

Evidencia de la infestación por triatominos en diferentes especies de palmas nativas e introducidas en una localidad de Tauramena, Casanare.

Abstract

Chagas disease is a complex zoonosis caused by the transmission of *Trypanosoma cruzi* parasites. It has been shown both in sylvatic and domestic environments, that palms trees are infested with insect vectors that transmit *T. cruzi*, such as *Rhodnius prolixus*. Although the presence of this vector in many palm tree species has been documented, the most sampled and referenced species is *Attalea butyracea*. In this study, we aimed to determine triatominae infestation in different species of native and introduced palm trees, to establish if there is a natural association between the insect and *Attalea butyracea*. Also, we wished to identify if insects collected in different palm tree species are equally infected with *T. cruzi* implying a risk for human transmission. **Methodology:** The study was conducted in Tauramena, Casanare. Triatomines were collected from four different palm species, and the infection and infestation rates were determined. To show the parasite's presence, DNA extraction, PCR and agarose gel electrophoresis were performed. **Results:** In total, 229 triatomines were collected from four palm species. *Attalea butyracea* presented the highest infestation index, while *Elaeis guineensis* presented the lowest. *A. butyracea* and *E. guineensis* showed the highest infection rates, and no infection was reported in *Acrocomia aculeata*. **Discussion:** There is no evidence of a specific relationship between the palm species and *R. prolixus*, given that all species provide the necessary conditions for the establishment and colonization of this vector. However, it was found certain preference of *R. prolixus* for *A. butyracea* due to the vector rate found in *A. butyracea*. The palm species that were analyzed show variable infestation and infection rates, possibly due to the microhabitat conditions and the ecotope abundance they offer. *Attalea butyracea* and *E. guineensis* presence near human dwellings could imply a risk of human exposure to Chagas disease.

Key words: Chagas disease, infestation, infection, palm trees, *Trypanosoma cruzi*

Resumen

La enfermedad de Chagas es una zoonosis compleja causada por la transmisión del parásito *Trypanosoma cruzi*. Tanto en ámbitos silvestres como en el peri-domicilio se ha evidenciado que las palmas presentan una asociación natural con algunos vectores que transmiten el parásito, como el caso de *Rhodnius prolixus*. Aunque se ha estudiado la presencia de este vector en varias especies de palmas, varios reportes muestrean y referencian a *Attalea butyracea*. En este estudio se busca determinar la infestación con triatominos en diferentes especies de palmas nativas e introducidas, y así evidenciar mediante la presencia del vector si existen o no relaciones específicas entre éste y las diferentes especies de palmas, y además si estos vectores se encuentran infectados con *T. cruzi*. **Metodología:** La zona de estudio fue Tauramena, Casanare. Se recolectaron triatominos de cuatro especies diferentes de palmas y se determinaron los porcentajes de infestación e infección. Para determinar la presencia del parásito se realizó extracción de ADN, PCR y electroforesis en geles de agarosa. **Resultados:** Se recolectaron 229 triatominos de las cuatro especies de palmas. *Attalea butyracea* presentó el mayor índice de infestación y *Elaeis guineensis* el más bajo. *A. butyracea* y *E. guineensis* presentaron los mayores índices de infección y no se reportó infección en *Acrocomia aculeata*. **Discusión:** En las 4 especies de palmas no hay evidencia de una relación específica

con *R. prolixus*, puesto que las diferentes especies de palmas brindan las condiciones necesarias para el establecimiento y colonización de este vector. Sin embargo, se han encontrado preferencias de *R. prolixus* por *A. butyracea* como ecotopo para desarrollarse. Las especies de palmas analizadas presentan índices de infestación e infección variables, probablemente por las condiciones de microhabitats y abundancia de ecotopos que ofrecen. Las especies *A. butyracea* y *E. guineensis* podrían presentar un riesgo debido a los niveles de infección que presentaron.

Palabras claves: Chagas, Triatominos, *Trypanosoma cruzi*, Casanare, palmas, infección, infestación.

