

ARTÍCULO ORIGINAL

Riesgo de transmisión de la enfermedad de Chagas por intrusión de triatominos y mamíferos silvestres en Bucaramanga, Santander, Colombia

Marlene Reyes^{1,2,3}, Ángela Torres^{2,4}, Lyda Esteban^{1,2}, Mónica Flórez^{1,2,5}, Víctor Manuel Angulo^{1,2}

¹ Unión Temporal Red Chagas Colombia, Bogotá, D.C., Colombia

² Grupo CINTROP, Universidad Industrial de Santander, Piedecuesta, Colombia

³ Maestría en Química Ambiental, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

⁴ Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

⁵ Doctorado Interfacultades en Salud Pública, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C., Colombia

Introducción. La notificación de triatominos en las viviendas de algunos barrios de Bucaramanga motivó la realización de este estudio.

Objetivo. Evaluar la intrusión de triatominos y mamíferos, así como algunos factores de riesgo para la enfermedad de Chagas en viviendas urbanas.

Materiales y métodos. En un barrio de Bucaramanga, Santander, se recolectaron triatominos mensualmente durante un año con participación comunitaria mediante búsqueda manual en el alumbrado público, y el uso de trampas de luz, cebo animal y atrayentes químicos en el bosque cercano. Los reservorios se recolectaron con trampas cebadas. Los insectos y mamíferos se determinaron y examinaron para establecer su infección natural. Los factores de riesgo de las viviendas se midieron mediante una encuesta sobre factores sociales y ambientales.

Resultados. Se recolectaron 11 adultos de *Panstrongylus geniculatus* y 63 de *Rhodnius pallescens* en el bosque, en zonas de recreación en el peridomicilio y en el domicilio, incluidas dos hembras y 21 ninfas de *R. pallescens* en dormitorios. Se capturaron dos ejemplares de *Didelphis marsupialis* en los bosques adyacente. De los 11 individuos de *P. geniculatus* capturados, se examinaron nueve, de los cuales cinco fueron positivos para *Trypanosoma cruzi* (56 %); de los 63 individuos de *R. pallescens* capturados, se examinaron ocho, cuatro de los cuales fueron positivos para *T. cruzi* (50 %). De dos especímenes de *D. marsupiales* capturados, uno fue examinado y se encontró que era positivo para *T. cruzi*. No se pudo establecer un factor de riesgo significativo, sin embargo, las viviendas con reporte de triatominos se encontraban más cerca del bosque adyacente.

Conclusiones. El hallazgo de especies de triatominos intrusivas y de mamíferos con *T. cruzi* en el domicilio y el peridomicilio, así como en los bosques periurbanos, demuestra el riesgo de infección en las poblaciones que habitan en viviendas urbanas adyacentes a los ecótopos donde se mantiene el ciclo silvestre.

Palabras clave: Triatominae; enfermedad de Chagas; área urbana; *Didelphis*; riesgo; Colombia.

doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v37i1.3051>

Risk of transmission of Chagas disease by intrusion of triatomines and wild mammals in Bucaramanga, Santander, Colombia

Introduction: Notice of triatomines in dwellings of some neighborhoods in Bucaramanga motivated the realization of this study.

Objective: To evaluate the intrusion of triatomines and mammals, as well as some risk factors in urban dwellings.

Materials and methods: Triatomines were collected in a neighborhood in Bucaramanga, Santander, on a monthly basis during one year with participation of the community. Collection included manual search in lamp posts, use of light traps, animal bait, and chemical attractants in nearby forests. Reservoirs were

Contribución de los autores:

Marlene Reyes: propuesta inicial, diseño metodológico, ejecución del trabajo de campo y encuestas de factores de riesgo, recopilación y análisis de los datos y escritura del manuscrito

Ángela Torres: diseño metodológico y ejecución del trabajo de campo, encuestas de factores de riesgo y trabajo de laboratorio

Lyda Esteban: apoyo en el diseño del método de muestreo

Mónica Flórez: diseño de métodos de captura, diseño y ejecución del análisis de factores de riesgo, análisis y escritura del manuscrito

Víctor Manuel Angulo: asunción de responsabilidad en todos los aspectos del manuscrito, revisión crítica del contenido y escritura del manuscrito

collected with bait traps. Insects and mammals were identified and examined in order to determine their natural infection. Risk factors in homes were assessed by means of a social-environmental survey.

Results: Eleven adult specimens of *Pastrongylus geniculatus*, as well as 63 of *Rhodnius pallescens* were collected in the forest, recreational peridomiliary areas, and houses. Even two females and 21 nymphs of *R. pallescens* were found in bedrooms. Two specimens of *Didelphis marsupialis* were captured in neighboring forests. Out of the eleven *P. geniculatus* captured, nine were examined. Of these, five were positive for *Trypanosoma cruzi*. It was not possible to establish a significant risk factor; however, the dwellings with report of triatomines were located nearer to the adjacent forest.

Conclusions: The finding of intrusive triatominae species and mammals with *T. cruzi* in intradomiliary and peridomiliary areas and periurban forests prove the potential risk to acquire infection from these populations that dwell in urban housing adjacent to these ecotopes where the sylvan cycle is kept.

Key words: Triatominae; Chagas disease; urban area; *Didelphis*; risk; Colombia.

doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v37i1.3051>

La enfermedad de Chagas causada por *Trypanosoma cruzi* es una de las enfermedades desatendidas más importantes de América Latina. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente, 6 millones de personas están infectadas en 21 países de Latinoamérica (1).

En Colombia, la fase exploratoria y la intervención que se llevaron a cabo entre 1996 y 1999 en el marco del programa nacional de prevención y control de la enfermedad de Chagas, permitió establecer la distribución geográfica de los vectores, las especies domiciliadas y la seroprevalencia en niños menores de 15 años en zonas infestadas (2). La transmisión vectorial de *T. cruzi* al hombre se ha considerado la principal vía de infección, adquirida por contacto con heces infectadas de triatominos domiciliados. En este contexto, se desarrolló un protocolo de control que logró la disminución de la infestación de triatominos en las zonas detectadas (3).

