

ARTÍCULO ORIGINAL

Comparación del ciclo de vida de *Rhodnius colombiensis* Moreno, Jurberg & Galvão, 1999 y *Rhodnius prolixus* Stal, 1872 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) en condiciones de laboratorio

Andrea Arévalo ¹, Julio César Carranza ¹, Felipe Guhl ², Jairo Alfonso Clavijo ³,
Gustavo Adolfo Vallejo ¹

¹ Laboratorio de Investigaciones en Parasitología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

² Centro de Investigaciones en Microbiología y Parasitología Tropical, Universidad de los Andes, Bogotá D.C., Colombia.

³ Departamento de Matemáticas y Estadística, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

Introducción. *Rhodnius colombiensis* es un triatmino silvestre asociado a palmas de vino (*Attalea butyracea*) en la cuenca alta del río Magdalena (Colombia). La frecuente invasión de estos vectores al domicilio y las elevadas prevalencias de *Trypanosoma cruzi* en infecciones naturales constituyen un riesgo en la transmisión de la enfermedad de Chagas.

Objetivo. Comparar la duración del ciclo de vida de *R. colombiensis* y *R. prolixus* en condiciones de laboratorio.

Materiales y métodos. Se utilizaron 92 insectos de cada especie. Se estudió la duración de cada estadio, el número de comidas por estadio, el porcentaje de mortalidad, la causa de muerte, el promedio de huevos puestos por cada hembra, el número de huevos fértiles y la longevidad de los adultos.

Resultados. Los promedios de duración de todos los estadios de desarrollo de *R. colombiensis* fueron mayores que en *R. prolixus*, presentando diferencias significativas en el tiempo transcurrido desde huevo hasta adulto. Los promedios de huevos puestos y huevos fértiles, presentaron diferencias significativas, siendo mayores en *R. prolixus* que en *R. colombiensis*. El porcentaje total de mortalidad de *R. colombiensis* fue de 31,5% y de 6,5% para *R. prolixus*. La longevidad en las hembras fue mayor en *R. prolixus*.

Conclusiones. Los estadios de *R. prolixus* tienen menor duración, las ninfas en general realizan menor número de comidas que *R. colombiensis*, los adultos de *R. prolixus* toman mayor número de comidas y ovipositan mayor número de huevos fértiles, presentando hembras con mayor longevidad. Todos estos parámetros indican que *R. prolixus* presenta mejor éxito reproductivo que *R. colombiensis*, en las condiciones experimentales utilizadas. Los datos inéditos sobre el ciclo de vida de *R. colombiensis* serán de utilidad para el mantenimiento de las colonias en el laboratorio.

Palabras clave: *Rhodnius*, etapas del ciclo de vida, longevidad, tasa de mortalidad.

Comparison of the life cycles of *Rhodnius colombiensis* Moreno, Jurberg & Galvão, 1999 and *R. prolixus* Stal, 1872 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) under laboratory conditions

Introduction. *Rhodnius colombiensis* is a sylvatic triatomine associated with wine palm trees (*Attalea butyracea*) in the high basin of the Magdalena river (Colombia). The frequent invasion of these vectors into human dwellings and the high prevalences of natural infection with *Trypanosoma cruzi* of these insects suggest an important role in the transmission of Chagas disease.

Objective. The length of the life cycles of *R. colombiensis* and *R. prolixus* under laboratory conditions were compared.

Materials and methods. Ninety-two individuals for each species were studied. The mean duration time of each stage, the number of bloodmeals for each stage, the percentage of mortality, the cause of death, the mean of eggs laid by female, the number of fertile eggs and the longevity of adults were recorded.

Results. The mean duration time of all stages of *R. colombiensis* was higher than in *R. prolixus*, producing significant differences in the overall time from egg to adult. The mean of total eggs and fertile eggs showed significant differences, being higher in *R. prolixus* than in *R. colombiensis*. The total mortality was 31.5% for *R. colombiensis* and 6.5% for *R. prolixus*. The longevity of females was higher in *R. prolixus*.

Conclusions. The stages of *R. prolixus* are of relatively short duration. In general, the nymphs take fewer bloodmeals than *R. colombiensis*, the adults take more bloodmeals and oviposit a larger number of fertile eggs, and females have a greater longevity. These parameters indicated that *R. prolixus* has superior reproductive success in comparison with *R. colombiensis* under the experimental conditions used. These new life cycle data of *R. colombiensis* will be useful for maintenance of laboratory colonies.