Introducción

La enfermedad de Chagas es una zoonosis compleja causada por la transmisión del parásito *Trypanosoma cruzi*. Esta enfermedad es la infección parasítica más importante en Latinoamérica, afectando entre 5 y 6 millones de personas con más de 70 millones en riesgo, principalmente en Latinoamérica donde la enfermedad es endémica (Cordovez & Guhl, 2015). Así mismo, se han descrito dos ciclos de transmisión del parásito por parte del vector: el doméstico, caracterizado por la colonización de triatominos en ambientes de este tipo permitiendo la transmisión del parásito en humanos y animales domésticos y el silvestre, donde la transmisión del parásito ocurre entre vertebrados y triatominos silvestres (Urbano, Poveda, & Molina, 2015).

Los triatominos, vectores de la enfermedad presentan 5 estadios ninfales y ocupan el mismo hábitat que los adultos. Hembras, machos y ninfas se alimentan de la sangre de aves, mamíferos, reptiles y tienen actividad nocturna. Adicionalmente, la subfamilia Triatominae presenta una amplia distribución y variedad de especies, gracias a su adaptación a ecotopos artificiales y naturales donde éstos aprovechan los recursos para sobrevivir (Molina et al., 2000). De igual forma, se han identificado 24 especies de triatominos tanto de ambiente silvestre como de peri-domicilio y domicilio, involucradas en la transmisión de Chagas en Colombia. De lo anterior, 14 especies se han reportado con infección natural por *T. cruzi* (Felipe Guhl, Aguilera, Pinto, & Vergara, 2007) siendo *Rhodnius prolixus* y *Triatoma dimidiata* los vectores principales, caracterizados además por su habilidad para adaptarse a ambientes silvestres y domésticos (Felipe Guhl et al., 2007).

Tanto en ámbitos silvestres como en el peri-domicilio, las palmas representan un factor de gran relevancia por su asociación natural con Triatominos (Salazar & Calle, 2003), siendo un foco en la transmisión de *T. cruzi* (Angulo, Esteban, & Luna, 2012). De las 550 especies de palmas descritas en América, 240 se encuentran en Colombia y su distribución coincide con las zonas endémicas de transmisión de *T. cruzi* (Salazar & Calle, 2003). Principalmente, *R. prolixus* se encuentra asociado con la palma *Attalea butyracea* (Felipe Guhl et al., 2007) y en estudios recientes en la región de la Orinoquía se ha identificado un vínculo entre éste vector y la especie de palma introducida *Elais guineensis* (palma aceite) (Felipe Guhl et al., 2007). Lo anterior podría presentar un aumento en el rango de vectores asociados a las palmas, dado el aumento de palmas que permiten el establecimiento de los triatominos (Cordovez & Guhl, 2015).

Así mismo, se ha estudiado la infestación por triatominos en diferentes especies de palmas como la del moriche (*Mauritia flexuosa*) en Brasil (Abad-Franch et al., 2015; Gurgel-gonc, Cura, & Schijman, 2012); palma de corozo (*Acrocomia aculeata*) en Venezuela (Morocoima et al., 2011) y en el departamento de Casanare (Jácome-Pinilla et al., 2015); palma de coco (*Cocos nucifera*) en Venezuela y Casanare (Jácome-Pinilla et al., 2015; Morocoima et al., 2011; Morocoima et al., 2010) y *Oenocarpus bataua* en la región amazónica de Brasil (Ricardo-silva et al., 2012), entre otras.

En este estudio, se busca determinar la infestación con triatominos que puedan presentar las diferentes especies de palmas nativas e introducidas en una localidad de Tauramena, Casanare. De esta forma evidenciar si puede existir o no relaciones específicas entre el vector y las especies de palmas y si estos vectores a su vez se encuentran infectados con *Trypanosoma cruzi*. El muestreo de este proyecto se llevó a cabo en el marco del proyecto “Assessing the possible impact of palm trees plantations and climate change in Chagas disease transmission in the Casanare región” financiado por la vicerrectoría de investigaciones.

Metodología

Área de estudio

El área de estudio se localiza en el municipio de Tauramena, Casanare (Figura 1. A), ubicado en la parte oriental del país y al noroccidente de la Orinoquía. La localidad Potrillos fue el área específica de estudio (latitud 4°59'4.311" N, longitud -72° 36'30.2538" W) (Figura 1. B), la cual presenta una zona de bosque de galería y otra de cultivo de palma de aceite.



Figura 1-A. Municipio de donde se llevó a cabo el estudio.