Sin embargo, los reportes de brotes de casos agudos de la enfermedad en ausencia de triatominos domiciliados en varias zonas del país, han centrado la atención en la transmisión por vía oral (4-6). La presencia de triatominos silvestres y mamíferos sinantrópicos, y las visitas ocasionales a las viviendas cercanas a los bosques que albergan los ecótopos naturales de estos animales, permiten inferir una conexión entre el ciclo silvestre y el doméstico. Esta situación pone de manifiesto un riesgo para los habitantes de áreas urbanas,

lo cual requiere la atención de los programas de prevención y control de los servicios de salud del país (7-13).

Es por esto que, en el enfoque del riesgo establecido para el control de la transmisión vectorial de la infección y de la enfermedad de Chagas, se advierte que no se puede tratar de una misma manera aquello que es desigual. La extensión del área endémica, la variedad de vectores con comportamientos diversos y las múltiples variables que intervienen y determinan diferentes patrones de transmisión, revelan la necesidad imperiosa de adoptar un manejo del riesgo y del control vectorial específicos en cada zona (14-16).

Asimismo, es importante considerar que los triatominos silvestres actúan como especies invasoras que pueden llegar a nuevas áreas mediante la migración natural, pero a menudo son introducidos en el curso de las actividades humanas que perturban sus ecosistemas. Cabe señalar que algunos de estos insectos podrían iniciar un proceso de domiciliación, el cual se ha hecho evidente por el aumento de la intrusión en las viviendas y el contacto con sus habitantes y con los animales domésticos, especialmente en aquellas zonas colindantes con regiones boscosas (17-20).

Panstrongylus geniculatus es una especie de hábitos silvestres y amplia distribución en América Latina. Es frecuente recolectarlo en el peridomicilio y dentro de las viviendas en zonas rurales y urbanas de Colombia y Venezuela. Su periodo completo de desarrollo es de 128 a 171 días en condiciones de laboratorio, aunque en otros estudios se ha mencionado una duración de hasta dos años (21). Esta especie se considera euritérmica, pues se puede adaptar a ecótopos muy secos o muy húmedos y está presente en una gran variedad de hábitats silvestres, como madrigueras o sitios de reposo

Correspondencia:

Marlene Reyes, Grupo CINTROP, Universidad Industrial de Santander, Km 2 Sede UIS, Vía El Refugio-Guatiguará, Piedecuesta, Colombia
Teléfono:(577) 634 4000, extensión 3526
marejez1@hotmail.com

Recibido: 11/11/15; aceptado: 31/05/16

de armadillos, zarigüeyas, roedores, murciélagos y aves, en huecos de árboles, en bromelias y en palmas (22-24).

Rhodnius pallescens es una especie considerada vector primario en Panamá y, secundario en varios países de Centroamérica y en la región Caribe y el Magdalena medio en Colombia. La duración promedio del desarrollo del huevo hasta el quinto estadio de ninfa es de 128,6 días (25). La especie tiene un gran potencial para invadir y colonizar las viviendas humanas a donde los insectos se ven atraídos por la luz artificial en áreas urbanas y rurales; allí colonizan estructuras como gallineros, palomares y porquerizas en el peridomicilio. Habita ecótopos silvestres, especialmente en palmas, y refugios aéreos y terrestres de varias especies de mamíferos, roedores y aves (26-29).

Por otro lado, el diagnóstico de la infección por *T. cruzi* de 180 especies de mamíferos silvestres y domésticos de varios órdenes que habitan en Centroamérica y Suramérica ha evidenciado el riesgo que representa la cercanía de estos animales que actúan como reservorios del parásito. En este contexto, es necesario centrar la atención en el orden de los marsupiales y el género *Didelphis*, el cual es reconocido por su comportamiento sinantrópico, ya que visita o anida en el peridomicilio o en el domicilio en zonas rurales o urbanas, lo cual lo expone a picaduras de triatominos silvestres o domésticos (10,12,30,31).

Durante años, las comunidades han recolectado individuos de estas dos especies de triatominos en viviendas periféricas de diferentes barrios de Bucaramanga, incluida la urbanización donde se presentó un brote de la enfermedad de Chagas, probablemente por transmisión oral (13). Dichos especímenes han sido enviados a los laboratorios locales de referencia (4,13).

Esta notificación constante de triatominos hallados en las viviendas, y la reciente aparición de brotes de la enfermedad aguda de Chagas de posible transmisión oral debido a la contaminación de alimentos, en los cuales se han incriminado estas especies de triatominos y mamíferos como posibles vectores de *T. cruzi*, motivó la realización de este estudio en la urbanización Villa del Prado y la zona boscosa colindante (Cañada del Loro) en Bucaramanga.

Los objetivos del estudio fueron: 1) determinar la intrusión y la posible domiciliación de los insectos vectores; 2) determinar la presencia de mamíferos

silvestres en el domicilio y el peridomicilio de las viviendas; 3) evaluar los métodos de captura de los triatominos silvestres; 4) determinar la infección natural de los vectores mediante reacción en cadena de la polimerasa (PCR), y 5) determinar los factores de riesgo de la intrusión de los triatominos en las viviendas.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en una zona urbana en donde la comunidad había reportado frecuentemente la aparición de triatominos. El área de estudio (Villa del Prado: 7°6' 44,53" N y 73°7' 47,15" O) está en la periferia de la escarpa occidental de Bucaramanga, capital del departamento de Santander. Durante el periodo de estudio, la temperatura promedio fue de 24,6 °C, la humedad, de 18,4 %, y la precipitación, de 98,7 mm, con dos períodos lluviosos y dos de menor precipitación. La urbanización tiene 196 viviendas de estrato tres, construidas con planos aprobados por la Oficina de Planeación Municipal; cuentan con dos pisos conectados entre sí por una escalera interior paralela, con paredes fabricadas en ladrillo frisado, estucadas y pintadas, pisos en cerámica, y techos machihembrados de teja de barro. La urbanización cuenta con una zona social para la recreación que consta de una cancha de fútbol y una de baloncesto con piso de cemento, una zona de juegos infantiles, un pequeño kiosco, así como una zona de parqueadero con iluminación eléctrica y una portería con vigilancia.

