

Infectio

Asociación Colombiana de Infectología

www.elsevier.es/infectio



ORIGINAL

Detección de *Toxoplasma gondii* por amplificación del gen B1 en carnes de consumo humano



Diana Marcela Campo-Portacio*, Maira Alejandra Discuviche-Rebolledo, Pedro José Blanco-Tuirán, Yina Margarita Montero-Pérez, Kelly Estela Orozco-Méndez e Yulenis Margarita Assia-Mercado

Grupo de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Sucre, Colciencias, Sincelejo, Sucre, Colombia

Recibido el 31 de marzo de 2014; aceptado el 18 de mayo de 2014

Disponible en Internet el 12 de julio de 2014

PALABRAS CLAVE

Toxoplasma gondii;
Carne;
ADN;
Pollo;
Cerdo;
Res

Resumen

Objetivo: Determinar la frecuencia de formas parasitarias de *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*) en diferentes tipos de carnes de consumo humano comercializadas en Sincelejo-Sucre, mediante la amplificación del gen B1 por la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

Materiales y métodos: Se realizó un estudio descriptivo que determinó la infección por *Toxoplasma gondii*, en 120 muestras de carnes de consumo humano, obtenidas en 2 tipos de expendios del municipio de Sincelejo. De cada sector se tomaron 60 muestras distribuidas así: 20 muestras de carne de res, 20 muestras de carne de cerdo y 20 muestras de carne de pollo. Estas muestras fueron sometidas a una extracción de ADN mediante el método de altas concentraciones de sales y a una PCR anidada para amplificar una región específica del material genómico de *T. gondii* correspondiente al gen B1.

Resultados: Se detectó ADN de *Toxoplasma gondii* en el 32% de las carnes analizadas. Dentro de este porcentaje se encontraron en proporciones similares, formas parasitarias de *T. gondii* en carne de pollo (35%), cerdo (32,5%) y res (27,5%), por lo cual no se observó diferencia estadística al realizar el análisis por tipo de carne. Así mismo se encontró una frecuencia de formas parasitarias de *T. gondii* de 36,6% en las muestras recolectadas en el mercado público y 26,7% en las muestras recolectadas en los supermercados de cadena.

Conclusiones: Esta investigación demuestra la alta frecuencia de formas parasitarias de *T. gondii* en diferentes tipos de carne de consumo humano comercializados en el municipio de Sincelejo, e indica un elevado riesgo de infección por el parásito en la población.

© 2014 ACIN. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: marcelacampor@gmail.com, dianiscampo2008@hotmail.com (D.M. Campo-Portacio).

KEYWORDS

Toxoplasma gondii;
Meat;
DNA;
Chicken;
Pork;
Beef

Toxoplasma gondii* detection by gene B1 amplification in meat human consumption*Abstract**

Objective: To determine the frequency of infection by *Toxoplasma gondii* in different types of meat that is sold for human consumption in Sincelejo-Sucre, by PCR for B1 gene amplification.

Materials and methods: A total of 120 samples of meat for human consumption were obtained at 2 types of outlets (municipality public market and retail chain stores) in the city of Sincelejo. At each store, 60 samples of 3 different species were obtained: 20 beef samples, 20 pork samples and 20 chicken samples. These samples were submitted to DNA extraction procedures for tissues and to nested PCR to amplify B1 specific genomic region of *T. gondii*.

Results: *Toxoplasma gondii* DNA was detected in 32% of the analyzed meat. There were a slight higher frequency (36,6%) in samples collected at the municipality public market compared to retail chain stores (26,7%) without statistical significance. The frequency of infection was similar between animal species: chicken (35%), pork (32,5%) and beef (27,5%).

Conclusions: This work demonstrates a high frequency of *T. gondii* infection in different types of meat sold for human consumption in the town of Sincelejo, suggesting a high risk of infection by the parasite in the population.

© 2014 ACIN. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Toxoplasma gondii (*T. gondii*) es un protozoo intracelular obligado de distribución mundial, que pertenece al *Phylum apicomplexa*¹. Es el agente causal de la toxoplasmosis, una zoonosis que generalmente transcurre con síntomas clínicos leves no específicos en la mayoría de los pacientes. Además, es responsable de pérdidas de la visión en al menos un 1% de las personas infectadas, con alta morbilidad de fetos y pacientes inmunosuprimidos^{2,3}.