Figura 1-B. Mapa satelital del lugar de muestreo. Los puntos azules corresponden a la zona de bosque de *A. butyracea*; los puntos morados los especímenes de *A. aculeata*; los puntos amarillos a los especímenes de *C. nucifera* y los puntos rojos a la zona de cultivo de *E. guineensis*.

Recolección de triatominos

Para la recolección de triatominos se empleó la trampa Angulo dónde se introdujo un cebo vivo en una jaula (Angulo & Esteban, 2011) y adicionalmente ésta se cubrió totalmente con cinta transparente con la parte adhesiva hacia el exterior, además 3 franjas de cinta doble faz en ambos costados de la jaula. Lo anterior permitió que los triatominos se quedaran adheridos a la cinta y en el caso que logaran entrar a la jaula, se incluyó la trampa Gómez-Nuñez que funciona como un refugio para los triatominos (Piesman & Sherlock, 1984). Posteriormente, la jaula con el cebo se ubicó en la corona de las palmas o próxima a esta. La trampa era colocada aproximadamente a las 17:00hrs y se retiraba a la mañana siguiente entre las 6:00 y 7:00hrs.

Elección de las palmas

Dado que la zona a muestrear corresponde a un bosque de galería, la elección de las palmas se hizo con base en el criterio de los investigadores respecto a la facilidad de acceso que se tuviera a la corona de éstas, cuando la población de una especie era muy grande. Las especies de palmas con pocos ejemplares (2-5) en el bosque se muestrearon en su totalidad. Finalmente, el muestreo en las palmas de cultivo se hizo de forma sistemática; se elegía una línea del cultivo y las trampas se ubicaban dejando una palma de por medio.

Identificación de las especies de palmas y taxonomía de los triatominos

Respecto a la identificación de las palmas, se empleó un registro fotográfico de la palma; corona, tronco, hoja, fruto y la ayuda de la Guía de Palmas de Colombia para corroborar la especie (Galeano & Bernal, 2010)

Por otro lado, para la identificación de triatominos se empleó la clave de Lent y Wygodzinsky (LENT & WYGODZINSKY, 1979)

Infestación de triatominos

Los triatominos capturados en cada trampa eran guardados en tubos Eppendorfs con alcohol al 70% y posteriormente se identificaba el estadio ninfal y el número total de triatominos capturados por palma.

Infeción

Para determinar la infección de los triatominos por *Trypanosoma cruzi*, se realizó el siguiente procedimiento:

Inicialmente, se usó el kit ZR Tissue & Insect DNA MiniPrep™ —de la casa comercial ZYMO RESEARCH— para extracción de ADN, con su protocolo correspondiente; en el proceso de PCR se empleó GoTaq® Green Master Mix —de la casa comercial Promega— y los primers 121 (AAATAATGTACGGGKAGATGCATGA) y 122 (GGTTCGATTGGGGTTGGTGTAATATA) (Virreira et al., 2003) a una concentración de 10uM, dirigidos al kinetoplasto del parásito. Cada mezcla presentaba 12,5uL de Master Mix,

1,25uL del primer 121, 1,25uL del primer 122, 5uL de agua libre de nucleasas y 5uL de ADN. En el caso de los controles positivos se utilizaron; 2uL de ADN de *T. cruzi* para un control y 2uL de ADN de *T. rangeli* para el otro y en el control negativo se agregaron los mismos reactivos a excepción de ADN. El perfil térmico empleado para la PCR se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Perfil térmico de PCR.

	Segmento	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Ciclos
1	Denaturación Inicial	94	5:00	x1
2	Denaturación	94	1:00	
3	Alineamiento	68	1:00	x5
4	Extensión	72	1:00	
5	Denaturación	94	0:45	
6	Alineamiento	64	0:45	x35
7	Extensión	72	0:45	
8	Extensión Final	72	10:00	x1
9	Estabilización	12		

Finalmente, se realizaron geles de agarosa al 2% y se empleó el reactivo SyberSafe Safe DNA Gel Stain —de la casa comercial InvitrogenTM—, para visualizar los productos de PCR. Así mismo, se sembró 6uL de las muestras y los controles (positivos, negativos y de extracción) y 3,5uL del marcador de peso HyperladderTM 100bp de Bioline.

Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos se determinaron los indicadores entomológicos, mediante el software R:

1. Índice de infestación (I.I): número de palmas positivas/número total de palmas muestreadas x100
2. Colonización: número de palmas con presencia de ninfas/ total palmas positivas x100
3. Abundancia: triatominos recolectados/ palmas positivas
4. Índice de infección (i.i): triatominos infectados con *Trypanosoma cruzi*/ total triatominos recolectados x100

Es importante destacar que estos índices se determinaron para cada especie de palma.

Resultados

Infestación

El bosque de galería en la zona de muestreo presentaba una abundancia distinta para cada especie de palma. Los especímenes de *Acrocomia aculeata* se encontraban cercanos a la casa y retirados de la entrada del bosque. Todos los ejemplares de *Attalea butyracea* y tres especímenes de *Cocos nucifera* se encontraban en el bosque y el cuarto ejemplar se encontraba al lado de la casa. Finalmente, las palmas de *Elaeis guineensis* se encontraban todas en un cultivo próximo a la casa.

Se obtuvieron los siguientes resultados: 8 palmas positivas de 25 palmas analizadas para *E. guineensis*; 15 palmas positivas de 19 para *A. butyracea*; 2 palmas positivas de 4 para *C. nucifera* y 2 palmas positivas de 2 para *A. culeata*. Lo anterior se presenta en la Tabla 2. Así, se recolectó un total de 229 triatominos los cuales corresponden a *Rhodnius prolixus*.

Por otro lado, en la Tabla 3 se presentan los índices de infestación (I.I) de las diferentes especies de palmas. Siendo *A. aculeata* y *A. butyracea* las especies con un mayor índice 100% y 79%, respectivamente. *C. nucifera* presenta un índice de 50% y *E. guineensis* un índice de 32%. De igual forma, se puede observar que en todas las palmas positivas se recolectaron ninfas. Con base en lo anterior, se presentan los valores de ninfas y adultos y la abundancia de éstos estadíos. Siendo *A. butyracea* la especie con mayor abundancia de triatominos y *E. guineensis* la que presenta menor abundancia.

Infeción

Para el estudio de la infección con *T. cruzi* se analizaron seis triatominos de *A. aculeata* de los cuales ninguno resultó positivo; 6 triatominos de *C. nucifera* donde solo uno fue positivo para *T. cruzi* y 21 triatominos de *E. guineensis* de los cuales 19 resultaron positivos para *T. cruzi*. Respecto a *A. butyracea* se analizaron 71 triatominos, de los cuales 43 resultaron positivos para *T. cruzi* y dos para *T. rangeli*. En la Tabla 4 se presentan los índices de infección (i.i) de los triatominos analizados.

Tabla 2. Información general

Especie de palma	Palmas muestreadas	Palmas positivas	Triatominos recolectados
<i>A. butyracea</i>	19	15	196
<i>C. nucifera</i>	4	2	6
<i>A. aculeata</i>	2	2	6
<i>E. guineensis</i>	25	8	21

Tabla 3. Porcentajes infestación y colonización en diferentes especies de palmas

Especie	% I.I por palma	% Colonización	Ninfas	Adultos	Abundancia ± (D.e)
<i>A. butyracea</i>	79	100	96	20	13,1 ± 3,9
<i>C. nucifera</i>	50	100	5	1	3 ± 0,5
<i>A. aculeata</i>	100	100	2	4	3
<i>E. guineensis</i>	32	100	21	0	2,6 ± 1,4

(I.I: Índice de infestación)

Tabla 4. Porcentajes de infección en los triatominos

Especie	Triatominos analizados	% i.i por <i>T. cruzi</i>	% i.i. por <i>T. rangeli</i>
<i>A. butyracea</i>	71	61	3
<i>C. nucifera</i>	6	17	0
<i>A. aculeata</i>	6	0	0
<i>E. guineensis</i>	21	90	0

(i.i: Índice de infección)

Discusión

El estudio de los vectores de la enfermedad de Chagas en ambientes silvestres permite entender los factores ambientales que influyen en su proceso de domiciliación (Salazar 2003). De esta forma, se sabe que las palmas tienen un vínculo fuerte con el desarrollo de estos vectores, al ser un ecotopo óptimo por los diferentes microhabitats que ofrece (Urbano et al., 2015).

La relación mencionada anteriormente puede evidenciarse en los porcentajes de colonización (100%), ya que las cuatro especies de palmas analizadas presentaron triatominos y en todas se recolectaron ninfas, lo cual indica que hay un establecimiento del vector en estas especies de palmas y en la zona de estudio.