La urbanización Villa del Prado colinda con una zona boscosa, la Cañada del Loro, la cual presenta un suelo de pendientes altas en el borde de la escarpa, con salida de acuíferos por drenaje natural (quebradas), y recibe aguas residuales durante su trayecto (figura 1). Esta zona fue declarada reserva forestal protegida en el 2013 por la Corporación de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), con el fin de preservar los residuos boscosos de los ecosistemas de bosque seco tropical para el restablecimiento de su estado natural. La zona presenta vegetación abundante, con variedad de especies, entre ellas, árboles gallineros, sarrapios, búcaros, mangos y varias especies de palmas, como la palma areca y la palma real. Entre las especies animales, se cuentan zarigüeyas, ñeques, ardillas, una gran variedad de aves y reptiles (boas y corales), además de otras comunes cerca de los sitios poblados, como gallinazos y roedores (32,33).

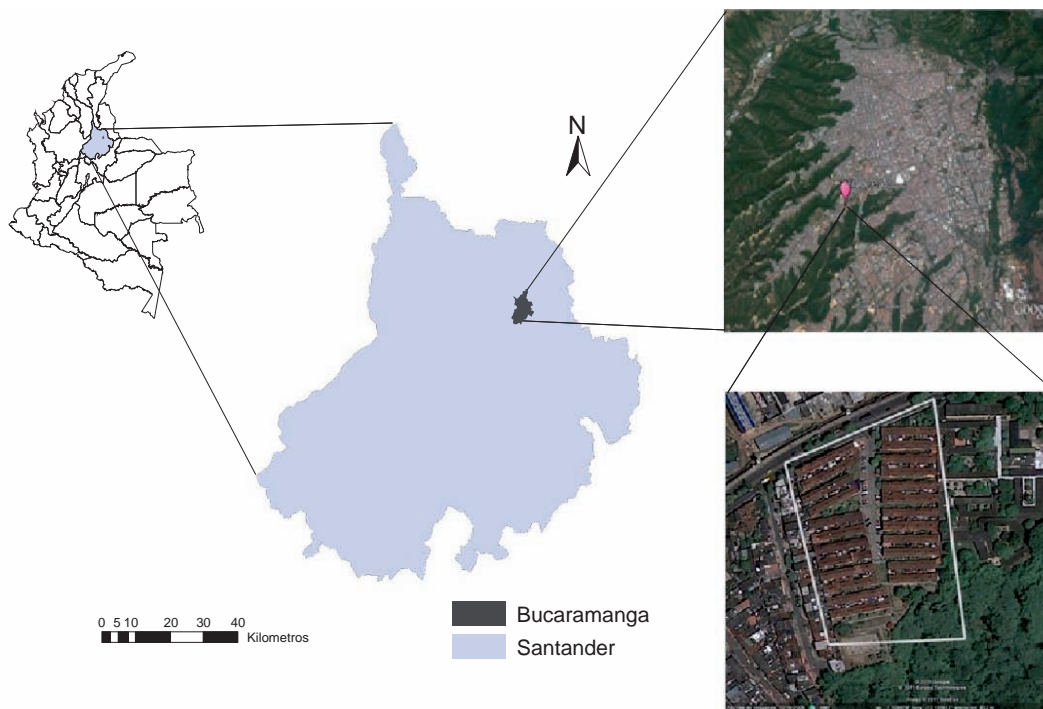


Figura 1. Ubicación del área de estudio en la urbanización Villa del Prado y Cañada del Loro, Bucaramanga, Santander
Fuente: Google Maps

Captura de triatominos

Durante tres días consecutivos cada mes a lo largo de un año (desde febrero de 2011 hasta enero de 2012), se utilizaron los siguientes métodos para la captura de triatominos: vigilancia comunitaria, trampas Angulo (27), trampas Noireau (34), trampas con atrayentes químicos (35,36), trampas Shannon y la captura manual en el alumbrado público. Los días de muestreo se eligieron teniendo en cuenta la fase de transición de luna menguante a luna nueva, según lo sugerido por Castro, *et al.* (37).

La vigilancia comunitaria se llevó a cabo con un funcionario de la Secretaría de Salud Municipal y el aval de la junta de acción comunal de la urbanización; se dio una charla a los habitantes con el fin de darles a conocer aspectos de la enfermedad de Chagas, sensibilizarlos sobre la recolección de triatominos e informarles sobre los cuidados que debían tener durante la captura de los insectos; posteriormente, se les entregaron los frascos rotulados para su captura.

En cuanto a las trampas Angulo (con gallina como cebo) y las Noireau (con ratón como cebo), se instalaron entre cuatro y seis de cada una. Las trampas Angulo se instalaron en palmas y árboles con fronda abundante, usando la metodología del

vecino más cercano para su ubicación, y las de Noireau, en sitios como troncos caídos, raíces de árboles, cuevas en las rocas, madrigueras y nidos de gallinazos.

También, se instalaron ocho trampas Noireau con atrayentes químicos contenidos en viales de 2 ml con agujeros en la tapa y adheridos a las paredes de la trampa. Cada vial contenía 1,5 ml de nonanal (142,4 g/mol), de heptanal (114,18 g/mol), de benzaldehído (106,12 g/mol) y de alcohol isoamílico (88,15 g/mol) (35,36). Estas trampas se instalaron en sitios similares a los ya mencionados. Todas ellas se instalaron al atardecer y se revisaron al cabo de 12 horas. El material entomológico recolectado se almacenó en frascos plásticos debidamente rotulados.

En cuanto a las trampas de luz del tipo Shannon, se instalaron tres en un transecto lineal, diagonal entre la cancha y el bosque de la Cañada del Loro, separadas cada una por 50 m. En cada punto se ubicaron entre dos y tres personas para la captura de insectos en el horario de 6 p.m. a 10 p.m.

Para la captura manual en el alumbrado público, una persona revisaba y recolectaba los insectos de forma manual cerca a la farola del alumbrado público de las canchas de fútbol y de baloncesto,

y en la zona de los juegos infantiles, en el horario de 6 p.m. a 10 p.m. Los insectos recolectados se clasificaron según su sexo y estadio, con la ayuda de la clave de Lent y Wygodzinski (23).

Captura de mamíferos

Para la captura de mamíferos, se instaló durante dos días una trampa Tomahawk con mango como atrayente a 8 m de una vivienda en el bosque adyacente. Se hizo el xenodiagnóstico con 20 ninfas de estadio V de *R. prolixus* en un mamífero capturado que luego se liberó.