Key words: *Rhodnius*, life cycle stages, longevity, mortality rate.

Como consecuencia del aumento de la urbanización y la extensión de cultivos, durante las últimas décadas se han presentado intervenciones humanas en ecotopos naturales de los triatominos silvestres y los reservorios de *Trypanosoma cruzi*, lo cual ha favorecido la interacción de estas especies con el ciclo peridoméstico y doméstico de la enfermedad de Chagas (1,2). Por otro lado, los cambios climáticos pueden ocasionar modificaciones en la distribución geográfica de las especies e incremento en el número de comidas, lo cual implicaría un aumento en la probabilidad de infección y transmisión, una aceleración del ciclo biológico y un aumento de la densidad poblacional en los ciclos de transmisión (3).

Rhodnius colombiensis es una especie silvestre distribuida en la cuenca alta del río Magdalena, la cual incluye los departamentos de Cundinamarca, Tolima y Huila, en donde se encuentra asociada con palmas de vino (*Attalea butyracea*) en simpatría con *R. prolixus* domiciliado en esta misma región. El hábitat natural de *R. colombiensis* en algunos municipios del departamento del Tolima se ha intervenido sistemáticamente y se

ha sustituido por cultivos de cachaco (*Musa balbisiana*). Estas actividades antrópicas al parecer han favorecido la adaptación de los insectos a ecotopos cercanos a las viviendas humanas (Vallejo GA, Lozano LE, Carranza JC, Sánchez JL, Jaramillo JC, Guhl F, *et al*. Ecología de los triatominos no domiciliados en Colombia con especial referencia a *Rhodnius colombiensis* en el departamento del Tolima. En: Vallejo GA, Carranza JC y Jaramillo JC editores. Curso Taller Internacional: Biología, Epidemiología y Control de la Tripanosomosis Americana y Leishmaniosis. Ibagué, Colombia 2000. p. 1-134). Por otro lado, se han encontrado ninfas de cuarto y quinto estadio, hembras y machos de *R. colombiensis* en viviendas y construcciones peridomiciliares de 14 municipios del departamento del Tolima, constituyendo un indicio de la invasión esporádica de esta especie al peridomicilio y domicilio humano (datos no publicados). De manera semejante, otras especies consideradas exclusivamente silvestres se han encontrado en infestaciones domiciliarias y peridomiciliares, como es el caso de *Panstrongylus geniculatus* en el estado de Lara en Venezuela y en la cuenca del Amazonas en Brasil (4,5). En el departamento del Tolima también se han observado en *R. colombiensis* prevalencias de *T. cruzi* y *T. rangeli* del 45 y 28,6%, respectivamente (datos no publicados), situación que configura un riesgo para la transmisión de *T. cruzi* por parte de este vector.

El éxito de las estrategias de vigilancia y control de los triatominos no domiciliados en Colombia y

Correspondencia:

Gustavo Adolfo Vallejo, Laboratorio de Investigaciones en Parasitología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, A.A. 546, Ibagué, Colombia.
Telefax (+57-8) 2669176.
gvallejo@ut.edu.co

Recibido: 23/03/06; aceptado: 08/09/06

en América Latina depende en parte del conocimiento de su biología, de su evolución y genética, puesto que estas especies constituyen un riesgo potencial en el desarrollo de procesos de domiciliación. Por este motivo, en el presente trabajo se describe el ciclo de vida de *R. colombiensis*, la mortalidad, el número de comidas de cada estadio de desarrollo y el número de huevos puestos por las hembras durante su vida, y se compara en las mismas condiciones experimentales con el ciclo de vida de *R. prolixus*, principal vector domiciliado en Colombia. Adicionalmente, los resultados inéditos de la bionomía de *R. colombiensis* serán de utilidad para el mantenimiento de las colonias en el laboratorio.

Materiales y métodos

Los especímenes de *R. colombiensis* se capturaron en palmas de *Attalea butyracea* y los de *R. prolixus* en domicilios humanos en el municipio de Coyaima, departamento del Tolima, Colombia.

