

Biomédica 2017;37:42-52  
doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v37i1.3140>

## ARTÍCULO ORIGINAL

# Diversidad de Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) en Santander, Colombia: implicaciones epidemiológicas

Lyda Esteban<sup>1,2</sup>, José Mauricio Montes<sup>2</sup>, Víctor Manuel Angulo<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Grupo CINTROP, Universidad Industrial de Santander, Piedecuesta, Colombia

<sup>2</sup> Posgrado en Entomología, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia

<sup>3</sup> Unión Temporal Red Chagas, Piedecuesta, Colombia

**Introducción.** Los triatominos domiciliados y silvestres constituyen un problema de impacto epidemiológico en el departamento de Santander, pues se han asociado recientemente con brotes agudos de la enfermedad de Chagas, por lo cual el análisis de su diversidad y variación temporal contribuye al conocimiento de su biología y ecología en una de las áreas más endémicas del país.

**Objetivo.** Analizar la diversidad de triatominos en dos regiones de Santander.

**Materiales y métodos.** Se analizó la información de la base de datos del Laboratorio de Entomología del Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales de la Universidad Industrial de Santander (CINTROP-UIS), la cual contiene registros de triatominos en Santander. La información se separó en dos regiones, el Magdalena Medio y la zona andina, para cada una de las cuales se diseñaron curvas de acumulación de especies y de rango de abundancia, se calcularon los índices de diversidad y de igualdad, se analizó la colonización y se evaluó la variación temporal o persistencia de la comunidad.

**Resultados.** El 95 % de los triatominos provenía de la zona andina y, el 4,57 %, del Magdalena Medio, con nueve y diez especies, respectivamente. Se encontró mayor diversidad y riqueza en el Magdalena Medio en comparación con la zona andina. Las especies dominantes en la zona andina fueron *Rhodnius prolixus* y *Triatoma dimidiata*, mientras que en Magdalena Medio fueron *Rhodnius pallescens* y *Panstrongylus geniculatus*. La variación temporal mostró persistencia de las comunidades en el tiempo.

**Conclusiones.** Los resultados evidenciaron diferencias en la diversidad de las dos regiones, además del potencial de las especies silvestres para ocupar ecótopos artificiales. La intrusión de triatominos y la reciente incriminación de especies silvestres en la transmisión de *Trypanosoma cruzi*, indican la necesidad de un mayor conocimiento de la ecología de estos vectores para orientar las estrategias de control.

**Palabras clave:** Triatominae; enfermedad de Chagas; epidemiología; vectores de enfermedades; biodiversidad; Colombia.

doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v37i1.3140>

## Diversity of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) in Santander, Colombia: Epidemiological implications

**Introduction:** Domestic and wild triatomines in the department of Santander have an epidemiological impact, as recently they have been linked to outbreaks of acute Chagas disease. The analysis of their diversity and temporal variation contributes to the understanding of their biology and ecology in one of the most endemic areas of the country.

**Objectives:** To analyze triatominae diversity in two regions of Santander.

**Materials and methods:** We analyzed the triatomine records for Santander contained in the CINTROP-UIS entomology lab database. We grouped the information for two regions: the Middle Magdalena area and the Andean region, and for each one we designed species accumulation and range-abundance curves, we calculated diversity and equality indices, and we analyzed colonization and temporal variation or persistence of the community.

**Results:** Ninety five percent of triatomines came from the Andean area and 4.57% from Magdalena Medio, with nine and ten species each. The dominant species in the Andean area were *Rhodnius prolixus*

### Contribución de los autores:

Lyda Esteban: concepción del estudio, recopilación, análisis e interpretación de los datos

José Mauricio Montes: análisis e interpretación de los datos

Víctor Manuel Angulo: recopilación de los datos y revisión crítica

Todos los autores participaron en el diseño del estudio y la escritura del manuscrito.

and *Triatoma dimidiata* while in Magdalena Medio they were *Rhodnius pallescens* and *Panstrongylus geniculatus*. We found a greater diversity and richness in Middle Magdalena compared to the Andean area. The temporal variation showed persistence of communities over time.

**Conclusions:** Results revealed differences in the diversity of the two regions and the potential of wild species to occupy artificial ecotopes. Triatomines intrusion and the recent involvement of wild species in the transmission of *Trypanosoma cruzi* emphasize the need to further investigate the ecology of these vectors in order to guide population control strategies.

**Key words.** Triatominae; Chagas disease; epidemiology; disease vectors; biodiversity; Colombia.

doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v37i1.3140>

La enfermedad de Chagas, cuya principal vía de transmisión es la vectorial (1), es un problema de salud pública en Latinoamérica, ya que entre ocho y nueve millones de personas están infectadas en 21 países (2). En Colombia, se ha estimado que 437.960 habitantes se han infectado por esta vía (3). Sin embargo, la transmisión oral de *Trypanosoma cruzi*, es decir, por la contaminación de alimentos con heces de triatomíneos silvestres o con secreciones infectadas de reservorios (4,5), ha recibido especial atención en la última década en países como Brasil, Venezuela y Colombia (4-8), debido al incremento del número de casos (5,6), su aparición en zonas urbanas (5,7,8) y rurales (4,5,8-10), la ausencia de vectores domiciliados (4,5,8-10), y la elevada morbilidad y mortalidad (5,9).

*Rhodnius prolixus*, *Triatoma dimidiata* y *Triatoma venosa* son las especies de triatomíneos con mayor importancia epidemiológica en Colombia por haberse encontrado en los domicilios humanos (11,12), aunque otras especies de los géneros *Rhodnius* y *Panstrongylus* con hábitos silvestres se han relacionado con brotes de transmisión oral de *T. cruzi* en regiones donde no se encuentran triatomíneos domiciliados (4,9).

Los términos “domiciliado” y “no domiciliado” describen el tipo de infestación de los triatomíneos en la vivienda humana; existen varias categorías para definirla, con niveles intermedios entre ellas (13-16). En este artículo nos acogeremos a la clasificación con la cual se describen los siguientes hábitos de las especies y poblaciones de triatomíneos: selváticos, intrusos, domiciliados y domésticos (15). Se espera que con la información

recabada se formulen las recomendaciones que orienten las estrategias de prevención y control en las zonas analizadas.