Los felinos salvajes y domésticos son los hospedadores definitivos, que son quienes liberan en las heces la forma de resistencia del parásito, los ooquistes. Los seres humanos y prácticamente todas las especies de animales de sangre caliente son huéspedes intermediarios y pueden infectarse por ingestión de alimentos y agua infectada con ooquistes esporulados de *T. gondii*, por el consumo de quistes en los tejidos de animales infectados, o por transmisión congénita^{4,5}.

La prevalencia de la infección por *T. gondii* a nivel mundial varía de acuerdo con factores culturales, geográficos, climáticos y de exposición^{5,6}. Puede superar el 50% en perros, conejos y nutrias de mar; el 60% en ratones, ratas y aves silvestres y el 70% en gatos, osos y ciervos⁷. En los seres humanos oscila entre el 15 y el 85% de la población adulta, dependiendo de la región geográfica¹.

Colombia es uno de los países con mayor prevalencia de toxoplasmosis en el mundo. Según el estudio nacional de salud de 1982, la seroprevalencia de infección por *T. gondii* en la población general es del 47%⁸, sin embargo, han sido pocos los estudios realizados para detectar ADN de *T. gondii* en alimentos, los cuales podrían constituir factores de riesgo de infección por el parásito⁹⁻¹¹.

El material genético de *T. gondii* ha sido detectado en carne de animales de consumo humano como res, cordero, oveja, cerdo, cabra, conejo, pollo, caballo y animales de caza, razón por la cual se han identificado como fuentes de infección. Adicionalmente se ha evidenciado la

infección por *T. gondii* en las carnes curadas y productos cárnicos, como salchichas crudas, salami y embutidos^{12,13}.

En el municipio de Sincelejo no existen estudios que indiquen la presencia o ausencia de este protozoo en las carnes que diariamente consume la comunidad.

Esta falta de información permite que se expendan carne sin ningún tipo de control de calidad y que se coloco en riesgo la salud de los consumidores, por lo tanto se hace de gestantes e inmunocomprometidos. Por lo tanto se hace necesaria la realización de estudios que determinen la presencia de *T. gondii* en las carnes de consumo humano que se expenden en el municipio de Sincelejo.

En esta investigación se detectó ADN de *T. gondii* mediante la amplificación del gen B1 en muestras de carne de res, pollo y cerdo, expandidas en el municipio de Sincelejo. Su objetivo fue determinar la frecuencia de formas parasitarias de *T. gondii* en diferentes tipos de carne de consumo humano comercializadas en dicha ciudad.

Materiales y métodos**Tipo de estudio**

Se realizó un estudio descriptivo en el que se detectó ADN de *T. gondii* en muestras de carne de res, pollo y cerdo, obtenidas en diferentes expendios ubicados en el municipio de Sincelejo.

Área de estudio

Este estudio fue realizado en la ciudad de Sincelejo, departamento de Sucre, ubicado al noroeste del país a 9° 18' de latitud norte, 75° 23' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Tiene una extensión total de 28.410,31 ha. La temperatura media anual está cercana a los 27,15°C ± 0,4;

con una mínima promedio anual de 19,7 °C y una máxima de 35,3 °C¹⁴.

Muestra de estudio

Se recolectaron 120 muestras de músculo esquelético en 2 lugares dedicados a la venta de productos para la canasta familiar: el mercado público y supermercados de cadena de la ciudad de Sincelejo. De cada sector se tomaron 60 muestras distribuidas así: 20 muestras de carne de res, 20 muestras de carne de cerdo y 20 muestras de carne de pollo. Cada una con un peso aproximado de 5 g. Estas muestras fueron empacadas en bolsas resellables, y transportadas desde el lugar de expendio hasta el Laboratorio de Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Sucre donde fueron conservadas a -20 °C por 24 h de forma previa a la manipulación.

Extracción de ADN genómico

La extracción de ADN se llevó a cabo mediante el método de altas concentraciones de sales¹⁵. Se maceraron 150 mg de la muestra en 500 µL de buffer de lisis (SDS [sodium dodecyl sulfato, BioAmérica, Miami, EE. UU.] 0,1%, EDTA [disodium salt dihydrate, BioAmérica, Miami, EE. UU.] 1 mM, Tris-HCl [BioAmérica, Miami, EE. UU.] 10 mM) por 10 min. A la muestra homogenizada se le adicionaron 6,2 µL de proteinasa K (proteinase K, Promega, Madison, EE. UU.); se incubó a 55 °C por 4 h y se inactivó la enzima a 94 °C por un minuto. Luego se adicionaron 150 µL de NaCl (sodium chloride, Amresco Bioexpress, Ohio, EE. UU.) 6 M y se centrifugó a 4 °C y 12.000 rpm durante 10 min. El sobrenadante de cada muestra fue depositado en un vial y a cada uno de ellos se le agregó el doble de su volumen en etanol absoluto (Merck, Alemania) y se almacenó a -20 °C durante toda la noche, para precipitar el ADN total. Terminada la precipitación del ADN, se centrifugó a 4 °C y 12.000 rpm durante 10 min y se realizaron 3 lavados con 1.000 µL de etanol al 70%. Finalmente el ADN se secó a 55 °C por 20 min y se resuspendió el ADN en 100 µL de tampón TE (Tris-HCl Bioamérica 10 mM, EDTA Bioamérica 0,1 mM).