Las colonias de ambas especies se mantuvieron a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, 75 a 80% de humedad relativa y fotoperiodicidad de 12/12 horas en una incubadora automática B.O.D. Lab-Line. Los triatomos fueron alimentados con sangre de gallina semanalmente. Treinta y seis hembras y doce machos de cada especie se emplearon para obtener la descendencia con la cual se efectuó el estudio del ciclo de vida. Los huevos se colocaron individualmente en recipientes transparentes de 5 cm de altura y 3 cm de diámetro. Se estudió el desarrollo de 92 insectos de cada especie. A las N1 se les ofreció sangre de gallina diariamente hasta su primera comida y luego se les alimentó semanalmente con la misma fuente. Se revisaron diariamente para determinar la duración de cada estadio, y así mismo se determinó la mortalidad por estadio y la causa de muerte.

Número de comidas en cada estadio de desarrollo

De los 92 *R. colombiensis* estudiados, 63 de ellos alcanzaron el estadio adulto, sin embargo, tres de ellos no realizaron ninguna comida durante su fase adulta y murieron por inanición, lo que explica que en los análisis estadísticos se utilizaran 60

insectos. Para cada individuo se verificó el número de comidas necesarias para mudar de un estadio a otro. De los 92 *R. prolixus* estudiados, 86 alcanzaron el estadio adulto y de ellos se seleccionaron aleatoriamente 60 individuos para el análisis estadístico.

Promedio de huevos e índice de fertilidad

Se establecieron 32 matrimonios con adultos vírgenes de cada especie. Diariamente, y hasta la muerte de las hembras, se contabilizaron los huevos y se calculó el promedio de los índices de oviposura, establecidos como la relación entre el número de huevos puestos por cada hembra durante el período de vida. También se calculó el promedio de los índices de fertilidad, o sea, la relación entre el número de huevos fértiles y el número total de huevos puestos por cada hembra.

Análisis estadístico

En cada una de las variables del estudio se hicieron estimaciones de medias con los respectivos intervalos de 95% de confianza. Se utilizó una técnica de análisis multivariado de varianza (MANOVA) para comparar los promedios de las diferentes variables entre las dos especies en cada uno de los estadios de desarrollo. Los *softwares* utilizados fueron STATISTICA V. 4,5 y ESM PLUS V. 8.2,0.

Resultados

Duración del ciclo de vida

La duración desde huevo hasta adulto en *R. colombiensis* fue de 144,4 días con un mínimo de 96 y máximo de 268 días. Por otro lado, la duración del ciclo de vida de *R. prolixus* fue de 117,7 días en promedio, con un mínimo de 73 y máximo de 206 días. El tiempo promedio de incubación de los huevos de *R. colombiensis* fue de 16,2 días, mientras que el de *R. prolixus* fue de 15,4 días (cuadro 1).

El tiempo de duración para cada uno de los estadios de desarrollo de *R. colombiensis* fue de 14,9 días para N1-N2, 18,5 días para N2-N3, 32,9 días para N3-N4, 29,4 días para N4-N5 y 32,5 días para el N5-adulto. Por su parte, los estadios de desarrollo de *R. prolixus* tuvieron un tiempo promedio de duración de 12,4 días para N1-N2,

15,3 días para N2-N3, 19,8 días para N3-N4, 25,1 días para N4-N5 y 29,7 días para el N5-adulto. Todos los estadios mostraron diferencias significativas entre *R. colombiensis* y *R. prolixus* (figura 1). Las N1 de *R. colombiensis* demoraron en promedio 5,6 días, con un mínimo de 2 y un máximo de 13, para la toma de su primer alimento, mientras que las N1 de *R. prolixus* necesitaron 4,2 días en promedio, con un mínimo de 3 y un máximo de 8.

Número de comidas por estadio

El promedio del número de comidas por estadio de *R. colombiensis* fue de 1,8 para N1; 2,1 para N2; 3,7 para N3; 3,4 para N4 y N5, y 19,9 para el

adulto. Para *R. prolixus*, el número promedio de comidas fue de 1,3 para N1; 1,9 para N2; 2,3 para N3; 2,9 para N4; 3,2 para N5, y 28,1 para el adulto (cuadro 2). Los promedios del número de comidas para los estadios N1, N3, N4 y adulto de ambas especies presentaron diferencias significativas. A excepción de los adultos, cada uno de los estadios de *R. colombiensis* presentó un mayor número promedio de comidas que los de *R. prolixus* (figura 2).