El departamento de Santander presenta dos unidades fisiográficas denominadas valle medio del río Magdalena y zona andina en la Cordillera Oriental, ambas al occidente de su territorio. El departamento se ha considerado una de las zonas más endémicas de la enfermedad de Chagas debido a la presencia de *R. prolixus* doméstico en gran parte de su área, especialmente en la zona andina (17,18). Aunque la zona del valle medio del río Magdalena se ha caracterizado como de baja endemia por la ausencia de triatomíneos domiciliados, desde la década de los 90, Angulo, *et al.* (18), reportaron la infección humana en esta zona, así como la frecuente intrusión de triatomíneos silvestres en las viviendas, lo cual sugería la transmisión activa de *T. cruzi* y la necesidad de más estudios que permitieran analizar la situación epidemiológica en estas áreas (18,19).

En Santander se han reportado 14 especies de triatomíneos (Esteban L, Angulo VM. *Rhodnius colombiensis* Moreno, Galvão, Jurberg 1999 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) en el departamento de Santander. Resúmenes, XXXV Congreso de Socolen. Cali, 2008. p. 149) (11), lo cual lo ubica como uno de los departamentos con mayor riqueza de especies; además, ocupa el primer lugar en cuanto al número de brotes agudos por transmisión oral de *T. cruzi* en el país (5,9), específicamente en los municipios de Lebrija, Bucaramanga, Piedecuesta, San Vicente y Girón, lugares reconocidos por su baja endemia (8,10). Esta nueva situación es de gran interés para el estudio de los vectores de la enfermedad de Chagas en esta región del país, pues, como ya se ha mencionado, el incremento de especies de triatomíneos con bajos niveles de domiciliación que participan en la transmisión de la infección de *T. cruzi* a los humanos, impone la necesidad de indagar sobre sus características bioecológicas

Correspondencia:

Lyda Esteban, Grupo CINTROP, Universidad Industrial de Santander, Km 2 sede vía El Refugio-Guatiguará, Piedecuesta, Santander, Colombia  
Teléfono: (577) 634 4000, extensión 3526  
lestebanar@hotmail.com

Recibido: 25/01/16; aceptado: 18/05/16

para, así, proponer medidas de control alternativas que tomen en cuenta el comportamiento de los triatominos silvestres.

Es por este motivo que se decidió analizar la biodiversidad de estos insectos en las dos zonas fisiográficas del departamento de Santander con base en los registros de las especies capturadas durante varios años contenidos en la base de datos del Laboratorio de Entomología del CINTROP-UIS, la cual ha mantenido un inventario de triatominos recolectados en varios municipios del departamento durante 13 años, aproximadamente.

### **Materiales y métodos**

Se analizó la información contenida en la base de datos de los triatominos registrados en el Laboratorio de Entomología del CINTROP-UIS entre 1996 y 2008. La información incluye los siguientes registros: lugar (municipio y localidad), fecha de captura, número de triatominos recolectados, estados de desarrollo de los insectos, hábitat de recolección (silvestre, domicilio, peridomicilio) e identificación de la especie. Los datos correspondieron a 63 de los 83 municipios del departamento.

### **Área de estudio**

La información contenida en la base de datos utilizada proviene de dos zonas determinadas por las dos unidades fisiográficas que componen el departamento de Santander. La primera es la zona andina, localizada en la Cordillera Oriental, la cual ocupa la mayor parte del departamento en dirección suroeste a noreste. Su relieve es quebrado y con pendientes fuertes de alturas superiores a los 3.000 metros sobre el nivel del mar; el promedio anual de lluvias es de 1.500 a 2.000 mm y las temperaturas alcanzan los 32 °C. El bosque húmedo premontano casi ha desaparecido y el área está atravesada de sur-oriente a nor-occidente por el cañón del río Chicamocha (figura 1).

La segunda es la zona del valle medio del río Magdalena, la cual está ubicada en el centro nororiental del país, entre las cordilleras Central y Oriental, en el corredor geográfico de la parte media del río Magdalena. Mide 34.610 km<sup>2</sup> (equivalente al 3 % del área nacional) (figura1). Geográficamente está compuesta por un relieve ondulado de topografía suave, con predominio del valle del río Magdalena. En la región se presentan zonas de vida de bosque seco tropical, con una temperatura promedio de 24 °C, y de bosque húmedo tropical, la cual abarca, aproximadamente, el 80% de la región, con una temperatura media anual de

27,8 °C y un promedio de lluvias de 2.687 mm. Sus municipios están ubicados entre los 600 y los 800 msnm. La región se caracteriza por la presencia de cultivos de café y cacao, pastizales para la ganadería y extracción petrolera, y aún conserva remanentes de bosque primario y secundario (figura 1).

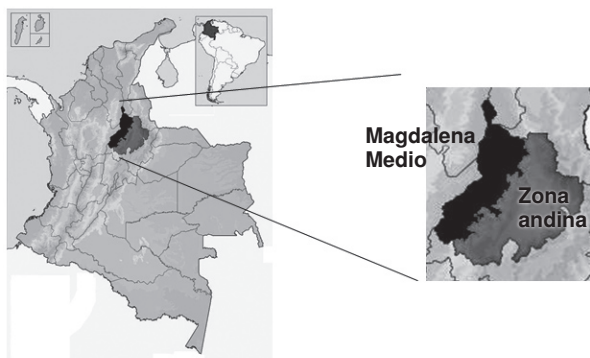
### **Base de datos**

Los análisis se basaron en la información contenida en la base de datos de los triatominos registrados en el Laboratorio de Entomología del CINTROP-UIS entre los años 1996 y 2008 proveniente de 63 de los 83 municipios del departamento.

Una parte de los registros incluye los triatominos recolectados por la comunidad y remitidos durante los programas de vigilancia entomológica desarrollados por la Secretaría de Salud departamental y por algunos programas de salud municipales. Otros insectos fueron recolectados por investigadores del CINTROP. La base de datos tiene un total de 12.118 triatominos registrados recolectados en 3.648 viviendas de 63 municipios: 3.254 en viviendas de 54 municipios de la zona andina y 394 en viviendas de nueve municipios del Magdalena Medio (cuadro 1). Los insectos fueron identificados con claves taxonómicas (13,20).