Cuantificación y verificación de la integridad del ADN por reacción en cadena de la polimerasa

Luego del proceso de extracción, se realizó la cuantificación del ADN obtenido en un espectrofotómetro Nanodrop 2000. A cada una de las muestras se le determinó su concentración y su pureza de acuerdo a la proporción OD 260 nm/OD 280 nm. Se obtuvo un promedio de concentraciones de 567 ng/µL y un promedio de proporción OD 260 nm/OD 280 nm de 1,75. Adicionalmente, se realizó una PCR convencional con el fin de verificar la integridad del ADN extraído, a través de la cual fue amplificado un fragmento de 359 pb de la región conservada del gen mitocondrial cyt b de vertebrados, utilizando los cebadores (cyt b1): 5'-CCA TCC AAC ATC TCA GCA TGA TGA AA-3' y (cyt b2): 5'-GCC CCT CAG AAT GAT ATT TGT CCT CA-3' sintetizados por Integrated DNA Technologies IDT.

Amplificación del gen B1

La detección del ADN del parásito se realizó mediante una PCR anidada con el fin de aumentar la especificidad y sensibilidad de la técnica; para lo cual se emplearon 2 pares de cebadores, sintetizados por Integrated DNA Technologies IDT, que amplifican una región del gen B1 de *T. gondii*.

El proceso de amplificación se realizó en 2 etapas. La primera ronda consistió en la amplificación de un fragmento de 193 pb con los cebadores toxo N1 5'-GGAACTGCATCCGTTTCATGAG-3', toxo C1 5'-TCTTTAAAGCGTTCGTGGTC-3', a una concentración de 0,4 pmol en una mezcla de reacción de 25 µL. Esta mezcla también incluyó: agua filtrada estéril Quibi 10,05 µL, buffer de PCR promega 1X 5 µL, MgCl₂ promega 1,25 Mm 1,25 µL, DNTPs bioline 0,25 Mm 2,5 µL, taq polimerasa 1 U promega 0,2 µL y ADN 2 µL. La segunda ronda consistió en la amplificación de un fragmento de 96 pb con los cebadores toxo N2 5'-TGCATAGGTTGCCAGTCACTG-3' y toxo C2 5'-GGCGACCAATCTGCGAATACACC-3', a una concentración de 0,8 pmol en una mezcla de reacción de 25 µL. Esta mezcla también incluyó: agua filtrada estéril Quibi 6,05 µL, tampón de PCR promega 1X 5 µL, MgCl₂ promega 1,25 Mm 1,25 µL, DNTPs Bioline 0,25 Mm 2,5 µL, taq polimerasa 1 U Promega 0,2 µL y ADN 2 µL.

Para evitar resultados falsos negativos se empleó como control positivo ADN de cepa RH de *T. gondii* y como control negativo, un volumen de agua filtrada estéril Quibi que indica posibles contaminaciones. El proceso de amplificación se llevó a cabo en un termociclador Veriti® 96-Well Fas Applied Biosystems.

Visualización de los productos de reacción en cadena de la polimerasa

Los productos de PCR fueron separados mediante una electroforesis en gel de agarosa Bioline al 2% en buffer TBE 0,5% (Tris Bioamérica, ácido bórico Gibcobl, EDTA Bioamérica) a 80 voltios durante 40 min. Los resultados se visualizaron en un fotodocumentador *Vilberlourmat*, teñidos previamente con Gelstar® (Nucleic Acid Gel Stainfor DNA y RNA análisis). En cada electroforesis se utilizó un control positivo, un control negativo y un marcador de peso molecular 100 pb (Corpogen, Bogotá) con el fin de determinar el tamaño de los fragmentos amplificados.