Longevidad, fertilidad y mortalidad

La longevidad del adulto de *R. colombiensis* presentó un promedio de 194,6 días, con un mínimo de 24 y máximo de 357. Para *R. prolixus*

Cuadro 1. Ciclo de vida de 60 *R. colombiensis* y 60 *R. prolixus* desde huevo hasta adulto expresado en días. Desviación estándar (S) y varianza (S²). El nivel de significación es de 0,05. Las diferencias fueron significativas cuando *p* < 0,05.

Especie	<i>R. colombiensis</i>					<i>R. prolixus</i>					Comparaciones
Estadios	Mínimo	Máximo	Promedio	S	S ²	Mínimo	Máximo	Promedio	S	S ²	Valor <i>p</i>
H-N1	15	19	16,2	0,7	0,4	12	16	15,4	0,7	0,5	0,00000
N1-N2	11	22	14,9	3,1	9,3	10	23	12,4	2,5	6,2	0,00002
N2-N3	11	41	18,5	4,4	19,5	10	33	15,3	4,4	19,8	0,00042
N3-N4	17	67	32,9	13,4	178,6	11	34	19,8	4,2	17,9	0,00000
N4-N5	17	59	29,4	9,9	97,3	7	50	25,1	8,6	74,2	0,01096
N5-adulto	25	60	32,5	6,3	40,4	23	50	29,7	5,2	27,6	0,00908
Total	96	268	144,4	-	-	73	206	117,7	-	-	-

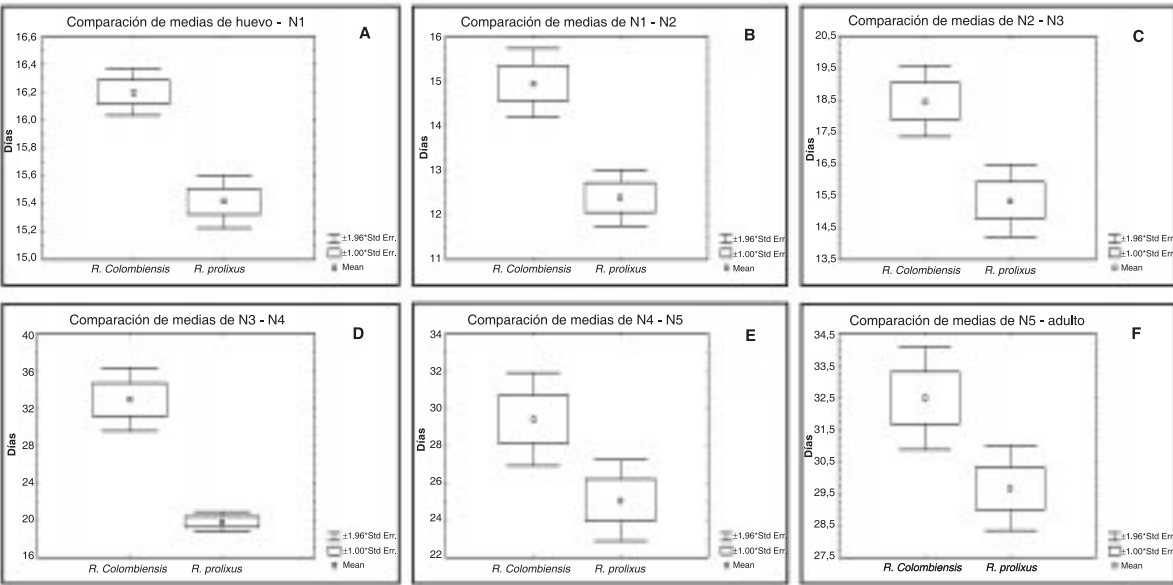


Figura 1. Comparación entre las medias del tiempo (días) de eclosión A (huevo-N1) y de muda de cada estadio de desarrollo (B: N1-N2, C: N2-N3, D: N3-N4, E: N4-N5 y F: N5-adulto) con sus respectivos intervalos de confianza de 95% para *Rhodnius colombiensis* y *Rhodnius prolixus*.