### **Análisis de datos**

Se calcularon curvas de acumulación de especies y estimadores de riqueza en las dos zonas. Las curvas de acumulación de especies permiten graficar cómo se van añadiendo especies a una comunidad a medida que se aumenta el número de individuos recolectados o el número de muestras. Mediante la distribución aleatoria de las muestras y de los individuos se consigue suavizar esta curva y obtener valores de dispersión (21). En su cálculo



**Figura 1.** Mapa de las dos zonas estudiadas en el departamento de Santander  
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colombia-deps-santander.svg>

**Cuadro 1.** Triatominos recolectados en el departamento de Santander en el periodo comprendido entre 1996 y 2008

Especie	Zona andina							
	Ninfa I	Ninfa II	Ninfa III	Ninfa IV	Ninfa V	Hembras	Machos	Total
<i>R. prolixus</i>	879	707	1.107	935	1.294	451	848	6.221
<i>T. dimidiata</i>	228	198	409	605	1.136	612	1.316	4.504
<i>P. geniculatus</i>	64	0	0	6	4	49	255	378
<i>R. pallescens</i>	18	27	43	49	29	26	29	221
<i>P. rufotuberculatus</i>	0	0	0	0	0	4	3	7
<i>T. maculata</i>	14	0	3	11	10	15	44	97
<i>E. cuspidatus</i>	0	0	0	0	0	6	6	12
<i>T. venosa</i>	0	2	4	12	24	31	44	117
<i>B. corredori</i>	0	0	0	0	1	4	2	7

Especie	Magdalena Medio							
	Ninfa I	Ninfa II	Ninfa III	Ninfa IV	Ninfa V	Hembras	Machos	Total
<i>R. prolixus</i>	0	0	0	2	2	5	9	18
<i>T. dimidiata</i>	0	0	0	0	0	16	7	23
<i>P. geniculatus</i>	0	0	0	0	0	94	109	203
<i>R. pallescens</i>	10	4	36	30	29	79	83	271
<i>P. rufotuberculatus</i>	0	0	0	0	1	4	7	12
<i>E. cuspidatus</i>	0	0	0	1	1	6	1	9
<i>T. venosa</i>	0	0	0	0	1	4	6	11
<i>R. colombiensis</i>	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>P. humeralis</i>	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>B. herreri</i>	0	0	0	0	0	1	2	3

se utilizó el programa estadístico Estimates Win 8.00 (22). Con este programa se calcula también el estimador no paramétrico *jackknife 2*, el cual se utilizó con éxito en la estimación de la riqueza de las especies (21). La siguiente es la ecuación empleada:

$$Jackknife\ 2 = Sobs + \left[ \frac{Q_1(2m - 3)}{m} - \frac{Q_2(m - 2)^2}{m(m - 1)} \right],$$

donde *Sobs* corresponde a especies observadas, *m*, al número de muestras, *Q1*, al número de especies recolectadas solo una vez, y *Q2*, al número de especies recolectadas dos veces.

Se emplearon, asimismo, índices de diversidad, los cuales tienen la ventaja de obtener información valiosa sobre la estructura de la comunidad mediante un análisis sencillo, aunque deben analizarse e interpretarse con cuidado teniendo en cuenta las limitaciones de cada índice (23). Se estimaron los índices de riqueza de Margalef, Menhinick y el alfa de Fisher ( $\alpha$ ), los cuales dependen del número de especies que se encuentran en una comunidad (*s*) en relación con el número de especímenes o tamaño de la muestra (*n*) (23).

$$\text{Índice de Margalef} = \frac{s - 1}{\ln(n)}$$

$$\text{Índice de Menhinick} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$S = \alpha * \ln \left( 1 + \frac{n}{\alpha} \right)$$

También se estimó el índice de igualdad o equidad de Pielou (*J*), el cual se ve afectado por la distribución de la abundancia o número de especímenes en las especies presentes en la comunidad; este índice aumenta cuando hay una mejor distribución y, por ende, mayor diversidad (21).

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Se utilizó también el índice de dominancia de Simpson ( $\lambda$ ), el cual se define como la probabilidad de que, al recolectar dos individuos, los dos pertenezcan a la misma especie. Este índice aumenta a medida que una o unas pocas especies tienen una abundancia relativa alta (*p*) y son más dominantes en la comunidad, por lo cual es inversamente proporcional a los otros índices de diversidad (21).

$$\lambda = \sum_{i=1}^S pi^2 \text{ donde } pi = \frac{ni}{N}$$

Por último, se empleó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (*H'*), el cual se ve determinado tanto por la igualdad como por la riqueza; aunque es fácil de usar, su interpretación es limitada y debe complementarse con los índices de igualdad y de riqueza (23).

$$H' = \sum_{i=1}^S \left\{ \left( \frac{n_i}{n} \right) \ln \left( \frac{n_i}{n} \right) \right\}$$

Se determinó si existía diferencia entre los valores obtenidos en las dos regiones por el método de *bootstrapping*, técnica de “remuestreo” que toma aleatoriamente un número considerable de muestras de un conjunto total de datos y genera una distribución que permite hacer inferencias estadísticas (24). Para este análisis se utilizó el programa Past, versión 1.79 (25).

Además de los índices de diversidad, se elaboraron curvas de rango y abundancia para los triatominos de las dos regiones estudiadas. Estas gráficas son útiles para comparar la diversidad, la riqueza y la dominancia de varias comunidades (21).

En cuanto a la colonización, los resultados se expresaron en porcentajes calculados a partir de los criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2002: número de viviendas con ninfas o huevos de triatominos sobre número de viviendas con triatominos x 100. No se incluyeron las ninfas de I instar debido a que muchas nacen en el frasco después de recolectar hembras fecundadas.

### Persistencia de la comunidad

Ante la ambigüedad de términos como constancia y estabilidad, la “persistencia” se ha definido como la de una comunidad en una escala exclusivamente temporal (26,27). El análisis de la persistencia de la comunidad se hizo separadamente para las dos regiones. Para hacerlo se agruparon los datos en tres periodos con números de capturas similares para cada región, con el fin de hacerlos comparables. En el caso de la zona andina, el primer periodo fue de 1996 a 2002, el segundo correspondió al año 2003 y, el tercero, al periodo de 2004 a 2008. En el caso del Magdalena Medio, el primer periodo fue el año 1997, el segundo, al periodo de 1998 a 2004 y, el tercero, al periodo de 2006 a 2008. Para analizar la información se aplicó la metodología de Rahel (26), con la cual se mide la persistencia en tres niveles. El primero es la abundancia absoluta de las especies, para lo cual se hace una tabla de contingencia con el fin de comprobar si existe dependencia de las abundancias con respecto a los muestreos a lo largo del tiempo. En el segundo nivel se evalúan los rangos de abundancia mediante el coeficiente de concordancia de Kendall (W), con el cual se determina si las especies conservan el rango de

abundancia en el tiempo, es decir que las dominantes se mantienen como dominantes. El tercer nivel de medición corresponde a la presencia o ausencia de especies en el tiempo, la cual se mide mediante el índice de similitud de Jaccard, resultado de dividir las especies compartidas (C) entre dos muestras, A y B, por las especies totales en las dos muestras (A+B-C).