Respecto a la infestación, estudios anteriores han demostrado que *Rhodnius* sp presenta una preferencia por las palmas del género *Attalea* (Stehling et al., 2011) dadas sus características morfológicas como el radio de la corona y la altura (Romafía 'j, Pizarro, Rodas ', & Guilbert, 1999). Frente a estas características *E. guineensis* y *A. aculeata* presentan un tipo de corona denso por la cantidad de hojas, opuesto a *C. nucifera*. Así mismo, *E. guineensis*, *C. nucifera* y *A. butyracea* pueden alcanzar alturas hasta de 20m, sin embargo, la altura máxima de *A. aculeata* es de 12 m (Galeano & Bernal, 2010). De esta forma, aunque el índice de infestación para *A. aculeata* presenta un valor de 100%; solo se muestrearon dos especímenes como ya se había mencionado. Así, puede considerarse a *A. butyracea* como la especie con un porcentaje mayor de infestación y abundancia de triatominos, respecto a las otras especies analizadas. Lo cual soporta lo mencionado anteriormente respecto a la preferencia de *Rhodnius* sp.

De tal forma, es importante entender cuáles son las características y porqué estos vectores se encuentran de forma abundante en *Attalea*. Uno de los factores es su reproducción a lo largo del año que permite una acumulación de biomasa y genera una disponibilidad mayor de ecotopos para el desarrollo de los triatominos (Urbano et al., 2015). Adicionalmente, esta especie es visitada por diversos animales como aves, mamíferos y roedores, algunos frugívoros, que se encargan de dispersar las semillas (Wright & Duber, 2001). De esta forma, se ha podido evidenciar que a medida que aumenta la población de *A. butyracea* la distancia de la dispersión de las semillas disminuye por parte de los animales, lo que genera agregados o grupos de palmas de la misma especie (Jansen, Visser, Wrigth, Rutten, & Muller-Landau, 2014) aumentando la disponibilidad de ecotopos.

Por otro lado, *A. aculeata* y *C. nucifera* no generan estos grupos de palmas. En el caso de *A. aculeata* no puede crecer bajo bosques (“AcrocomiaSolutions,” 2016) y su tiempo de germinación es extenso (1-2 años) (Sorol, Hauptenthal, & Reckziegel, 2012). Por otro lado, tradicionalmente *C. nucifera* es empleada como planta de ornamentación, por ende se tiende a tener pocos ejemplares. Sin embargo, en estudios previos se describió a *C. nucifera*, en Venezuela, como un ecotopo apropiado para el desarrollo de *Rhodnius* sp (Morocoima et al., 2010). Adicionalmente, al estar muy próxima a las viviendas los triatominos tienen acceso a fuentes sanguíneas de alimentación como humanos y ganado, permitiendo el desarrollo de los vectores.

Aun así, la abundancia de estos vectores es baja 3,05 y 3 para *C. nucifera* y *A. aculeata*, respectivamente, si se compara con otras especies como *Attalea*. Lo anterior, ha sido reflejado por Morocima 2011 en estudios con estas dos especies de palmas en Venezuela (Morocoima et al., 2011)

Así mismo, *E. guineensis* no forma agregados de palmas naturalmente pero por intervención humana se generan cultivos de la especie, aumentando igualmente la cantidad de ecotopos. Ahora bien, aunque esta especie presentó el índice de infestación y la abundancia más baja de las cuatro especies de palmas analizadas, estudios anteriores corroboraron la infestación de la palma de aceite por triatominos en el departamento de Casanare ((Guhl et al., 2005) en (Rend?n, Guhl, Cordovez, & Erazo, 2015)).

Por tanto, lo presentado anteriormente permite inferir que las cuatro especies de palmas analizadas podrían brindar las condiciones de microambientes y fuentes de alimentación para que *Rhodnius prolixus* pueda establecerse. Sin embargo, es importante destacar que este vector presenta preferencias por *A. butyracea*.

Respecto a la infección, los porcentajes de infección presentados por *A. butyracea* y *E. guineensis* fueron los más altos de las 4 especies. Esto puede deberse a la ocurrencia frecuente de diferentes mamíferos en las palmas como se reportó para el género *Attalea* (Gurgel-Gonçalves, Ribeiro Júnior, & Medeiros da Costa Neto, 2012) y la proximidad que éstas tienen a fuentes de alimentación como ganado y humanos.