Cuadro 2. Número de comidas de 60 *R. colombiensis* y 60 *R. prolixus* durante el ciclo de vida. Desviación estándar (S) y varianza (S²). El nivel de significancia es de 0,05. Las diferencias fueron significativas cuando p < 0,05.

Especie	<i>R. colombiensis</i>					<i>R. prolixus</i>					Comparaciones
Estadios	Mínimo	Máximo	Promedio	S	S²	Mínimo	Máximo	Promedio	S	S²	Valor p
N1	1	3	1,8	0,6	0,3	1	3	1,3	0,5	0,2	0,00000
N2	1	5	2,1	0,6	0,3	1	4	1,9	0,7	0,5	0,08032
N3	2	8	3,7	1,8	3,1	1	4	2,3	0,6	0,3	0,00000
N4	2	8	3,4	1,4	2	1	6	2,9	1,1	1,1	0,01746
N5	2	6	3,4	0,7	0,5	2	5	3,2	0,6	0,3	0,12078
Adulto	3	44	19,9	8,1	65,9	15	39	28,1	5,9	35,1	0,00000
Total	11	74	34,3	-	-	21	61	39,7	-	-	-

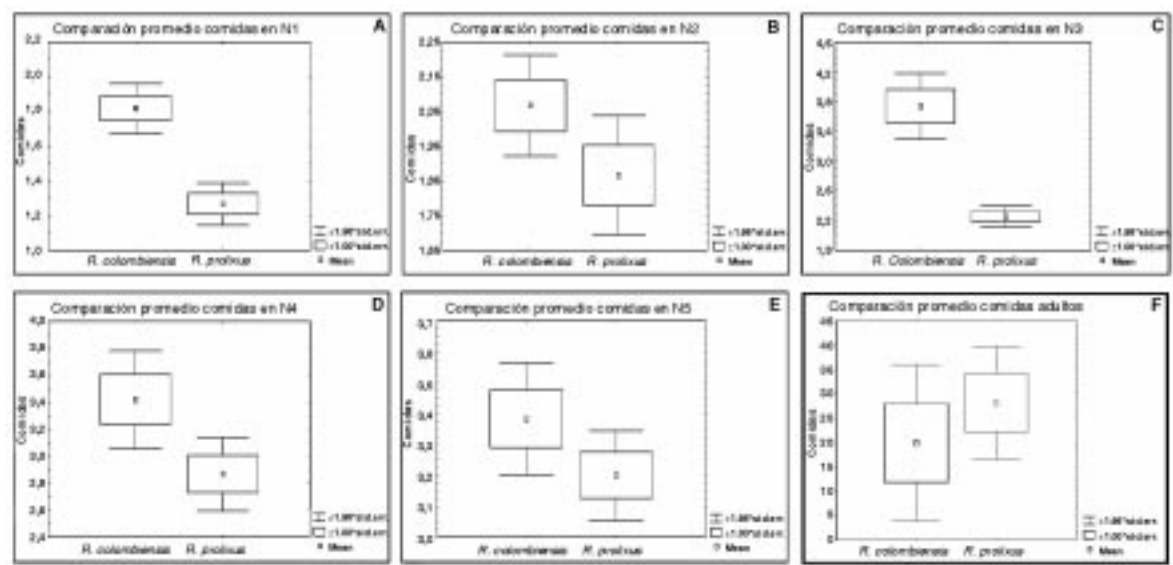


Figura 2. Comparación entre las medias del número de comidas y los intervalos de confianza de 95% para cada uno de los estadios de desarrollo (A: N1, B: N2, C: N3, D: N4, E: N5, F: adulto) para *R. colombiensis* y *R. prolixus*.

el período de longevidad fue de 226,4 días, con un mínimo de 136 y máximo de 318, dándose diferencias significativas entre las dos especies. Se observó que el promedio de huevos ovipositados por *R. colombiensis* fue de 214,5, con un mínimo de 82 y máximo de 408, en un período de vida promedio de las hembras de 187,3 días (rango 101 a 357 días). Para *R. prolixus* el promedio de huevos fue de 574,1, con mínimo de 259 y máximo de 1.083, en un período de vida promedio de las hembras de 222,7 días (rango 136 a 287 días). El promedio de huevos fértiles para *R. colombiensis* fue de 183,6 (rango 41 a 332) y para *R. prolixus* fue de 514,1 (rango 250 a 903). Además, el promedio de huevos no fértiles para *R. colombiensis* fue de 30,9 (rango 0 a 105) y de 59,9 (rango 0 a 202) para *R. prolixus*. El promedio del índice de ovipostura para *R. colombiensis* fue de 1,1 y para *R. prolixus* de 2,6. Por otro lado, el promedio del índice de fertilidad para *R. colombiensis* fue de 0,8 y de 0,9 para *R. prolixus* (cuadro 3).