$$J' = \frac{C}{A + B - C}$$

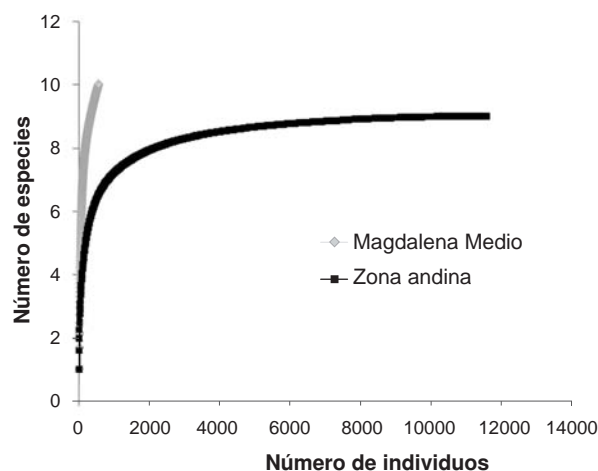
De esta manera, los valores cercanos a uno indican gran similitud y, los cercanos a cero, ninguna. Se promediaron los resultados de cada par de periodos para evaluar la persistencia de la comunidad (26).

## Resultados

### Análisis de la diversidad

*Curva de acumulación de especies.* En el Magdalena Medio la curva de acumulación de especies no alcanzó la asíntota, por lo cual es predecible que se recolecten más de las diez especies registradas en el momento. En la zona andina, en cambio, la curva logró la asíntota. El estimador de riqueza *jackknife 2* mostró que no se acumularían más especies en esta zona, debido a que no se habían registrado especies con una o dos muestras solamente, en tanto que en el Magdalena Medio el cálculo predijo que aún faltaban tres especies por recolectar (figura 2).

*Índices de diversidad.* Los índices de dominancia de Simpson y el de diversidad de Shannon mostraron diferencias significativas entre las dos regiones, aunque fue mayor en el Magdalena Medio. Los índices de riqueza de Margalef, Menhinick y el



**Figura 2.** Curvas de acumulación de las especies de triatominos en Santander. **A:** Zona andina. **B:** Magdalena Medio. ( $\pm$  CI<sub>95%</sub>). Se utilizó el número de individuos registrados entre 1996 y 2008.

alfa de Fisher, mostraron diferencias significativas entre las dos regiones, resultado predecible, ya que en el Magdalena Medio se recolectaron menos individuos y más especies. Por el contrario, el índice de igualdad de Pielou no mostró diferencias significativas ( $p=0,37$ ) (cuadro 2).

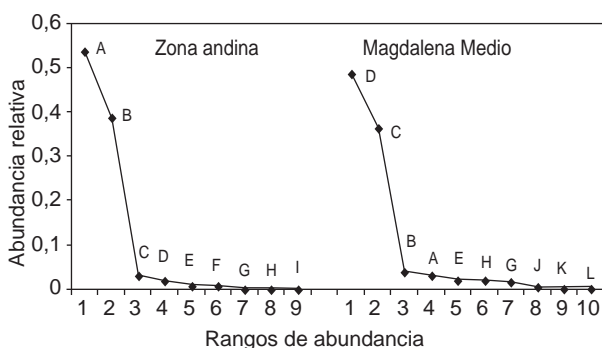
**Curvas de rango y abundancia.** Las curvas de rango y abundancia fueron similares para las dos regiones, con dos especies claramente dominantes: en la zona Andina, *R. prolixus*, con el 53,8 % de la abundancia y *T. dimidiata* con el 38,9 %, y en el Magdalena Medio, *R. pallescens* con el 48,9 % y *P. geniculatus* con el 36,6 % (figura 3).

**Colonización.** En la zona andina se encontró colonización domiciliaria de las siguientes especies: *R. prolixus* (71,25 %), *T. dimidiata* (46,3 %), *R. pallescens* (41,6%), *T. venosa* (25,5 %), *Triatoma*

**Cuadro 2.** Índices de diversidad, riqueza e igualdad de la comunidad de triatominos en dos zonas del departamento de Santander

	Zona andina	Magdalena Medio	Bootstrap (p)
Especies	9	10	0,997
Individuos	11.564	554	<0,001
<b>Diversidad</b>			
Shannon H	0,9909	1,258	<0,001
Simpson	0,443	0,376	<0,001
Alfa de Fisher	0,9575	1,733	<0,001
<b>Riqueza</b>			
Menhinick	0,08369	0,4249	0,002
Margalef	0,8551	1,425	<0,001
<b>Igualdad</b>			
Jaccard J	0,451	0,5462	0,37

p: probabilidad menor de 5 %



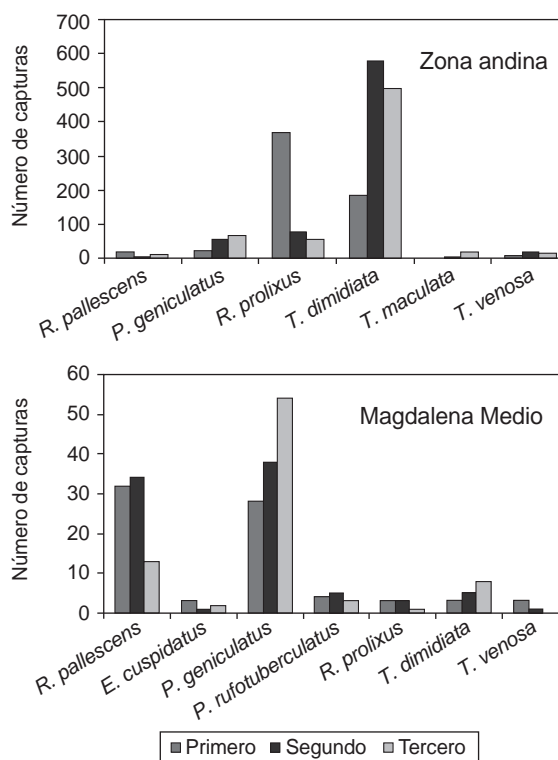
**Figura 3.** Curvas de rango y abundancia de triatominos en dos zonas del departamento de Santander

A: *Rhodnius prolixus*, B: *Triatoma dimidiata*, C: *Panstrongylus geniculatus*, D: *Rhodnius pallescens*, E: *Triatoma venosa*, F: *Triatoma maculata*, G: *Eratyrus cuspidatus*, H: *Panstrongylus rufotuberculatus*, I: *Belminus corredori*, J: *Belminus herreri*, K: *Panstrongylus humeralis*, L: *Rhodnius colombiensis*

*maculata* (19,4 %) y *P. geniculatus* (2,4 %); de *Belminus corredori* se registró solo una ninfa V instar en una única vivienda. En el Magdalena Medio se registró colonización domiciliaria de las siguientes especies: *R. pallescens* (19,65 %), *R. prolixus* (15,4 %), *E. cuspidatus* (14,3 %), *T. venosa* (10 %) y *Panstrongylus rufotuberculatus* (9,1 %).