Es importante destacar que *A. aculeata* presentó un índice de infección de cero lo cual puede relacionarse con la baja abundancia de *R. prolixus* en los ejemplares muestreados. En

contraste, *E. guineensis* y *A. butyracea* presentaron los niveles más altos de infección por *T. cruzi*. Por tanto, es importante resaltar que el aumento de la población de triatominos podría conllevar al aumento de *T. cruzi* circulante. Como una causa a lo anterior, *E. guineensis* ha experimentado un auge en los llanos Colombianos, ocupando sitios que previamente eran ecosistemas naturales, y aumentando por tanto la reinfestación por *R. prolixus* tanto en palmas de aceite como en viviendas aledañas (Felipe Guhl, Pinto, & Aguilera, 2009).

Por otro lado, *C. nucifera* presenta un índice de infección e infestación bajo; sin embargo, estas palmas se encontraban al lado de una vivienda en el bosque, por lo cual, aunque la infección sea baja podría existir un riesgo de que la población adyacente adquiriera el parásito.

Adicionalmente, se identificó la presencia de *Trypanosoma rangeli* en dos triatominos analizados de *A. butyracea* pero el índice de infección fue bajo. Sin embargo, lo anterior no presenta un nivel de alerta para la población humana pero si informa que el parásito se encuentra presente en el ciclo selvático.

Finalmente, es importante resaltar que este estudio fue exploratorio y limitado por la zona de estudio. Por tanto se sugiere que para estudios posteriores se aumente el área de estudio, el número de especies de palmas, el número de especímenes por especie y el tiempo de muestreo. Realizar un análisis de los mamíferos y roedores que pueden encontrarse en cada especie de palma y analizar la humedad, temperatura y demás variables que pueden influir en la creación de microhabitats en las palmas. De esta forma, podrían evidenciarse las posibles relaciones o preferencias que pueden tener los vectores de la enfermedad de Chagas.

Conclusiones

Aunque las tasas de infección e infestación en *A. aculeata* y *C. nucifera* fueron bajas respecto a las otras palmas muestreadas, la presencia del parásito podría poner en riesgo a la población de la localidad debido a que se pudo evidenciar que estas especies de palmas pueden brindar también un ecotopo apropiado para el desarrollo de los vectores.

Ahora bien, aunque se presente una abundancia alta de triatominos en un ambiente, esto no indica un aumento en el riesgo de la enfermedad de Chagas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la intervención humana en ambientes silvestres aumenta la probabilidad del contacto vector-humano generando ciclos de transmisión en el peri-domicilio o domicilio (Cantillo-barraza, Chaverra, Marcet, Arboleda-sánchez, & Triana-chávez, 2014).

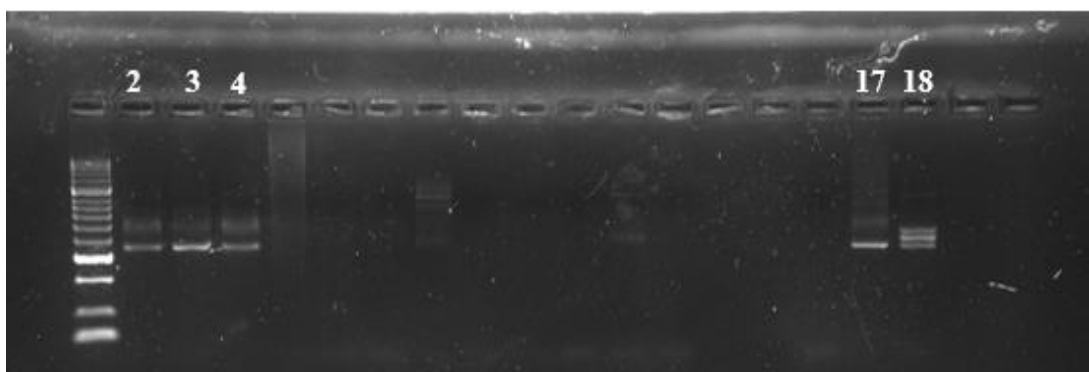
Finalmente, puede considerarse que *R. prolixus* presenta preferencias por la especie *A. butyracea*; sin embargo, se pudo evidenciar que las otras especies de palmas también pueden brindar las condiciones para el establecimiento y desarrollo de los vectores. Así mismo, la especie *E. guineensis* es de gran importancia ya que presenta altos índices de infección por *T. cruzi*, lo cual es una alerta para la población humana adyacente.