Análisis de datos

Los resultados obtenidos fueron introducidos en una base de datos diseñada en Microsoft Excel 2007, para su posterior análisis mediante el programa R versión 2.7.1. Se hallaron frecuencias de infección por tipo de carne, por lugar de recolección, intervalos de confianza y se realizó análisis de correspondencia múltiple.

Resultados

De las 120 muestras de carnes de cerdo, pollo y res analizadas mediante PCR anidada y después de visualizar los productos obtenidos en los geles de agarosa, fue posible

Tabla 1 Tabla de contingencia r x n para la frecuencia de infección por *T. gondii*, de acuerdo al sitio de expendio de carne y según el tipo de carne

Variable	N.º de muestras evaluadas	N.º de muestras positivas	Prevalencia (%)	IC 95%	X ² (p)
<i>Lugar</i>					0,9628 (0,3265)
Supermercados de cadena	60	16	26,7	16,5-39,9	
Mercado público	60	22	36,6	24,9-50,2	
<i>Tipo de carne</i>					1,016 (0,6017)
Cerdo	40	13	32,5	19,0-49,2	
Pollo	40	14	35	21,2-51,7	
Res	40	11	27,5	13,2-41,5	

IC: intervalo de confianza.

detectar ADN del parásito *T. gondii* en 38 de las muestras (fig. 1), las cuales representan el 32% de la muestra de estudio. Esto permite afirmar con un 95% de confianza que en Sincelajo las carnes de consumo humano que se comercializan están infectadas por *T. gondii* en porcentajes que fluctúan del 23,6 al 40,8%.

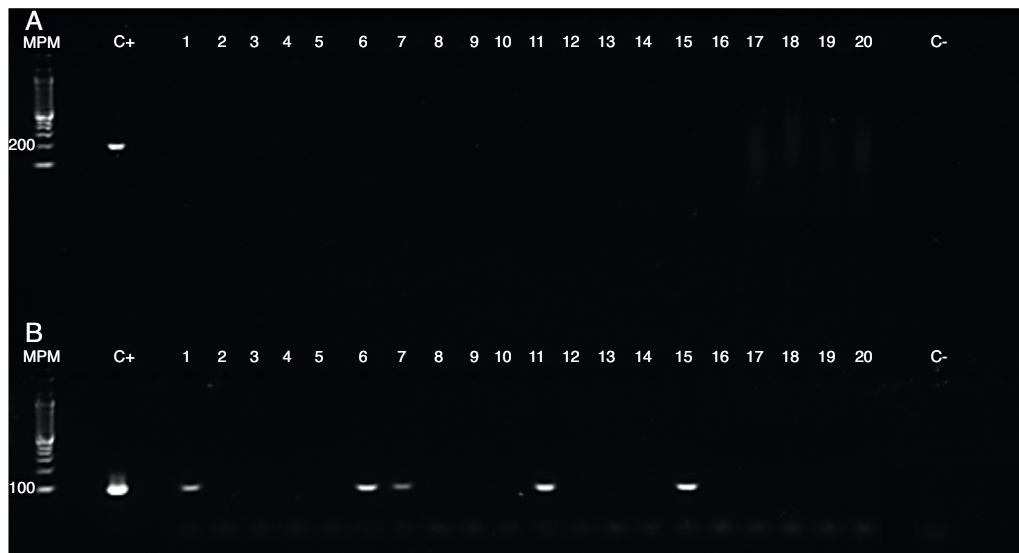
Teniendo en cuenta el lugar de recolecta, se obtuvo que en 36,6% (22 de 60) de las muestras recolectadas en el mercado público se detectó ADN de *T. gondii* y en los supermercados de cadena solo se encontraron 16 muestras para la recolecta, lo que representa un 26,7%. Estos resultados no presentan diferencia estadísticamente significativa (tabla 1). Al realizar el análisis de independencia con un 95% de confianza, se obtuvo que la presencia de formas parasitarias de *T. gondii* en carnes es independiente del lugar de recolecta, es decir que se pueden consumir proporciones similares de carne infectada con el parásito procedente de los tipos de expendios ($X^2_{\text{cal}} = 0,9628$; $p = 0,3265 > 0,05$).

El análisis de proporciones realizado para la detección de formas parasitarias por lugar de recolecta mostró que, con un 95% de confianza, las carnes que se comercializan en el mercado público están infectadas con *T. gondii* en

proporciones que van de 24,8 a 50,1%, en tanto las carnes que se comercializan en los supermercados de cadena están infectadas con el parásito en porcentajes que van de 16,4 a 39,8%.