Infección natural

La determinación de la infección natural por *T. cruzi* en *P. geniculatus* y *R. pallenscens* se hizo mediante observación directa de las heces en el microscopio y posterior confirmación por PCR. La extracción del ADN se ajustó al protocolo recomendado por Miller, et al. (método de precipitación salina). La amplificación del ADN nuclear de *T. cruzi* se hizo siguiendo el método de Moser, et al. Para la reacción se utilizaron los iniciadores TCZ1 5`CGAGCTCTTGCCACACGGGTGCT-3` y TCZ25`-CCTCCAAGCAGCGGATAGTTCAGG-3`, los cuales amplifican una región repetida de 188 pb del ADN nuclear satelital de *T. cruzi*. En la PCR se utilizaron 0,4 µl/ml de deoxinucleósido trifosfato (dNTP), 0,1 µl/ml del iniciador, 1,2 µl/ml de cloruro de potasio (MgCl) y 0,12 µl/ml de ADN Taq polimerasa Tucan. La amplificación se hizo en un termociclador a una temperatura inicial de 94 °C durante 10 minutos, seguida de 30 ciclos a 94 °C durante 30 segundos, a 55 °C durante 30 segundos y a 72 °C durante 30 segundos, y un ciclo final a 72 °C durante 10 minutos. Los productos amplificados se analizaron por electroforesis en gel de agarosa al 2 % teñido con bromuro de etidio y se visualizaron bajo luz ultravioleta (38,39).

Determinación de factores de riesgo

Para caracterizar los posibles factores de riesgo de la presencia de triatominos en áreas urbanas, se hizo una encuesta domiciliaria sobre factores sociales y ambientales, similar a la propuesta por Reyes-Lugo (18), con la idea de determinar si factores como las características físicas de la vivienda (color de la fachada), la densidad de habitantes y de huéspedes animales, la cercanía a ambientes silvestres, la presencia de atrayentes como fuentes de luz y el nivel de conocimientos de la comunidad sobre la endemia favorecían la intrusión de triatominos en las viviendas.

Para calcular la distancia de las viviendas al bosque y al alumbrado público, se utilizó una imagen satelital del 2009 obtenida de *Google Earth*, cuya georreferenciación se hizo con el programa Idrisi Taiga para digitalizar la ubicación de las viviendas y del alumbrado público (figura 2). Para identificar los factores de riesgo, se usó la prueba de regresión logística, teniendo en cuenta la presencia o ausencia de triatominos en las viviendas, y según los reportes acumulados en el área de estudio y las variables mencionadas.

Consideraciones éticas

Este estudio contó con la revisión y aprobación del Comité de Ética de la Fundación Cardiovascular de Colombia. La manipulación de los insectos y la bioseguridad del estudio se rigieron por la Resolución 008430 de 1993, del Ministerio de Salud de la República de Colombia. Asimismo, el proyecto hizo uso del permiso de recolección tramitado por la Universidad Industrial de Santander ante la Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga, y de la autorización para el uso de fauna y flora reglamentada en el Decreto 1376 de 2013 con fines de investigación científica no comercial, por el cual se regula la investigación científica sobre diversidad biológica. De igual manera, el trabajo se acogió a la Ley 1581 de 2012 sobre protección de los datos personales en Colombia.

Resultados

Recolección de triatominos

Las especies de triatominos recolectadas fueron *P. geniculatus* y *R. pallenscens*. Se recolectaron ocho hembras y tres machos de *P. geniculatus*, cinco de ellos en la cancha, cuatro en las viviendas y dos en el bosque. El tiempo de respuesta de la comunidad entre el hallazgo de un insecto semejante a un triatomo y la entrega al encargado de recogerlos fue corto, así que el mayor número de triatominos fue recolectado por la comunidad (55 %), seguido por el recolectado en el alumbrado público (cuadro 1).

De *R. pallenscens* se recolectaron 63 individuos, nueve en la cancha y en el parqueadero, 27 en las viviendas y 27 en palmas reales (*Attalea butyracea*) con la trampa Angulo. En una vivienda se encontró una hembra de *R. pallenscens* y 18 ninfas de primer estadio en una caja de cartón debajo de una cama, y en otra habitación de la misma vivienda, una hembra y tres ninfas de segundo estadio (cuadro 2). En cinco viviendas de la urbanización se reportaron triatominos durante el periodo de estudio y solo en una vivienda se recolectaron las dos especies (6).

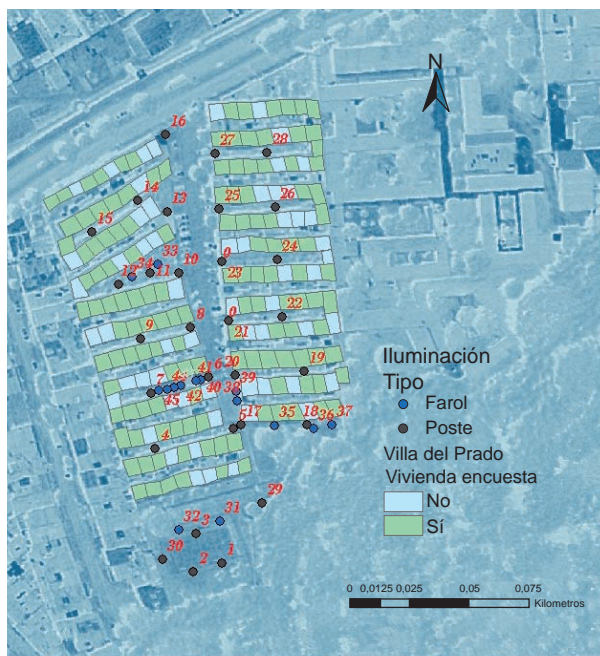


Figura 2. Viviendas encuestadas de la urbanización Villa del Prado y ubicación del alumbrado público. Fuente: Google Maps

Captura de mamíferos

La trampa instalada permitió la captura de dos mamíferos *Didelphis marsupialis*, un adulto y una cría. El mamífero adulto fue examinado y se encontró positivo para flagelados. Después de examinados, los animales fueron liberados en la Cañada del Loro.

Infección natural

Se procesaron nueve muestras de *P. geniculatus* y ocho de *R. pallescens*. Entre las muestras de *P. geniculatus*, cinco fueron positivas por examen directo y por PCR (56 %). Entre las de *R.*

pallescens, el examen directo resultó positivo en cinco muestras (62,5 %), de las cuales cuatro se confirmaron por PCR.