Agradecimientos

Agradecimientos al proyecto “Assessing the possible impact of palm trees plantations and climate change in Chagas disease transmission in the Casanare region”. A la doctora Camila González Rosas y a Johan Manuel Calderón. Finalmente al Centro de Investigaciones en Microbiología y Parasitología Tropical (CIMPAT) de la Universidad de los Andes.

Material Anexo

Gel de agarosa para evidenciar la presencia de *T. cruzi*. El poso 17 muestra la posición de la banda para *Trypanosoma cruzi* y el 18 para *Trypanosoma rangeli*. De esta forma, se puede ver por ejemplo, que los posos 2, 3 y 4 son positivos para *T. cruzi*.



Referencias

- Abad-Franch, F., Lima, M. M., Sarquis, O., Gurgel-Gonçalves, R., Sánchez-Martín, M., Calzada, J., ... Gottdenker, N. L. (2015). On palms, bugs, and Chagas disease in the Americas. *Acta Tropica*. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.07.005>
- AcrocomiaSolutions. (2016).
- Angulo, V. M., & Esteban, L. (2011). Nueva trampa para la captura de triatominos en hábitats silvestres y peridomésticos, 264–268.
- Angulo, V. M., Esteban, L., & Luna, K. P. (2012). *Attalea butyracea* próximas a las viviendas como posible fuente de infestación domiciliaria por *Rhodnius prolixus* (Hemiptera : Reduviidae) en los Llanos Orientales de Colombia, 277–285.
- Cantillo-barraza, O., Chaverra, D., Marcet, P., Arboleda-sánchez, S., & Triana-chávez, O. (2014). *Trypanosoma cruzi* transmission in a Colombian Caribbean region suggests that secondary vectors play an important epidemiological role, 1–10.
- Cordovez, J. M., & Guhl, F. (2015). The impact of landscape transformation on the reinfestation rates of *Rhodnius prolixus* in the Orinoco Region, Colombia. *Acta Tropica*. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.07.030>
- Galeano, G., & Bernal, R. (2010). Palmas de Colombia. *Guía de Campo*. 2010, 688. [https://doi.org/10.1016/S0025-7753\(08\)76425-X](https://doi.org/10.1016/S0025-7753(08)76425-X)
- Guhl, F., Aguilera, G., Pinto, N., & Vergara, D. (2007). Actualización de la distribución geográfica y ecoepidemiología de la fauna de triatominos (Reduviidae : Triatominae) en Colombia. *Biomédica*, 27, 143–162. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v27i1.258>
- Guhl, F., Pinto, N., & Aguilera, G. (2009). Sylvatic triatominae : a new challenge in vector