**Variación temporal o persistencia**

Los resultados evidenciaron cambios de la estructura de la comunidad a lo largo del tiempo, aunque se mantuvieron las mismas especies (figura 4). Los índices de similitud de Jaccard mostraron que no hubo diferencias en la composición de la comunidad, con un valor de 0,68 para la zona andina y de 0,84 para el Magdalena Medio, en tanto que las tablas de contingencia mostraron dependencia de los períodos con las abundancias en las dos regiones ( $\chi^2=654$ ,  $p=0,0001$  para la zona andina y  $p=0,0045$ ;  $\chi^2=31,144$  para el Magdalena Medio), lo cual implica cambios en las abundancias a través del tiempo. En cuanto a la correlación de rangos de Kendall ( $W'$ ), su valor fue significativo para las dos regiones ( $W'=0,88$ ;  $p=0,0068$  en la



**Figura 4.** Variación temporal o persistencia de triatominos. Se ilustra la presencia de las especies de triatominos más abundantes en tres períodos, con número de capturas similares en dos regiones del departamento.

zona andina y  $W'=0,9$ ;  $p=0,0057$  en el Magdalena Medio), lo cual evidencia una tendencia hacia la persistencia de la comunidad.

### Discusión

De las 27 especies de triatominos reportadas en el país (11,12,28-30), los departamentos de Santander, Meta y Cundinamarca comparten la mayor biodiversidad con 14, 16 y 13 especies, respectivamente. Estos departamentos son heterogéneos geográficamente y tienen todos los pisos térmicos; sin embargo, en Santander podría haber un mayor número de especies debido a que los estimadores de riqueza predijeron la presencia de más especies.

La diferencia en la diversidad de triatominos en las dos zonas estudiadas puede deberse a la altitud, pues este factor es uno de los más importantes en la distribución de los triatominos (11), lo cual explicaría por qué hay mayor diversidad en el Magdalena Medio, cuyas altitudes son más bajas que en la zona andina.

Otro factor que puede determinar la mayor biodiversidad en esta última zona, sería la mayor conservación de fragmentos de bosque y de hábitats naturales en comparación con la zona andina. Hay que tener en cuenta que, aunque no se encontró infestación de triatominos domiciliarios en las zonas bajas (600-800 msnm), la cercanía de fragmentos de bosque primario conservado y de sistemas agroforestales con bosque secundario abundante podría favorecer la presencia de estos insectos en las viviendas de la región.

En cuanto a la persistencia y el rango de abundancia de las especies, se mantuvieron a lo largo de los tres periodos en las dos regiones, mientras que las abundancias totales de las especies cambiaron. Este patrón de persistencia es el más común en otro tipo de comunidades (26). Según este modelo, los eventos ambientales que generan cambios en la abundancia de los triatominos afectarían la abundancia total de las especies de una comunidad sin cambiar las especies que la componen ni las especies dominantes (figura 4).

Las dos especies que ocuparon el tercer y el cuarto puesto en el rango de abundancias en Magdalena Medio fueron *R. prolixus* y *T. dimidiata*, las cuales fueron dominantes en la zona andina. Del mismo modo, las que ocupan el tercer y el cuarto puesto allí, es decir, *R. pallescens* y *P. geniculatus*, fueron las dominantes en el Magdalena Medio. Es importante tener en cuenta que *R. prolixus* y *T. dimidiata*

son las especies con mayor distribución y riesgo de transmisión del mal de Chagas en Colombia, mientras que *R. pallescens* y *P. geniculatus* se encuentran casi exclusivamente en ambientes silvestres (11).

*Rhodnius prolixus* es el vector más importante de la enfermedad de Chagas en Colombia (11) y su colonización de los domicilios humanos fue alta en la zona andina, en donde el hábitat “doméstico” es exclusivo. En los estudios genéticos en poblaciones del centro del país, se ha demostrado que son homogéneas (31) y, por lo tanto, se pueden someter a control químico, tanto así que diez municipios del país han sido certificados como libres de la transmisión de *T. cruzi* por este vector, entre ellos, Guadalupe y Oiba, ubicados en la zona andina de Santander. Por el contrario, en el Magdalena Medio la información sobre esta especie es escasa y solo se conoce su distribución en algunos municipios (18). Nuestro equipo reportó el hallazgo de adultos en el domicilio de cinco municipios, pero en dos de ellos, Bolívar y La Paz, solo se reportaron ninfas. En el estudio parasitológico de un ejemplar recolectado en el municipio de San Vicente de Chucurí en esta zona, no se reportó infección por *Trypanosoma* spp. (29), lo cual pone de manifiesto la necesidad de investigar más su biología y distribución para, así, valorar el riesgo actual de infección entre los moradores de esta zona.

En cuanto a *T. dimidiata*, se recolectaron adultos y ninfas en las viviendas de 24 municipios de la zona andina y en algunos se registraron infestaciones simultáneas con *R. prolixus*, especie esta que se ha reportado infestando viviendas con *P. geniculatus* y *T. maculata*, lo cual podría ser el efecto de la intervención humana en el ambiente, es decir, que la perturbación de los ambientes selváticos lleva a que los triatominos silvestres o peridomiciliarios, poco habituales en zonas urbanas o suburbanas, tengan que adaptarse a los ambientes domésticos (32). En este sentido, cabe anotar que la zona andina en Colombia es el área más poblada del país y la acción antrópica en el paisaje es evidente en la destrucción de bosques y refugios y reservorios de triatominos, debido a la agricultura extensiva y los numerosos asentamientos humanos, los cuales podrían encontrarse en un gran riesgo de infección por *T. cruzi*, ya que la especie se ha encontrado en hábitats domiciliarios. Esta especie se ha reportado especialmente en hábitats peridomiciliarios en acumulos de objetos inservibles, sitios de descanso de animales domésticos y hábitats silvestres (33,34);

también, se ha reportado la reinfestación de las viviendas después de control químico (35), por lo cual sigue siendo un reto para los programas de control vectorial.