Determinación de factores de riesgo

La encuesta se hizo en 136 (con 560 habitantes, aproximadamente) de las 190 viviendas de la urbanización (figura 2). No se pudo establecer asociación entre las variables en estudio, probablemente debido al bajo número de viviendas (siete) en donde se había reportado la presencia de triatominos (cuadro 3); sin embargo, en las viviendas más cercanas a la Cañada del Loro se detectó un mayor riesgo de intrusión de triatominos. Los animales domésticos más frecuentes fueron los perros, seguidos de las aves y los gatos.

Discusión

En este estudio se pudieron comprobar dos situaciones de gran importancia en la epidemiología de la enfermedad de Chagas en Colombia: en primer lugar, la presencia del ciclo de transmisión silvestre de *T. cruzi* en la periferia de una zona urbana, rodeada de vegetación conservada; y, en segundo lugar, la intrusión de triatominos en el domicilio y, en zonas de recreación urbanas cercanas a viviendas, la presencia frecuente de triatominos y mamíferos silvestres, como *P. geniculatus*, *R. pallescens* silvestres y *D. marsupialis*, infectados con *T. cruzi*, en Bucaramanga. El hallazgo de reservorios mamíferos y de triatominos infectados con *T. cruzi* en el bosque adyacente a las viviendas en los barrios periféricos de una gran ciudad, alerta sobre el riesgo de transmisión urbana del parásito en zonas consideradas como no endémicas.

El desarrollo urbanístico de Bucaramanga ha propiciado la construcción de viviendas en la periferia de la escarpa, adyacentes a los ambientes naturales

Cuadro 1. Individuos de *P. geniculatus* recolectados por diferentes métodos en la urbanización Villa del Prado, Bucaramanga

Método de captura	Hábitat	Lugar de captura	Estadio	Total
Vigilancia comunitaria	Domicilio	Habitación	2 HV	6
		Sala	1 MV	
		Entrada de la vivienda	1 MM	
		Sala	1 MM	
		Habitación	1 MM	
Trampa Angulo con cebo animal	Extradomicilio	Bosque (Cañada del Loro)	0	0
Trampa Noireau con cebo animal	Extradomicilio	Bosque (Cañada del Loro)	0	0
Trampa Noireau con atrayente químico	Extradomicilio	Bosque (Cañada del Loro)	0	0
Trampa de luz (Shannon)	Extradomicilio	Bosque (Cañada del Loro)	2 HV	2
Alumbrado público	Peridomicilio	Jardín de una vivienda	1 HV	3
		Canchas de fútbol y de baloncesto	2 MV	
Total				11

M: macho; H: hembra; V: vivo; M: muerto

circundantes que han recuperado su vegetación. Esto ha permitido la aparición y el mantenimiento de un sinnúmero de ecótopos, los cuales albergan animales de todos los órdenes, incluidos triatominos y huéspedes mamíferos, como faras o zarigüeyas, y grandes y pequeños roedores, como ñeques y ratas, los cuales pueden mantener el ciclo silvestre de la enfermedad de Chagas y son avistados ocasionalmente por la comunidad en las cercanías de sus viviendas (32,33).

Se ha reportado la presencia de *P. geniculatus*, *R. pallecens* y de mamíferos didélfidos, como especies intrusivas en zonas rurales de muchos

países y, más recientemente, en zonas urbanas, y se los ha asociado con brotes de la enfermedad aguda de Chagas transmitida por vía oral debido a la contaminación de alimentos (6,11,13,40). En 2003 y 2008 ocurrieron dos brotes en la ciudad de Bucaramanga, el primero de los cuales se presentó en una zona de la periferia con bosque adyacente ubicada a dos kilómetros del área de estudio (4,5,13).

Es importante resaltar que las especies silvestres no se consideran muy aptas para la transmisión, y su nivel de adaptación a la vivienda humana es clave en el desarrollo de su competencia vectorial

Cuadro 2. Individuos de *R. pallecens* recolectados mediante diferentes métodos en la urbanización Villa del Prado, Bucaramanga

Método de captura	Hábitat	Lugar de captura	Estadio	Total
Vigilancia comunitaria	Domicilio	Debajo de la cama	1 MM	27
		Cortina de la sala	1 HV	
		Puerta de vivienda	1 MM	
		Escalera al 2º piso	1MM	
		Debajo de la cama	2 HV, 18 N1, 3 N2	
Trampa Angulo con cebo animal (gallina)	Domicilio	Gruta de la Virgen	1 MV	8
		Canchas de fútbol y de baloncesto	3 MM, 4 MV	
Trampa Noireau con cebo animal (gallina)	Extradomicilio	Bosque, palmas (<i>Attalea butyracea</i>)	5 M, 1 H, 1 N5, 2 N4, 5 N3, 8 N2, 6 N1	27
Trampa Noireau con cebo animal (ratón)	Extradomicilio	Bosque (Cañada del Loro)	0	0
Trampa Noireau con atrayente químico	Extradomicilio	Bosque (Cañada del Loro)	0	0
Alumbrado público	Peridomicilio	Canchas de fútbol y de baloncesto	1MV	1
Total				63

N1-5: ninfas de primero a quinto estadios; M: macho; H: hembra; V: vivo; M: muerto

Cuadro 3. Factores de riesgo incluidos en la encuesta sobre factores sociales y ambientales determinantes de la presencia de triatominos en las viviendas del área de estudio

Variable	Descripción	Razón de probabilidades	IC _{95%}	p
Habitantes		1,474	0,819-2,651	0,196
Habitantes	1-3			0,089
	4-7	0,025	0,001-0,756	0,034
	>8	0,049	0,003-0,942	0,046
Animales	Ausencia			
	Presencia	1,179	0,229-6,072	0,844
Color exterior	Blanco-gris			0,517
	Amarillo	1,469 ¹²	-	1
	Azul	5,876 ¹²	-	1
	Rojo	0,991	-	1
Color interior	Blanco-gris			0,577
	Amarillo	1,396 ¹²	-	1
	Azul	5,047 ¹²	-	1
	Rojo	0,922	-	1
Color de la iluminación	Sin iluminación			
	Amarillo incandescente	0,000	-	1
	Blanco incandescente	0,000	-	1
	Blanco fluorescente	1,400	0,148-13,242	0,769
	Otro	0,000	-	1
Distancia a la cañada		0,973	0,950-0,996	0,022
Distancia al alumbrado público		0,914	0,773-1,081	0,294

(41). Sin embargo, la presencia de triatominos, así sean pocos, en el domicilio puede originar el riesgo de transmisión por contaminación directa de la piel y de las mucosas o de los alimentos con heces infectadas del insecto, y originar brotes agudos de Chagas, como se ha reportado en Colombia (4-6,42).