De los 92 insectos de *R. colombiensis* observados, 29 murieron sin completar el ciclo de vida (31,5%), presentándose el mayor porcentaje de mortalidad en el estadio N3 a N4 (18,2%), seguido por el estadio N5 a adulto, con 7,3%. En el estadio N1 a N2, ningún individuo murió. De los 92 insectos observados en *R. prolixus*, 6 (6,5%) murieron sin completar el ciclo de vida. En este caso, el mayor

Cuadro 3. Promedio de huevos puestos; promedio de huevos fértiles y no fértiles; promedio del índice de ovipostura; fertilidad y promedio de longevidad de las hembras de *R. colombiensis* y *R. prolixus*. El nivel de significación es de 0,05.

Variables Promedios	Especies	<i>R. colombiensis</i>	<i>R. prolixus</i>	Valores <i>p</i>
Huevos puestos		214,5	574,1	0,00000
Huevos fértiles		183,6	514,1	0,00000
Huevos no fértiles		30,9	59,9	0,01532
Índice de ovipostura ^a		1,1	2,6	0,00000
Índice de fertilidad ^b		0,8	0,9	0,09122
Longevidad de las hembras ^c		187,3	222,7	0,00342

^aÍndice de ovipostura = $\frac{\text{Número de huevos ovipositados por hembra}}{\text{Número de días de cada hembra (longevidad)}}$

^bÍndice de fertilidad = $\frac{\text{Número de huevos fértiles por hembra}}{\text{Total de huevos ovipositados por hembra}}$

^cLongevidad de las hembras = número de días

porcentaje de mortalidad lo presentó el quinto estadio ninfal con 4,4%. En los estadios N1 a N2 y N3 a N4 ningún individuo murió.

De los 29 *R. colombiensis* muertos, el 83% murió atrapado en la exuvia o realizó ecdisis defectuosas, y el 17,2% murió por presentar problemas en la toma de alimento. De los seis *R. prolixus* muertos, el 33,3% murió por presentar problemas en la toma de alimento y el 66,7% atrapado en la exuvia o realizó ecdisis defectuosas.

Discusión

La presencia de *T. cruzi* en vectores, reservorios silvestres y en humanos se viene reportando en el departamento del Tolima desde la década de 1930 (6-8). Recientes estudios de serología en bancos de sangre mostraron en el departamento del Tolima una serorreactividad contra *T. cruzi* de 0,69% (9). Por otro lado, el 67% de las muestras de sangre de habitantes del municipio de Coyaima seropositivos para infección chagásica presentó PCR positivo para *T. cruzi* (Sánchez JL, Carranza JC, Vallejo GA, Lozano LE, Jaramillo JC, Guhl F. Diagnóstico molecular de *Trypanosoma cruzi* en reservorios y humanos en una área endémica del departamento del Tolima (Colombia). En: Vallejo GA, Carranza JC y Jaramillo JC editores. Curso Taller Internacional: Biología, Epidemiología y Control de la Tripanosomosis Americana y Leishmaniosis. Ibagué, Colombia 2000. p.1-134). *R. colombiensis* es una especie silvestre descrita

en 1999 (10); en el departamento del Tolima se encuentra en simpatría con *R. prolixus* domiciliado. Por tratarse de un especie silvestre, *R. colombiensis* se ha estudiado poco y los conocimientos sobre su biología son escasos. El hallazgo de ninfas de cuarto y quinto estadio, machos y hembras de *R. colombiensis* en el interior de viviendas humanas indicaría el inicio de su domiciliación, tal como se ha reportado para *R. neivai*, una especie silvestre limitada a zonas áridas de la región central y occidental de Venezuela y del norte de Colombia, en donde se han encontrado grupos de ninfas y adultos en las viviendas humanas (11,12). Los estudios sobre el ciclo de vida y comportamiento de *R. colombiensis* podrían contribuir a evaluar el riesgo de adaptación de esta especie al peridomicilio e intradomicilio y su potencial como vector de *T. cruzi* en esta región de Colombia.