Por el contrario, en el Magdalena Medio solo se registraron adultos en los municipios de Bolívar, San Vicente de Chucurí y Carmen de Chucurí, lo cual sugiere que esta especie es intrusiva en las viviendas. Dicho comportamiento involucra especies selváticas, cuyos adultos incursionan en las viviendas atraídos por la luz o llegan transportados de forma pasiva, pues no se ha encontrado evidencia de colonización (huevos, exuvias, ninfas) (14). Los reportes del lugar de captura de esta especie mencionan la casa “elba” (lugar donde se asolean el cacao y el café, la cual tiene techo corredizo), los bombillos y las paredes. Por todo ello es indispensable ahondar en el conocimiento de la biología de esta población.

Las curvas de rango y abundancia mostraron que *R. pallenscens* es la cuarta especie en abundancia en la zona andina. Se hallaron adultos y ninfas de todos los estadios juveniles en el domicilio y en área aledañas, principalmente en gallineros. En el Magdalena Medio esta fue la especie dominante y se registró en nueve municipios, tanto en el domicilio como en el peridomicilio; todas las ninfas se recolectaron en el domicilio; 23 de 117 viviendas se encontraron colonizadas por esta especie, lo cual refleja el riesgo de la población y el potencial de domiciliación de esta especie en esta zona del departamento. Esta especie se ha relacionado con los brotes de la enfermedad de Chagas aguda por transmisión oral ocurridos en los últimos años (9), por lo tanto, es prioritario conocer el estado actual de la infestación domiciliaria en la región y proponer medidas preventivas.

En cuanto a *P. geniculatus*, esta fue la tercera especie más abundante en la zona andina; el hallazgo de adultos, ninfas IV y V instar en el domicilio y el peridomicilio podría sugerir un desplazamiento desde hábitats silvestres cercanos más que un evento de colonización. Su cercanía al domicilio se ha asociado con la disminución de la cobertura vegetal, la distancia al bosque y las luces encendidas (36). En el Magdalena Medio la ausencia de ninfas en el domicilio podría deberse a que el hábitat natural está más conservado y hay menos bosques intervenidos, lo cual les permite mantener sus refugios. Ante el riesgo de intrusión de esta especie en los domicilios, es indispensable continuar con su vigilancia entomológica en el

departamento, debido al riesgo de enfermedad de Chagas aguda por transmisión oral, en la cual se ha implicado esta especie (36).

En lo relacionado con *T. maculata*, esta especie se considera una de las cuatro de mayor riesgo de transmisión en el país, ya que frecuentemente se reporta en el domicilio y el peridomicilio (11,37). Se ha demostrado su potencial de domiciliación en Venezuela (32) y se ha sugerido su rapidez de adaptación a ecótopos artificiales (37); el hallazgo de ninfas de varios instares indica que son necesarios estudios para evaluar su potencial de domiciliación. En la zona norte de Colombia se ha reportado (11,37) en bosques xerofíticos, tropicales y subtropicales (38). En este estudio se registraron adultos y ninfas en seis municipios de la zona andina (Florián, Capitanejo, San José de Miranda, Macaravita, Mogotes, Molagavita), en una región caracterizada por su relieve quebrado y vegetación cacticiforme, arbustos achaparrados, formas herbáceas estacionales y formaciones xerofíticas, clima templado a cálido y alturas que van hasta los 2.000 msnm. En el Magdalena Medio no se la encontró, quizá por las diferencias en las condiciones del clima, sobre todo en la humedad.

En lo concerniente a *T. venosa*, se registraron adultos y ninfas en el domicilio y el peridomicilio de 14 municipios en la zona andina, mientras que en el Magdalena Medio se halló en el domicilio de cuatro municipios, lo que la sitúa en el quinto lugar en abundancia en las dos zonas estudiadas. En trabajos de campo realizados por nuestro grupo en la zona andina, se han hallado adultos y ninfas en lugares donde duermen los perros (observación personal). Por otra parte, la información sobre su biología y dispersión es limitada.

*Eratyrus cuspidatus* se ha reportado en 15 departamentos (11,29) y se ha recolectado naturalmente en palmas de *Attalea butyracea* (19); ocasionalmente, invade viviendas en el centro y norte del país. En el 2009, la especie fue incriminada en la transmisión de *T. cruzi* a los humanos en el departamento del Magdalena (39). En este estudio se reportó infestando el domicilio y peridomicilio en los municipios de Bolívar, El Carmen de Chucurí y San Vicente de Chucurí en el Magdalena Medio, y solo una de ocho viviendas estaba infestada con ninfas. Se recolectaron más hembras que machos (seis hembras y un macho), lo que sugiere que los machos tienen mayor necesidad de alimentarse con sangre que las hembras.



*P. rufotuberculatus* está ampliamente distribuida en Centroamérica y el norte de Suramérica (13). En Colombia se ha reportado en 12 departamentos (11,29). Es una especie con amplio rango climático y altitudinal, y se la ha hallado frecuentemente en viviendas de varias localidades en Bolivia, donde el reporte de ninfas y adultos en una vivienda demostró que puede colonizar estructuras domésticas (40). En el presente estudio se registró en el domicilio y el peridomicilio (gallinero) en diez municipios, en tanto que solo una ninfa V instar se halló en el Magdalena Medio, pero su lugar de captura no se registró.

Dos hembras de *Panstrongylus humeralis* se hallaron en el municipio del Carmen de Chucurí, en el Magdalena Medio, una en 1997 y la otra en 2008, lo cual sugiere que se trata de una especie rara. En el país solo se ha encontrado en dos municipios de Santander (18), en tres municipios del departamento de Antioquia (11,19) y en nueve municipios del departamento del Meta (27). Aunque es una especie silvestre, se ha encontrado en el domicilio y el peridomicilio, y en zonas urbanas de dos municipios (29). Su biología es desconocida.

*Belminus corredori* se recolectó en los años 2002 a 2004 formando colonias domiciliarias en una vivienda de la vereda Puente Tierra del municipio de San Gil en la zona andina. Esta especie, descrita en el 2006 (12), es endémica del país y no se ha demostrado su potencial como vector de *T. cruzi*.