El hallazgo de *P. geniculatus* y *R. pallescens* en el domicilio, el peridomicilio y en zonas aledañas, así como el hallazgo de una pequeña colonia de *R. pallescens* y la entrega de insectos de esta especie capturados por la comunidad en las habitaciones de dos personas, quienes refirieron haber sido picadas y presentaron las marcas de las picaduras en sus cuerpos, son señales del desplazamiento de estos huéspedes desde los ambientes silvestres periurbanos al ambiente doméstico de la zona urbana, lo cual acrecienta la posibilidad del inicio de un proceso de domiciliación o contaminación de alimentos con *T. cruzi* y, por ende, el riesgo de transmisión del parásito.

La captura de *R. pallescens* y *P. geniculatus* con trampas Angulo y Shanon, respectivamente, demuestra la eficiencia del uso de cebo animal en las primeras y de la luz blanca y el cebo humano en las segundas, lo cual implica su dispersión activa. Por otro lado, la captura manual en postes del alumbrado público demostró que la luz eléctrica usada en los exteriores de la urbanización y en las viviendas tiene un papel importante en la invasión de triatominos silvestres en los ambientes domésticos y, consecuentemente, en el riesgo de transmisión de la enfermedad de Chagas (27,36).

Aunque se presentó deterioro de los insectos recolectados por la comunidad, lo cual sucede a veces (43), se pudo determinar la infección natural por *T. cruzi* en *P. geniculatus* y *R. pallescens*, con valores similares a los reportados en otros estudios (18,44).

El estudio permitió determinar que la cercanía de las viviendas al bosque constituye un posible factor de riesgo para la intrusión de triatominos en las urbanizaciones ubicadas en la periferia de la escarpa, aunque no fue posible calcular la significación estadística debido al tamaño de la muestra. Por ello, es recomendable ampliar la muestra a otros barrios similares, con el fin de determinar dicha significación. En Venezuela, Reyes-Lugo (18) relacionó esta misma condición con la intrusión de *P. geniculatus*, así como la disminución de la cobertura vegetal del entorno, el número de animales domésticos y la iluminación nocturna (18).

Sin duda alguna, la modificación de los ecótopos naturales por acción antrópica, en los cuales se mantiene el ciclo enzoótico de *T. cruzi*, modifica el ciclo epidemiológico de la enfermedad (45), lo cual se ve propiciado con la expansión de los asentamientos humanos en espacios naturales circundantes que recuperan su entorno verde en ciudades en continuo crecimiento, como ocurre en muchas de Colombia. La expansión de estos asentamientos hacia la periferia trae como consecuencia la disminución de los refugios y de las fuentes de alimento de los vectores y los reservorios en su hábitat natural. Si a esto agregamos los estímulos para su migración, como la iluminación y la agregación de viviendas con presencia de potenciales huéspedes, se pueden estar configurando nuevas circunstancias de transmisión, en este caso, urbana, lo cual se habría evidenciado en los brotes de casos agudos de la enfermedad de Chagas en zonas no endémicas o de baja endemia, caracterizadas por la ausencia de triatominos domiciliarios, en Colombia (4-6,13).

La notificación y la recolección de triatominos de las dos especies por parte de la comunidad en este estudio, demuestran de forma inequívoca la importancia de la incorporación de la participación comunitaria en la vigilancia epidemiológica, como se ha comprobado al comparar métodos de vigilancia entomológica (46,47), así como de estrategias de prevención y control basadas en sistemas sostenibles de vigilancia que permitan la notificación de la presencia de vectores, de los potenciales huéspedes y de casos febriles que podrían deberse a la enfermedad aguda de Chagas (40).

Ante el notable aumento de la intrusión de diferentes especies de triatominos silvestres inducido por acción antrópica y la ausencia de parámetros cuantitativos para clasificar las poblaciones de las diferentes especies y estimar el riesgo de este comportamiento, es necesario, como lo plantean Waleckx, *et al.* (48), redefinir los criterios de clasificación existentes y comprobar el riesgo con mediciones cuantitativas para orientar de mejor forma el diseño y la adopción de decisiones en los programas de control de vectores. El grado de intrusión y domiciliación debe establecerse en términos operativos, y considerarse en el diseño de las estrategias de control (41) y de un nuevo indicador para la medición de este comportamiento, como ya lo proponía Zeledón desde 1973 (45).

También, es necesario poner en marcha estrategias de control de triatominos y mamíferos intrusivos potencialmente infectados con *T. cruzi*, con base en la valoración del riesgo real. En un primer paso, estas podrían incluir el uso de barreras físicas de protección de la vivienda para impedir el ingreso de los insectos, de protección individual (mallas o toldillos impregnados con insecticidas) y de sustancias repelentes.

Por último, se recomienda adoptar un enfoque que involucre la participación de las comunidades en riesgo en el control vectorial, así como la educación sobre el manejo adecuado de alimentos para evitar la contaminación por *T. cruzi*, la eliminación de algunas prácticas, entre ellas, la disposición de residuos orgánicos en el bosque aledaño para evitar el acercamiento de especies silvestres como faras, ñeques y ardillas, y la detección temprana de casos febriles sospechosos de enfermedad aguda de Chagas y su atención temprana, actividades que deben incorporarse a los sistemas de alerta temprana (49), y que podrían disminuir y mitigar el riesgo de transmisión, y la mortalidad y letalidad de la infección.

Agradecimientos

A Cristian Fernando Moreno, por el trabajo comunitario en la urbanización Villa del Prado; a la Secretaría de Salud de Bucaramanga, por su apoyo en la vigilancia comunitaria y en las encuestas domiciliarias; al Grupo de Inmunología y Epidemiología Molecular de la Universidad Industrial de Santander, por la asesoría, el suministro de reactivos y el préstamo de equipos para las pruebas moleculares, y a la Red Chagas Colombia.