- control transmission, *104*, 71–75.
- Guhl, F., Pinto, N., Marín, D., Herrera, C., Aguilera, G., Naranjo, J., & Vallejo, G. (2005). Primer reporte de *Rhodnius prolixus* Stal, en *Elaeis guineensis* variedad Papúa, en plantaciones agroindustriales de Villanueva, Casanare.
- Gurgel-gonc, R., Cura, C., & Schijman, A. G. (2012). Acta Tropica Infestation of *Mauritia flexuosa* palms by triatomines (Hemiptera : Reduviidae), vectors of *Trypanosoma cruzi* and *Trypanosoma rangeli* in the Brazilian savanna, *121*, 105–111.
<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2011.10.010>
- Gurgel-Gonçalves, R., Ribeiro Júnior, G., & Medeiros da Costa Neto, E. (2012). Infestation of Palm Trees by Triatomines (Hemiptera: Reduviidae) in the State of Bahia, Brazil, *0*.
- Jácome-Pinilla, D., Hincapie-Peñaloza, E., Ortiz, M. I., Ramírez, J. D., Guhl, F., & Molina, J. (2015). Risks associated with dispersive nocturnal flights of sylvatic Triatominae to artificial lights in a model house in the northeastern plains of Colombia. *Parasites & Vectors*, *8*. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1209-3>
- Jansen, P., Visser, M., Wright, S. J., Rutten, G., & Muller-Landau, H. (2014). Negative density dependence of seed dispersal and seedling recruitment in a Neotropical palm. *Ecology Letters*, 1111–1120. <https://doi.org/10.1111/ele.12317>
- LENT, H., & WYGODZINSKY, P. (1979). Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and Their Significance As Vectors of Chagas' Diseases. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, *163*(3), 123–520.
- Molina, J. A., Gualdrón, L. E., Brochero, H. L., Olano, V., Barrios, D., Guhl, F., ... Boicotá, D. S. (2000). Distribución actual e importancia epidemiológica de las especies de triatominos (Reduviidae : Triatominae) en Colombia.
- Morocoima, A., Chique, J., Zavala-Jaspe, R., Díaz-Bello, Z., Ferrer, E., Urdaneta-Morales, S., & Herrera, L. (2010). Commercial coconut palm as an ecotope of chagas disease vectors in north-eastern Venezuela. *Journal of Vector Borne Diseases*.
- Morocoima, A., De Sousa, L., Herrera, L., Rojas, L., Villalobos, M., Chique, J., ... Bonoli, S. (2011). Simpatría de triatominos (Reduviidae) y escorpiones (Buthidae) en *Cocos nucifera* y *Acrocomia aculeata* (Aracaceae) de Anzoátegui, Venezuela.
- Piesman, J., & Sherlock, I. A. (1984). Sensitivity of Gomez-Núñez boxes for the detection of household infestation with *Panstrongylus megistus*. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, *17*(1), 17–20. <https://doi.org/10.1590/S0037-86821984000100005>
- Rendón, L. M., Guhl, F., Cordovez, J. M., & Erazo, D. (2015). New scenarios of *Trypanosoma cruzi* transmission in the Orinoco region of Colombia. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*. <https://doi.org/10.1590/0074-02760140403>
- Ricardo-silva, A. H., Lopes, C. M., Ramos, L. B., Marques, W. A., Mello, C. B., Duarte, R., ... Gonc, T. C. M. (2012). Acta Tropica Correlation between populations of *Rhodnius* and presence of palm trees as risk factors for the emergence of Chagas disease in Amazon region , Brazil, *123*, 217–223.
<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2012.05.008>
- Romafia 'j, C. A., Pizarro, J. C., Rodas ', E., & Guilbert, E. (1999). Palm trees as ecological indicators of risk areas for Chagas disease. *TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF TROPICAL MEDICINE AND HYGIENE*, *93*, 594–595.
- Salazar, D. A., & Calle, J. (2003). CARACTERIZACIÓN ECOEPIDEMIOLÓGICA DE *Rhodnius pallescens* EN LA PALMA *Attalea butyracea* EN LA REGIÓN MOMPOSINA (COLOMBIA), *25*(78), 31–38.

- Sorol, C., Haupenthal, D., & Reckziegel, M. E. (2012). CARACTERIZACIÓN DE LA GERMINACIÓN , LA PLÁNTULA Y EL Mart [Characterization of germination , seedling and early growth of *Acrocomia aculeata* (Jacq .) Lodd . ex Mart], *11*, 21–30.
- Stehling, F., Silva de Paula, A., Josefovicz, C., Lorenzo, M., Mendonça, C., Harry, M., & Diotaiuti, L. (2011). Influence of the palm tree species on the variability of *Rhodnius nasutus* Stal, 1859 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae), *11*, 869–877. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.02.008>
- Urbano, P., Poveda, C., & Molina, J. (2015). Effect of the physiognomy of *Attalea butyracea* (Arecoideae) on population density and age distribution of *Rhodnius prolixus* (Triatominae), (18), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0813-6>
- Virreira, M., Torrico, F., Truyens, C., Alonso-Vega, C., Solano, M., Carlier, Y., & Svoboda, M. (2003). Comparison of polymerase chain reaction methods for reliable and easy detection of congenital *Trypanosoma cruzi* infection. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, *68*(5), 574–582.
- Wright, S. J., & Duber, H. C. (2001). Poachers and Forest Fragmentation Alter Seed Dispersal, Seed Survival, and Seedling Recruitment in the Palm *Attalea butyracea* with implications for Tropical Tree Diversity. *Biotropica*, *33*(4), 583–595.