Con relación al tipo de carne, se encontró que la carne de pollo fue la que presentó mayor porcentaje de infección por *T. gondii*, con un total de 14 muestras positivas, las cuales representan el 35%. En segundo lugar se encuentra la carne de cerdo, con 13 (32,5%) muestras positivas y por último la carne de res con 11 (27,5%) muestras positivas. Estos resultados no presentan diferencia estadística (tabla 1). Al realizar el análisis de independencia se obtuvo que, con un 95% de confianza, la detección de formas parasitarias de *T. gondii* es independiente del tipo de carne, es decir que en Sincelajo se pueden consumir proporciones similares de carnes de pollo, res y cerdo, infectadas con el parásito causante de la toxoplasmosis ($X^2 = 1,0$; $p = 0,6$).

El análisis de proporciones, con un 95% de confianza, para los tipos de carne, mostró que en Sincelajo se puede consumir carne infectada de pollo en porcentajes que van de 21,1 a 51,7%, carne de cerdo en porcentajes que van de 19 a 49,2% y carne de res en porcentajes que van de 13,2 a 41,5%.

**Figura 1** Electroforesis en gel de agarosa al 2%.

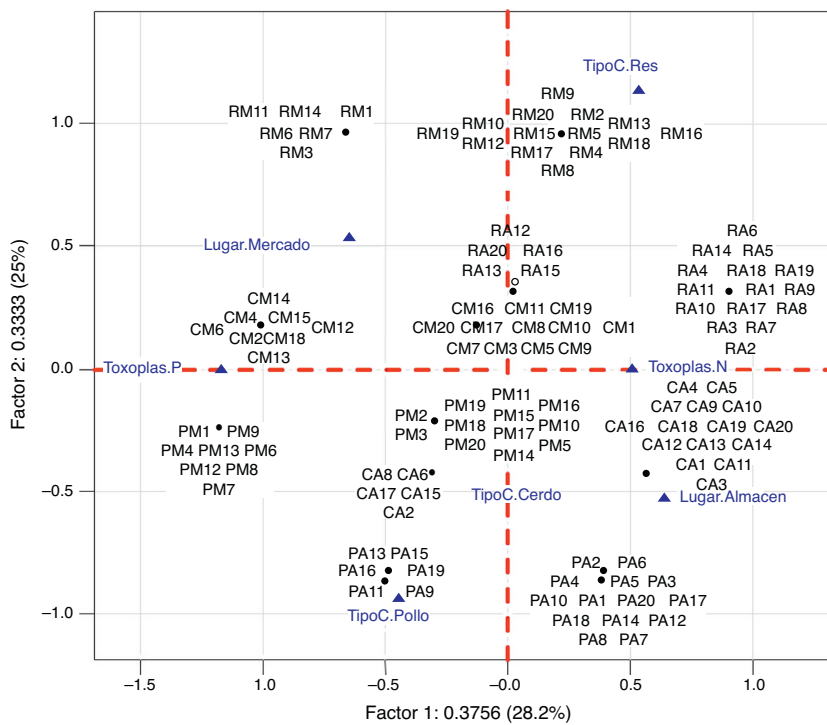


Figura 2 Plano de análisis de correspondencia múltiple.

El análisis de correspondencia múltiple mostró que la presencia de *T. gondii* en los 3 tipos de carnes estudiados (cerdo, pollo y res) y los sitios de recolección son independientes, lo que permite observar la forma agrupada, en el plano 1 de la figura 2, las muestras positivas de los 3 tipos de carne estudiados y de cualquiera de los puntos de recolección. Además, sugiere que es posible la existencia del mismo porcentaje de carnes positivas para la infección por *T. gondii* en ambos lugares y en todos los tipos de carne aquí analizados.

Discusión

La carne infectada con *T. gondii* es una fuente importante de infección para los humanos y en Colombia se ha encontrado que puede ser la fuente de infección para el 25% de los casos de toxoplasmosis durante el embarazo¹².

En este estudio se detectó ADN de *T. gondii* en el 32% de las carnes comercializadas para consumo humano en el municipio de Sincelejo, razón por la cual podrían constituir una fuente de infección importante para la población de esta ciudad, especialmente si se tiene el hábito de consumir la carne cruda o mal cocida. Dentro de este porcentaje se encuentra infectada, en proporciones similares, carne de pollo, cerdo y res. Estos resultados confirman la alta exposición de la población de Sincelejo al parásito.