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan no haber tenido ningún conflicto de intereses.

Financiación

Colciencias, proyecto N°110249326216, y Secretaría de Salud de Santander.

Referencias

1. **World Health Organization.** Chagas disease in Latin America: An epidemiological update based on 2010 estimates. *Wkly Epidemiol Rec.* 2015;6:33-44.
2. **Padilla JC.** Situación de la enfermedad de Chagas en Colombia. En: Guhl F, editor. Primer Taller Internacional sobre Control de la Enfermedad de Chagas. Bogotá: Universidad de los Andes; 2005. p. 19-24.
3. **Ministerio de la Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Organización Panamericana de la Salud.** Guía.

Protocolo para la vigilancia en salud pública de Chagas. Bogotá: Ministerio de la Protección Social-INS; 2010.

4. **Díaz ML, González CI.** Enfermedad de Chagas agudo: transmisión oral de *Trypanosoma cruzi* como una vía de transmisión re-emergente. *Rev Univ Ind Santander Salud.* 2014;46:177-88.
5. **Rueda K, Trujillo JE, Carranza JC, Vallejo GA.** Transmisión oral de *Trypanosoma cruzi*: una nueva situación epidemiológica de la enfermedad de Chagas en Colombia y otros países suramericanos. *Biomédica.* 2014;34:631-41. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v34i4.2204>
6. **Ríos J, Arboleda, M, Montoya AN, Alarcón EP, Parra GJ.** Probable brote de transmisión oral de enfermedad de Chagas en Turbo, Antioquia. *Biomédica.* 2011;31:185-95. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v31i2.302>
7. **Briceño-León R, Méndez-Galván J.** The social determinants of Chagas disease and the transformations of Latin America. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2007;102:109-12. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762007005000095>
8. **Borges EC, Dujardin, JP, Schofield CJ, Romanha AJ, Diotaiuti L.** Dynamics between sylvatic, peridomestic and domestic populations of *Triatoma brasiliensis* (Hemiptera: Reduviidae) in Ceara state, Northeastern Brazil. *Acta Trop.* 2005;93:119-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2004.10.002>
9. **Angulo VM.** Aspectos ecológicos de la enfermedad de Chagas en el oriente de Colombia. *MVZ Córdoba.* 2000;5:64-8.
10. **Herrera L.** Una revisión sobre reservorios de *Trypanosoma* (Schizotrypanum) *cruzi* (Chagas, 1909), agente etiológico de la enfermedad de Chagas. *Bol Mal Salud Amb.* 2010;50:3-15.
11. **Valente S, Valente V, Neto H.** Considerations on the epidemiology and transmission of Chagas disease in the Brazilian Amazon. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 1999;94:395-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-0276199900700077>
12. **Travi B, Jaramillo C, Montoya J, Segura I, Zea A, Gonçalves A, et al.** *Didelphis marsupialis*, an important reservoir of *Trypanosoma* (*Schizotrypanum*) *cruzi* and *Leishmania* (*Leishmania*) *chagasi* in Colombia. *Am J Trop Med Hyg.* 1994;50:557-61.
13. **Ramírez JD, Montilla M, Cucunubá-Pérez ZM, Flórez AC, Zambrano P, Guhl F.** Molecular epidemiology of human oral Chagas disease outbreaks in Colombia. *PLoS Negl Trop Dis.* 2013;7:e2041. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0002041>
14. **Mundaray O, Palomo N, Querales M, De Lima A R, Contreras V, Graterol D, et al.** Factores de riesgo, nivel de conocimiento y seroprevalencia de enfermedad de Chagas en el municipio San Diego, Estado Carabobo. *Venezuela. Salud.* 2013;17:24-8.
15. **Hurtado LA, Calzada JE, Pineda V, González K, Santamaría AM, Cáceres L, et al.** Conocimientos y factores de riesgo relacionados con la enfermedad de Chagas en dos comunidades panameñas donde *Rhodnius pallescens* es el vector principal. *Biomédica.* 2014;34:260-70. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.2133>
16. **Sanmartino M, Crocco L.** Conocimientos sobre la enfermedad de Chagas y factores de riesgo en comunidades epidemiológicamente diferentes de Argentina. *Rev Panam Salud Pública.* 2000;7:173-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892000000300006>