*Belminus herreri* se halló en una vivienda de la vereda Los Aljibes del municipio del Carmen de Chucurí; previamente se había reportado en este municipio y en San Vicente de Chucurí (18,41), así como en viviendas del municipio de San Martín, departamento del Cesar (42). Es notable su preferencia por ocupar áreas con altitudes entre los 400 y los 800 msnm.

*Rhodnius colombiensis* es una especie silvestre ampliamente distribuida en los valles interandinos a lo largo del río Magdalena, donde se la considera un vector importante en la transmisión de *T. cruzi*; su prevalencia como vector de *T. cruzi* es de 45 % (43). En este estudio se recolectó en los municipios de La Paz y San Vicente de Chucurí en el Magdalena Medio. Adultos y ninfas de esta especie se habían descrito infestando viviendas en la región central del país (43) y en gallineros en el municipio de La Paz (Esteban L, Angulo VM. *Rhodnius colombiensis* Moreno, Galvão, Jurberg 1999 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) en el

departamento de Santander. Resúmenes, XXXV Congreso de Socolen. Cali; 2008. p. 149). Esta situación genera un gran interés debido al potencial de infección por transmisión oral, pues esta especie invade las viviendas (43). Se deben hacer estudios entomológicos para analizar si existe transmisión de *T. cruzi* en estos municipios, pues allí la especie podría estar incriminada.

En el presente trabajo se evidenció una gran diversidad de especies de triatomíneos en Santander, en comparación con otros estudios (32,44), lo cual deja ver la complejidad epidemiológica debido al número de especies recolectadas en viviendas y la colonización domiciliaria. Además de la dominancia y colonización domiciliaria en la zona andina de especies como *R. prolixus* y *T. dimidiata* (controladas, en el caso de *R. prolixus*), se ha demostrado el potencial de las especies silvestres para ocupar ecótopos artificiales construidos por el hombre, como son las viviendas. Además de *R. pallescens* y *P. geniculatus*, otras especies, como *E. cuspidatus* y *P. humeralis*, podrían ser candidatas potenciales en la transmisión vectorial u oral de *T. cruzi*. En el Meta se ha reportado la segunda de estas especies en 20 localidades de nueve municipios, incluidos hábitats domiciliarios y peridomiciliarios de dos zonas urbanas (29), así como de *P. rufotuberculatus* con el hallazgo de adultos en el domicilio. Es importante destacar que ya se ha demostrado la incriminación de *E. cuspidatus* en la transmisión de *T. cruzi* al hombre.

La intrusión de triatomíneos silvestres en domicilios, que se pudo comprobar en este estudio, así como la incriminación de especies como *P. geniculatus*, *R. pallescens* y *E. cuspidatus* en la transmisión de *T. cruzi*, indican que son necesarios un mayor conocimiento sobre la ecología de estos potenciales vectores y la adopción de otras estrategias de control diferentes de las tradicionales. Es prioritario, asimismo, continuar con la vigilancia entomológica y serológica, y establecer un sistema de alerta temprana para detectar y tratar casos agudos de la enfermedad, especialmente en aquellas áreas donde se observó la intrusión de estas especies silvestres. Por otro lado, la persistencia de las especies en el tiempo y la predicción de nuevas apariciones alertan sobre la necesidad de actualizar el estado de la infestación en el departamento para su mejor control.

### Agradecimientos

A los profesionales del laboratorio de entomología del CINTROP-UIS.

### Conflicto de intereses

Los autores manifiestan que no existe conflicto de intereses.

### Financiación

Secretaría de Salud de Santander, Colciencias, proyecto código 3256-0418067 TDR/OMS.

### Referencias

1. **World Health Organization.** Research priorities for Chagas disease, human African trypanosomiasis and leishmaniasis. World Health Organ Tech Rep Ser. 2012;975:1-100.
2. **World Health Organization.** Chagas diseases (American Trypanosomiasis). Fact Sheet No 340. Geneva: WHO; 2013.
3. **World Health Organization.** Chagas disease in Latin America: An epidemiological update based on 2010 estimates. Wkly Epidemiol Rec. 2015;90:33-44.
4. **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>
5. **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.
6. **Coura JR, Junqueira AC.** Risks of endemicity, morbidity and perspectives regarding the control of Chagas disease in the Amazon Region. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2012;107:145-54. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762012000200001>
7. **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. <http://dx.doi.org/10.3855/jidc.3620>
8. **Ramírez JD, Montilla M, Cucunubá 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>
9. **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 Saude Publica. 2014;30:746-56. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00024013>
10. **Hernández L, Ramírez A, Cucunubá Z, Zambrano P.** Brote de Chagas agudo en Lebrija, Santander, 2008. Revista del Observatorio de Salud Pública de Santander. 2009;4:28-36.
11. **Guhl F, Aguilera G, Pinto N, Vergara D.** Actualización de la distribución geográfica y ecoepidemiología de la fauna de triatomíneos (Reduviidae: Triatominae) en Colombia. Biomédica. 2007;27(Supl.1):143-62. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v27i1.258>
12. **Galvão C, Angulo V.** *Belminus corredori*, a new species of Bolboderini (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) from Santander, Colombia. Zootaxa. 2006;1241:61-8.
13. **Lent H, Wygodzinsky P.** Revision of the triatominae (Hemiptera, Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas' disease. Bull Amer Mus Nat His. 1979;163:125-520.
14. **Walecx W, 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>
15. **Noireau F, Dujardin JP.** Biology of Triatominae. In: Telleria J, Tibayranc M, editors. American tripanosomiasis: Chagas disease one hundred years of research. First edition. Burlington: Elsevier; 2010. p.149-64.
16. **Zeledón R.** Vectores de la enfermedad de Chagas y sus características ecofisiológicas. Interciencia. 1983;6:384-95.
17. **Corredor A, Santacruz MM, Páez S, Guatame LA.** Distribución de los triatomíneos domiciliarios en Colombia. Bogotá: Instituto Nacional de Salud; 1990. p. 1-144.
18. **Angulo V, Gutiérrez R, Rubio I, Joya M, Arismendi M, Esteban L, et al.** Triatomíneos domiciliados y silvestres: impacto en la transmisión de la enfermedad de Chagas en Santander. En: Angulo VM, editor. Control y manejo de la tripanosomiasis americana. Bucaramanga: Gráficas Trijames; 1999. p. 72-6.
19. **Moreno J.** Estudios epidemiológicos sobre la enfermedad de Chagas en algunas regiones de Colombia. En: Guhl F, editor. Genética poblacional de triatomíneos aplicada al control vectorial de la enfermedad de Chagas. Santafé de Bogotá: Corcas Editores Ltda.; 1997. p. 35-41.
20. **Carcavallo RU, Galíndez I, Jurberg J, Galvão C, Lent H.** Pictorial keys for tribes, genera and species of the subfamily Triatominae. In: Carcavallo RU, Galíndez I, Jurberg J, Galvão C, Lent H, editors. Atlas of Chagas disease vectors in the Americas. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz; 1997. p. 107-244.
21. **Magurran AE.** Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press; 1988. p.179.
22. **Colwell RK.** EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide). Versión 5.01. Fecha de consulta: 24 de abril de 2016. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
23. **Ludwig JA, Reynolds JF.** Statistical ecology. A primer on methods and computing. New York: John Wiley & Sons Inc; 1988. p. 341.
24. **Efron B, Tibshirani RJ.** Introduction to the bootstrap. Washington, D. C.: Chapman & Hall/CRC; 1993. p. 456.
25. **Hamer O, Harper DA, Ryan PD.** Past-Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2008. Disponible en: [www.uv.es/~pardomv/pe/2001\\_1/past/pastprog/past](http://www.uv.es/~pardomv/pe/2001_1/past/pastprog/past)
26. **Rahel FJ.** The hierarchical nature of community persistence: A problem of scale. Amer Nat. 1990;136:328-44.
27. **Grimm V, Wissel C.** Babel, or the ecological stability discussions: An inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion. Oecologia. 1997;109:323-34. <http://dx.doi.org/10.1007/s004420050090>
28. **Sandoval CM, Pabón E, Jurberg J, Galvão C.** *Belminus ferroae* n. sp. from the Colombian northeast, with a key to the species of the genus (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). Zootaxa.2007;1443:55-64.
29. **Parra GJ, Flórez M, Angulo VM.** Vigilancia de triatominae (Hemiptera: Reduviidae) en Colombia. 1ª edición. Bogotá, D.C.: Editorial Sic Ltda.; 2015. p. 127.