Según estudios preliminares existe una baja frecuencia de infección por *T. gondii* en pollos, debido a las prácticas de manejo y condiciones de producción intensiva en que son criados estos animales¹². Sin embargo, en la presente investigación se encontró que 14 de las 40 muestras estudiadas (35%) fueron positivas para la detección de formas parasitarias de *T. gondii*; cifras que son similares al resultado reportado por Lora et al.¹² para el eje cafetero, en

el que el 40% de las muestras estudiadas estaban infectadas (34 de 60).

El alto porcentaje de infección encontrado en pollos se puede explicar al evaluar las condiciones en las que probablemente fueron criados estos animales. Al ser criados en galpones, no están en contacto con heces de gatos, por lo que se reduce la posibilidad de contraer la infección por hábitos alimenticios, ya que toman el alimento directamente de comederos tubulares y no del suelo, que podría estar infectado con ooquistes. Además, la etología de *Gallus gallus* indica que no son aves de rapiña, por lo cual no pueden contraer la infección por consumir quistes tisulares de otros huéspedes intermediarios. La fuente de infección más probable para los pollos podría ser la ingesta de agua, ya que el líquido que se les suministra proviene de pozos, a los cuales pueden tener acceso los gatos. Además se sabe que el tratamiento que se realiza al agua va dirigido contra bacterias como salmonelas, coliformes y *Pseudomonas*¹⁶, tratamiento que no inactiva los ooquistes de *Toxoplasma* que pueda contener la misma.

Es importante también tener en cuenta que el consumo de agua en pollos de engorde es 1,8-2,3 veces el consumo diario de alimento¹⁷, razón por la cual el agua, que podría estar infectada con ooquistes, se vuelve una fuente de infección por *T. gondii* mucho más importante para estos animales.

Con respecto a la carne de cerdo, esta siempre ha sido considerada una fuente importante de infección por *T. gondii* teniendo en cuenta las condiciones higiénico-sanitarias en las que son criados^{18,19}. En algunos estudios se ha detectado el parásito en órganos como retina, corazón, cerebro, músculos, pulmones y productos derivados de este tipo de carne como las salchichas, siendo la cantidad de quistes menor de uno por cada 50 g de tejido¹⁸.

La literatura indica que existe una relación entre la disminución de las tasas de infección por *T. gondii* en cerdos y los cambios en la forma de crianza de estos animales a través del tiempo. En la Unión Europea a finales de 1960 los cerdos vivían al aire libre y la tasa de infección era mayor o igual al 75%; sin embargo, con la aplicación de nuevos sistemas de producción, la tasa de infección se ha logrado disminuir a un porcentaje menor del 1%^{19,20}.

En este estudio el 32,5% (13 de 40) de las muestras de cerdo analizadas por PCR resultaron positivas para la infección por *T. gondii*, lo cual confirma que esta especie es un factor de alto riesgo epidemiológico como fuente de infección para la población de Sincelejo.

La frecuencia de formas parasitarias de *T. gondii* en cerdo encontrada en este estudio difiere de la tendencia señalada para la Unión Europea, en donde es poco probable que el cerdo sea una fuente importante de infección²⁰, y se puede aludir a las diferencias en las condiciones de crianza de cerdos utilizados en ambas áreas de estudio.

En el departamento de Sucre, no existen suficientes lugares destinados a la producción intensiva de cerdo, de modo que esta actividad se realiza mayoritariamente de forma artesanal y se lleva a cabo en los traspacios de fincas, donde los cerdos son criados en porquerizas con deficientes condiciones de higiene, predispuestos a contraer toxoplasmosis por contacto con heces de gatos. Adicionalmente, son alimentados con restos de cultivos y comida humana, a partir de los cuales también pueden contraer la infección.

Los resultados encontrados en este estudio, para la detección de ADN de *T. gondii* en cerdos, son similares a los publicados en el estudio de prevalencia en productos cárnicos realizado en Reino Unido por Aspinall et al.²¹ en el que se encontró una frecuencia de detección de formas parasitarias de *T. gondii* de 34,5% mediante PCR; y a los encontrados en salchichas de cerdo en São Paulo (Brasil), donde se reporta un 27,1%²². Sin embargo, la frecuencia de detección de ADN del parásito en carne de cerdo encontrada en este estudio es inferior a la reportada para el eje cafetero: 70% de 60 muestras estudiadas por PCR¹².

El ganado vacuno, por su parte, es considerado un huésped deficiente para *T. gondii*. Sin embargo, han sido reportadas infecciones naturales y experimentales para este tipo de ganado²³⁻²⁵. También se sabe que la primoinfección en hembras gestantes es causa de abortos, lo cual trae consigo grandes pérdidas económicas²⁴. En este estudio se encontró que 11 de 40 (27,5%) muestras de carne de res, analizadas por PCR fueron positivas para *T. gondii*, prevalencia inferior a la reportada en el eje cafetero (48,3%)¹².

