2006.** A Gambian infant with fever and an unexpected blood film. *PLoS Med* 3(9). doi: 10.1371/journal.pmed.0030355
16. **Joshi P, Shegokar V, Powar R, Herder S, Katti R, Salkar H, Bhargava A, et al. 2005.** Human trypanosomiasis caused by *Trypanosoma evansi* in India: the first case report. *Am J Trop Med Hyg* 73: 491-495.
17. **Karbowiak G, Wita I, Rychlik L. 2005.** *Trypanosoma* (Megatrypanum) *ornata* sp n a parasite of the Eurasian Water Shrew *Neomys fodiens* (Pennant, 1771). *Acta Protozool* 44: 363-367.
18. **Karbowiak G, Wita I, Czaplínska U. 2009.** The occurrence and ultrastructure of *Trypanosoma* (Herpetosoma) *lewisi* (Kent, 1880) Laveran and Mesnil, 1901, the parasite of rats (*Rattus norvegicus*) in Poland. *Wiadomosci Parazytol* 55: 249-258.
19. **Kataranovski D, Dataranovski M, Savic I, Cakic P, Soldatovic B, Matic R. 1994.** Morphometric and biochemical parameters as age indicators in the

- Norway rat (*Rattus norvegicus* Berk, 1769). Acta Vet 44: 371-378.
20. **Kreier JP, Baker JR. 1987.** Parasitic protozoa. Boston: Allen and Unwin. 240 p.
 21. **Kudo R. 1985.** Protozoología. 5th ed. México: Continental. 934 p.
 22. **Laakkonem J, Goodman S, Duchemin J, Duplantier J. 2003.** Trypomastigotes and potential flea vectors of the endemic rodents and the introduced *Rattus rattus* in the rainforests of Madagascar. Biodiver Conserv 12: 1775-1783. doi: 10.1023/A:1023611727357
 23. **Laha R, Hemaprasanth H, Bhattacharya D. 1997.** Observations on prevalence of *Trypanosoma lewisi* infection in wild rats and a trial on its adaptation in unnatural host. J Parasitol Appl Anim Biol 6: 5-8.
 24. **Leger N, Niel G, Notteghem M, Forget E. 1976.** Variations de la response immunitaire chez divers couples 'Rat-bilharzie'. CR Acad Sci Paris 283: 187-190.
 25. **Lima H, Rodriguez N, Borges R, Convit J. 2003.** *Trypanosoma* (Herpetosoma) *lewisi* in *Rattus* spp from La Matica, Lara State, Venezuela and the possible relationship with zoonotic diseases. Bol Malariol Salud Ambient 43: 37-43.
 26. **Linardi P, Botelho J. 2002.** Prevalence of *Trypanosoma lewisi* in *Rattus norvegicus* from Belo Horizonte, State of Minas Gerais, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz 97: 411-414. doi: 10.1590/S0074-02762002000300024
 27. **Lun Z, Yan-Zi W, Uzureau P, Lecordier L, Desquesnes M, Geng SQ, et al. 2015.** Resistance to normal human serum reveals *Trypanosoma lewisi* as an underestimated human pathogen. Mol Biochem Parasitol 199: 58-61. doi: 10.1016/j.molbiopara.2015.03.007
 28. **Mendoza TC, Córdova BE, Ancca JJ, Saldaña DJ, Torres CA, Velásquez TR, et al. 2005.** Prevalencia de la enfermedad de Chagas en puérperas y transmisión congénita en una zona endémica del Perú. Rev Panam Salud Pública 17: 147-153.
 29. **Milazzo C, Cagnin M, Di Bella C, Geraci F, Ribas A. 2010.** Helminth fauna of commensal rodents, *Mus musculus* (Linnaeus, 1758) and *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) (Rodentia, Muridae) in Sicily (Italy). Rev Ibero-Latinoam Parasitol 69: 194-198.
 30. **Mills J, Childs J, Ksiazek T, Peters CJ, Velleca WM. 1998.** Métodos para trapeo y muestreo de pequeños mamíferos para estudios virológicos. Organización Panamericana de la Salud. 64 p. [Internet]. Disponible en: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/11583>
 31. **Molyneux DH. 1969.** Intracellular stages of *Trypanosoma lewisi* in fleas and attempts to find such stages in other trypanosome species. Parasitology 59: 737-744.
 32. **Náquira C, Huapaya P, Espinoza B. 2001.** Enfermedad de Chagas. Lima: NRC Corporación Gráfica. 43 p.
 33. **Náquira C, Cabrera R. 2009.** Breve reseña histórica de la Enfermedad de Chagas, a cien años de su descubrimiento y situación actual en el Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica 26: 494-504.
 34. **Rayat C, Vasishta R. 2014.** Wild rats as reservoir of *Trypanosoma Lewisi* in northwest India. Austin J Pathol Lab Med 1(2): 3.
 35. **Ríos CN, Chinchilla CM, Guerrero OM, Castro CA. 2009.** Efecto inmunosupresor de *Trypanosoma lewisi* (Kinetoplas-tidae) sobre la multiplicación de *Toxoplasma gondii* (Sarcocystidae) en macrófagos alveolares y peritoneales de rata blanca. Rev Biol Trop 57: 13-22.
 36. **Salazar-Schettino P, Bucio M, Cabrera M, Bautista J. 1997.** First case of natural infection in pigs. Review of *Trypanosoma cruzi* reservoirs in Mexico. Mem Inst Oswaldo Cruz 92: 499-502.
 37. **Saxena V, Miyata A. 1993.** An unusual morphological type of *Trypanosoma* (Herpetosoma) *lewisi* (Kent, 1880) detected in the blood of *Rattus norvegicus* in India. J Commun Dis 25: 15-17.

38. **Smith AB, Esko JD, Hajduk SL. 1995.** Killing of trypanosomes by the human haptoglobin-related protein. *Science* 268: 284-286. doi: 10.1126/science.7716520
39. **Toure SM. 1976.** Diagnostic des trypanosomiasés animales. *Rev Elev Med Vet Pays Trop* 30: 1-10.
40. **Truc P, Buscher P, Cuny G, Gonzatti MI, Jannin, Joshi J, Juyal P, et al. 2013.** Atypical human infections by animal Trypanosomes. *PLoS Negl Trop Dis* 7(9): e2256. doi: 10.1371/journal.pntd.0002256
41. **Tyler KM, Engman DM. 2001.** The life cycle of *Trypanosoma cruzi* revisited. *Int J Parasitol* 31: 472-481.
42. **Ugbomoiko US. 1997.** Factors affecting the prevalence of protozoan parasites of small mammals in southern Nigeria. *Parasitica* 53: 5-13.
43. **Vega S, Náquira C. 2006.** Manual de procedimientos de laboratorio para el diagnóstico de la trypanosomiosis americana (Enfermedad de Chagas). 2ª ed. Lima: Instituto Nacional de Salud. 102 p.
44. **Verma A, Manchanda S, Kumar N, Shama A, Goel M, Banerjee P, Garg R, et al. 2011.** *Trypanosoma lewisi* or *T. lewisi*-like infection in a 37-day-old Indian infant. *Am J Trop Med Hyg* 85: 221-224. doi: 10.4269/ajtmh.2011.11-0002