30. **Abad-Franch F, Pavan MG, Jaramillo-ON, Palomeque FS, Dale C, Chaverra D, et al.** *Rhodnius barretti*, a new species of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) from western Amazonia. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2013;108(Supl. 1):92-9. <http://dx.doi.org/10.1590/0074-0276130434>
31. **López DC, Jaramillo C, Guhl F.** Estructura poblacional y variabilidad genética de *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae) procedentes de diferentes áreas geográficas de Colombia. *Biomédica.* 2007;27(Supl.1):28-39. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v27i1.246>
32. **García-Jordán N, Berrizbeitia M, Concepción JL, Aldana E, Cáceres A, Quiñones W.** Estudio entomológico de vectores transmisores de la infección por *Trypanosoma cruzi* en la población rural del estado Sucre, Venezuela. *Biomédica.* 2015;35:247-57. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i2.2390>
33. **Zeledón R, Calvo N, Montenegro VM, Lorosa ES, Arévalo C.** A survey on *Triatoma dimidiata* in an urban area of the province of Heredia, Costa Rica. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2005;100:607-12. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762005000600002>
34. **Zeledón R, Montenegro VM, Zeledón O.** Evidence of colonization of man made ecotopes by *Triatoma dimidiata* (Latreille 1811) in Costa Rica. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2001;96:659-60. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762001000500012>
35. **Angulo VM.** Ensayo de estrategias de control y vigilancia de *Triatoma dimidiata*, en Colombia. 2005. En Guhl F: Primer taller internacional sobre control de la enfermedad de Chagas. Bogotá, D.C.: Universidad de los Andes; 2005. p. 89-102.
36. **Reyes-Lugo M, Rodríguez-Acosta A.** Domiciliation of the sylvatic Chagas disease vector *Panstrongylus geniculatus* Latreille, 1811 (Triatominae: Reduviidae) in Venezuela. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2000;94:508.
37. **Cortés LA, Suárez HA.** Triatominos (Reduviidae: Triatominae) en un foco de enfermedad de Chagas en Talaigua Nuevo (Bolívar, Colombia). *Biomédica.* 2005;25:568-74. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v25i4.1383>
38. **De Casas S, Carcavallo R, Galíndez I, Burgos J.** Bioclimatic factors and zones of life. In: Carcavallo RU, Galíndez-Girón I, Jurberg J, Lent H, editors. Atlas of Chagas disease vectors in the Americas. Río de Janeiro: Fiocruz; 1999. p. 747-92.
39. **Dib J, Barnabe C, Tibayrenc M, Triana O.** Incrimination of *Eratyrus cuspidatus* (Stal) in transmission of Chagas' disease by molecular epidemiology analysis of *Trypanosoma cruzi* isolates from a geographically restricted area in the north of Colombia. *Acta Trop.* 2009;3:237-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2009.05.004>
40. **Noireau F, Bosseno MF, Vargas F, Breniere SF.** Apparent trend to domesticity observed in *Panstrongylus rufotuberculatus* Champion, 1899 (Hemiptera: Reduviidae) in Bolivia. *Res Rev Parasitol.* 1994;54:263-4.
41. **Sandoval CM, Joya MI, Gutiérrez R, Angulo VM.** Cleptohaematophagy of the triatomine bug *Belminus herrerii*. *Med Vet Entomol.* 2000;14:100-1. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2915.2000.00210.x>
42. **Sandoval CM, Duarte R, Gutiérrez R, Rocha DS, Angulo VM, Esteban L, et al.** Feeding sources and natural infection of *Belminus herrerii* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) from dwellings in Cesar, Colombia. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2004;99:137-40. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762004000200004>
43. **Arévalo A, Carranza JC, Ghul F, Vallejo GA.** Patrones electroforéticos de hemoproteínas salivares (nitroforinas) de *Rhodnius colombiensis* y *Rhodnius prolixus* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). *Biomédica.* 2007;27(Supl.1):137-42. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v27i1.257>
44. **Cantillo-Barraza O, Gómez-Palacio A, Salazar D, Mejía-Jaramillo AM, Calle J, Triana O.** Distribución geográfica y ecoepidemiología de la fauna de triatominos (Reduviidae: Triatominae) en la Isla Margarita del departamento de Bolívar, Colombia. *Biomédica.* 2010;30:382-9. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v30i3.272>