La infección en el ganado vacuno en el municipio de Sincelejo puede atribuirse al consumo de pastizales y agua infectados con ooquistes provenientes de heces de gatos. Pese a que en este estudio se reporta un porcentaje de infección relativamente inferior al resto de tipos de carnes estudiadas, es importante tener en cuenta que la carne de res tiene especial preferencia para consumo humano²⁶, por lo cual se puede considerar una fuente potencial de infección por *T. gondii* en la población.

Por otra parte, en esta investigación se encontró que los porcentajes de infección para los lugares donde fueron recolectadas las muestras no presentan diferencias estadísticas, es decir, que pueden encontrarse proporciones iguales de carnes infectadas por *T. gondii* en ambos

lugares. Esto también permite inferir que la infección de las carnes, en este municipio, no depende de las condiciones de manipulación y almacenamiento de la carne, sino que, probablemente está más relacionada con la forma y condiciones de crianza de los animales destinados para consumo humano.

Finalmente, los resultados reportados en este estudio, sumados a la condición real del manejo de las carnes en Sincelejo y en Sucre en general²⁷, son realmente alarmantes y deben ser el objeto de muchas otras investigaciones que aporten conocimientos a la epidemiología de la toxoplasmosis, para contribuir en el establecimiento de un esquema de prevención y control de la infección por *T. gondii* en carnes de consumo humano, así como instrucciones para la manipulación y almacenamiento adecuados y, de esta manera, reducir el riesgo de infección oral en la población susceptible.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiación

La investigación fue financiada por Colciencias y los investigadores.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Este estudio fue realizado en el marco del proyecto código 112949326224 financiado por colciencias (contrato número 728-2009). Agradecemos al Grupo de Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Sucre el apoyo brindado para la ejecución de este proyecto y a la docente Melva Liliana Vertel Morinsón por su asesoría en el análisis estadístico de los datos.

Bibliografía

1. Ajzenberg D, Dumètre A, Dardé ML. Multiplex PCR for typing strains of *Toxoplasma gondii*. J Clin Microbiol. 2005;43:1940-3.
2. Meireles LR, Jimenez AJ, Pompeu E, Andrade H. *Toxoplasma gondii* spreading in an urban area evaluated by seroprevalence in free-living cats and dogs. Trop Med Int Health. 2004;9:876-81.
3. Chabbert E, Lachaud L, Crobu L, Bastien P. Comparison of two widely used PCR primer systems for detection of *Toxoplasma* in amniotic fluid, blood, and tissues. J Clin Microbiol. 2004;42:1719-22.