17. **Javit M, Traviezo V, Rodríguez L, Perdomo R.** Hallazgo de *Panstrongylus geniculatus* en urbanización de la zona este de Barquisimeto, estado Lara, Venezuela. REDVET. 2012;13:1-10.
18. **Reyes-Lugo M.** *Panstrongylus geniculatus* Latreille 1811 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), vector de la enfermedad de Chagas en el ambiente domiciliario del centro-norte de Venezuela. Rev Biomed. 2009;20:180-205.
19. **Carrasco HJ, Torrellas A, García C, Segovia M, Feliciangeli MD.** Risk of *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) transmission by *Panstrongylus geniculatus* (Hemiptera: Reduviidae) in Caracas (Metropolitan District) and neighboring states, Venezuela. Int J Parasitol. 2005;35:1379-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.05.003>
20. **Wolff M, Castillo D.** Evidencias de domesticación y aspectos biológicos de *Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1881) (Hemiptera: Reduviidae). Acta Entomol Chilena. 2000;24:77-83.
21. **Wolff M, González C.** Ciclo de vida de *Panstrongylus geniculatus* (Hemiptera: Reduviidae) en condiciones de laboratorio. Caldasia. 1998;1:75-7.
22. **Carcavallo R, Rodríguez ME, Salvatella R, Curto de Casas SI, Sherlock IS, Galvão C, et al.** Habitats and related fauna. In: Carcavallo RU, Galíndez Girón I, Jurberg J, Lent H, editors. Atlas of Chagas' disease vectors in the Americas. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 1998. p. 561-600.
23. **Lent H, Wygodzinsky P.** Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas disease. Bull Am Mus Nat Hist. 1979;163:123-520.
24. **Leite G, dos Santos C, Falqueto A.** Insecta, Hemiptera, Reduviidae, *Panstrongylus geniculatus*: Geographic distribution map. Check List. 2007;3:147-52.
25. **Flórez M, Angulo VM.** Cría masiva y uso de ninfas de *Rhodnius pallescens*, Barber, 1932 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) para ensayos biológicos. Rev Univ Ind Santander Salud. 2015;47:15-22.
26. **Organización Panamericana de la Salud.** Taller técnico de estudio sobre *Rhodnius pallescens*, su vigilancia y control. Panamá: OPS; 2002.
27. **Angulo VM, Esteban L.** Nueva trampa para la captura de triatomíneos en hábitats silvestres y peridomésticos. Biomédica. 2011;31:264-8. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v31i2.301>
28. **Salazar D, Calle J.** Caracterización ecoepidemiológica de *Rhodnius pallescens* en la palma *Attalea butyracea* en la región momposina (Colombia). Actual Biol. 2003;25:31-8.
29. **Jaramillo N, Schofield CJ, Gorla D, Caro-Riaño H, Moreno JE, Dujardin JP.** The role of *Rhodnius pallescens* as a vector of Chagas disease in Colombia and Panamá. Res Rev Parasitol. 2000;60:75-82.
30. **Aponte JD.** Una revisión de la biología del *Didelphis marsupialis* y su relación con el mal de Chagas y la leishmaniasis. Hipótesis. 2013;96-101. Fecha de consulta: 20 de marzo de 2016. Disponible en: <http://hipotesis.uniandes.edu.co/hipotesis/images/stories/edesp2013pdf/Una%20revisión%20de%20la%20biología%20del.pdf>
31. **Cantillo O, Chaverra D, Marcet P, Arboleda S, Triana O.** *Trypanosoma cruzi* transmission in a Colombian Caribbean region suggests that secondary vectors play an important epidemiological role. Parasit Vectors. 2014;7:381-90. <http://dx.doi.org/10.1186/1756-3305-7-381>
32. **Corporación Autónoma de la Meseta de Bucaramanga.** Acuerdo del Consejo Directivo N°1246, Bucaramanga, Santander, Colombia. 31 de mayo de 2013. Fecha de consulta: 15 de agosto de 2015. Disponible en: http://acmineria.com.co/sites/default/files/regulations/Acuerdo%20CDMB%201246%20de%202013%20-%20DMI-SINAP_0.pdf
33. **Alcaldía Municipal de Bucaramanga, Santander.** Santander 2030. Diagnóstico dimensión biofísico ambiental territorial de Santander. Fecha de consulta: 15 de agosto de 2015. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/documentos/docInteres/Tomo%20I%20Dimension%20Biofisica%20Ambiental.pdf>
34. **Noireau F, Flores R, Vargas F.** Trapping sylvatic Triatominae (Reduviidae) in hollow trees. Trans R Soc Trop Med Hyg. 1999;93:13-4.
35. **Rojas MA.** Nuevas estrategias de vigilancia entomológica para el control vectorial de la enfermedad de Chagas. En: Guhl F, editor. Primer Taller Internacional sobre Control de la Enfermedad de Chagas. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes; 2005. p. 60-8.
36. **Guerenstein PG, Guerin PM.** Olfactory and behavioural responses of the blood-sucking bug *Triatoma infestans* to odours of vertebrate hosts. J Exp Biol. 2001;204:585-97.
37. **Castro CM, Barret T, Santos W, Abad F, Rafael J.** Attraction of Chagas disease vectors (Triatominae) to artificial light sources in the canopy of primary Amazon rainforest. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2010;105:1061-4. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762010000800019>
38. **Miller S, Dykes D, Polesky H.** A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. Nucleic Acids Res. 1988;16:1215. <http://dx.doi.org/10.1093/nar/16.3.1215>
39. **Moser D, Kirchhoff L, Donelson J.** Detection of *Trypanosoma cruzi* by DNA amplification using the polymerase chain reaction. J Clin Microbiol. 1989;27:1477-82.
40. **Benítez JA, Araújo B, Contreras K, Rivas M, Ramírez P, Guerra W, et al.** Urban outbreak of acute orally acquired Chagas disease in Táchira, Venezuela. J Infect Dev Ctries. 2013;7:638-41.
41. **Walter A.** Human activities and American trypanosomiasis. Review of the literature. Parasite. 2003;10:191-204.
42. **Soto H, Tibaduiza T, Montilla M, Triana O, Suárez DC, Torres M, et al.** Investigación de vectores y reservorios en brote de Chagas agudo por posible transmisión oral en Aguachica, Cesar, Colombia. Cad Saúde Pública. 2014;30:746-56. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00024013>
43. **Vásquez AM, Samudio FE, Saldaña A, Paz HM, Calzada JE.** Eco-epidemiological aspects of *Trypanosoma cruzi*, *Trypanosoma rangeli* and their vector (*Rhodnius pallescens*) in Panamá. Rev Inst Med Trop Sao Paulo. 2004;46:217-22. <http://dx.doi.org/10.1590/S0036-46652004000400008>
44. **Reyes-Lugo M.** Bioecología de *Panstrongylus geniculatus*, vector de la enfermedad de Chagas en el centro-norte de Venezuela. Tribuna del Investigador. 2010;11:30-1.

45. **Zeledón R.** A new entomological indicator useful in epidemiological studies and in control campaigns against Chagas disease. *Entomol Vect.* 2003;10:269-76.
46. **Angulo VM, Esteban L, Luna KP.** *Attalea butyracea* próximas a las viviendas como posible fuente de infestación domiciliaria por *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae) en los Llanos Orientales de Colombia. *Biomédica.* 2012;32:277-85. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v32i2.430>
47. **Angulo VM, Esteban L, Urbano P, Hincapié E, Núñez LA.** Comparación de métodos para la captura de triatominos (Hemiptera: Reduviidae) en palmas *Attalea butyracea* en los Llanos Orientales de Colombia. *Biomédica.* 2013;33:653-9. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v33i4.835>
48. **Waleckx E, Gourbière S, Dumonteil E.** Intrusive versus domiciliated triatomines and the challenge of adapting vector control practices against Chagas disease. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2015;110:324-38. <http://dx.doi.org/10.1590/0074-02760140409>
49. **Angulo VM, Castellanos YZ, Flórez M, Esteban L, Pérez W, Farfán AE, et al.** Human Trypanosomiasis in the Eastern Plains of Colombia: New transmission scenario. *Am J Trop Med Hyg.* 2016;94:348-51. <http://dx.doi.org/10.4269/ajtmh.15-0406>