4. Cabezón O, García I, Molina R, Marco I, Blanco J, Hofle U, et al. Seropositivity and risk factors associated with *Toxoplasma gondii* infection in wild birds from Spain. *PLoS One*. 2011;6:1–7.
5. Alvarado C, Torres JL, Estrada S, Liesenfeld O, Mercado MF. *Toxoplasma gondii* infection and liver disease: A case-control study in a northern Mexican population. *Parasit Vectors*. 2011;4:1–7.
6. Blaber IJ, Saeij JP. Communication between *Toxoplasma gondii* and its host: Impact on parasite growth, development, immune evasion, and virulence. *APMIS*. 2009;117:458–76.
7. Webster J. The effect of *Toxoplasma gondii* on animal behavior: Playing cat and mouse. *Schizophr Bull*. 2007;33:752–6.
8. Gómez JE. Toxoplasmosis: un problema de Salud Pública en Colombia. *Rev Salud Pública (Bogotá)*. 2002;4 Suppl 1: 7–10.
9. López C, Díaz J, Gómez J. Factores de riesgo en mujeres embarazadas, infectadas por *Toxoplasma gondii* en Armenia Colombia. *Rev Salud Pública (Bogotá)*. 2005;7:180–90.
10. Betancur J, Jaramillo J, Puyana J, Quintero A, Estrada S, Salazar L. Seroprevalencia de toxoplasmosis en donantes de sangre de la Clínica Cardiovascular Santa María Medellín, Colombia, 2009-2010. *Infectio*. 2011;15:14–9.
11. Rosso F, Les J, Agudelo A, Villalobos C, Chaves J, Tunubala G, et al. Prevalence of infection with *Toxoplasma gondii* among pregnant women in Cali, Colombia, South America. *Am J Trop Med Hyg*. 2008;78:504–8.
12. Lora F, Aricapa HJ, Pérez JE, Idarraga SE, Arias LE, Mier D, et al. Detección de *Toxoplasma gondii* en carnes de consumo humano por la técnica de reacción en cadena de la polimerasa en 3 ciudades del eje cafetero. *Infectio*. 2007;11:117–23.
13. Klun I, Vujančić M, Yera H, Nikolić A, Ivović V, Bobić B, et al. *Toxoplasma gondii* infection in slaughter pigs in Serbia: Seroprevalence and demonstration of parasites in blood. *Vet Res*. 2011;42:1–6.
14. Sincelajo-sucro.gov.co [Internet]. Descripción física de Sincelajo. [Publicado 24 Sep 2010; Consultado 19 Feb 2013]. Disponible en: http://www.sincelajo.sucro.gov.co/informacion_general.shtml
15. Villafañe C, Posso D. Protocolos de extracción de ADN total de animales método de Salting Out. Protocolos de laboratorio UEG 2009. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas [consultado 28 Ene 2013]. Disponible en: <http://www.ivic.gob.ve/ecologia/ueg/formatos/Protocolos%20de%20extracci%C3%B3n%20de%20ADN%20total%20de%20animales%20por%20salting%20out.pdf>
16. Manual del pollo de engorde. Avian Farms International, Inc. WB0599 [consultado 4 Sep 2013]. Disponible en: <http://www.agro.uba.ar/agro/ced/pollos/clases/Avian.pdf>
17. Barroeta A, Izquierdo D, Pérez JF. Manual de avicultura: Breve manual de aproximación a la empresa avícola para estudiantes de veterinaria. Departament de Ciència Animal i dels Aliments [profesorado/produccionanimal/ProduccionAnimal/III/GUIA%20AVICULTURA_castella.pdf]
18. Pérez JE, Aricapa HJ, Candelo SM, Guevara LA, Meza JA, Correa RA. Prevalencia de anticuerpos anti-*Toxoplasma gondii* en cuatro especies de consumo humano en Caldas-Colombia. *Bio-salud*. 2006;5:33–42.
19. Kijlstra A, Eissen O, Cornelissen J, Munniksmá K, Eijck I, Kortbeek T. *Toxoplasma gondii* infection in animal-friendly pig production systems. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004;45:3165–9.
20. Tenter AM, Heckeroth AR, Weiss LM. *Toxoplasma gondii*: From animals to humans. *Int J Parasitol*. 2000;30:1217–58.
21. Aspinall TV, Marles D, Hyatt JE, Sims PF. Prevalence of *Toxoplasma gondii* in commercial meat products as monitored by Polymerase chain reaction - Food for thought? *Int J Parasitol*. 2002;32:1193–9.
22. Vieira A, de Oliveira A, Bergamaschi S, Domingues Pf, Langoni H. Genotyping of *Toxoplasma gondii* strains detected in pork sausage. *Parasitol Latinoam*. 2005;60:65–8.
23. Pérez JE, Villada JS, Naranjo OD, Castaño SV. Formas alternativas de transmisión de *Toxoplasma gondii*. *Biosalud*. 2011;10:123–37.
24. Zhou D, Zhao F, Lu P, Xia H, Xu M, Yuan L, et al. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* infection in dairy cattle in southern China. *Parasit Vectors*. 2012;5:1–4.
25. Garcia JL, Navarro IT, Ogawa L, de Oliveira RC. Soroprevalência do *Toxoplasma gondii*, em suínos, bovinos, ovinos e equinos, e sua correlação com humanos, felinos e caninos, oriundos de propriedades rurais do norte do Paraná-Brasil. *Ciência Rural, Santa Maria*. 1999;29:91–7.
26. contextoganadero.com [Internet]. Informe especial: carne de res, cerdo o pollo, ¿qué prefieren los colombianos?? [Publicado 12 Abr 2013; consultado 25 Ago 2013]. Disponible en: <http://www.contextoganadero.com/economia/informe-especial-carne-de-res-cerdo-o-pollo-que-prefieren-los-colombianos>
27. eluniversal.com.co [Internet]. Sincelajo Corozal, el único municipio de Sucre con matadero legal. [Publicado 11 Jun 2013; consultado 25 Ago 2013]. Disponible en: <http://www.eluniversal.com.co/monteria-y-sincelajo/local/corozal-el-unico-municipio-de-sucro-con-matadero-legal-122612>