Ciclo de vida

Este es el primer trabajo en el que se obtuvo el promedio del ciclo de vida de *R. colombiensis* (144,4 días, mínimo de 96 y máximo de 268), el cual supera en 26,7 días el promedio de vida de *Rhodnius prolixus* (117,7 días, mínimo de 73 y máximo de 206). Estos resultados reflejan el mayor vigor de las colonias de *R. prolixus* comparadas con las colonias de *R. colombiensis* bajo las mismas condiciones de laboratorio.

Se ha señalado que el desarrollo de los triatomos varía de acuerdo a las especies estudiadas y a

las condiciones experimentales de temperatura, humedad relativa y fuente de alimento (13,14). En consecuencia, es difícil comparar los resultados sobre ciclos de vida existentes en la literatura, debido a las variaciones experimentales de cada trabajo. Por ejemplo, para algunas especies de *Rhodnius* se han reportado promedios de 102 y 120 días, como es el caso de *R. ecuadoriensis* (15); de 101, 127 y 209,4 días para *R. nasutus* (16,17); de 104, 131, 154,2 y 177,1 días para *R. neglectus* (18,19); de 181,2, 118, 86,7 y 68,9 días para *R. neivai* (20,21); de 212 y 126 días para *R. pallescens* (22); de 190,7, 278 y 118 días para *R. pictipes* (20,23,24); de 114, 140 y 118 días para *R. prolixus* (20,25), y de 114 y 135 días para *R. robustus* (26). En otros géneros de triatominos se han observado promedios de 196,8 y 189,5 días para *Meccus picturatus* (27); de 230,3 días para *Triatoma flavida* (28), y de 180,1 días para *T. rubrovaria* (29).

Con relación a la variación del ciclo de vida ocasionada por las diferencias en las fuentes de alimento, varios autores han comparado los ciclos de vida de al menos siete especies de triatominos, encontrando que fueron más cortos cuando se alimentaron sobre mamíferos (ratones) que cuando se alimentaron sobre aves (gallinas, pollos o palomas) (30-35). Sin embargo, el ciclo de vida reportado en *R. neivai* alimentado sobre conejos fue más prolongado que el de la misma especie alimentada sobre gallinas (36). Por otro lado, no se observaron diferencias significativas en cohortes de *Meccus picturatus* alimentadas sobre gallinas o sobre conejos (27). Los resultados anteriores probablemente son el reflejo de asociaciones específicas entre los vectores y diferentes especies de mamíferos o de aves que constituyen su principal fuente de alimento en condiciones naturales.

Se han señalado otros factores de importancia que influyen en la duración del ciclo de vida de los triatominos como la temperatura y la humedad. Se ha reportado que las temperaturas elevadas, independientemente de la humedad asociada, pueden acelerar el ciclo biológico de la especie; sin embargo, también pueden afectar la sobrevivencia de las colonias, impidiendo su mantenimiento en el laboratorio (37). Por otro lado,

se ha observado la existencia de rangos de temperaturas y de humedades relativas propicias para el óptimo desarrollo de los triatominos (38).

Es posible que otras variables, como la competencia entre individuos por la toma del alimento, puedan influir sobre los resultados. Por esta razón, las condiciones experimentales utilizadas en el presente trabajo fueron optimizadas para evitar la competencia de individuos durante el ofrecimiento y la toma del alimento de manera que los resultados no fueran afectados.

Días para tomar el alimento por primera vez

Las ninfas de primer estadio de *R. colombiensis* emplean más tiempo (5,6 días en promedio, con mínimo de 2 días y máximo de 13) en tomar su alimento por primera vez que las ninfas de primer estadio de *R. prolixus* (4,2 días en promedio, con mínimo de 3 días y máximo de 8). Probablemente el proceso de esclerotización de las N1 de *R. colombiensis* sea más demorado, aunque se han reportado otros factores que podrían dificultar la realización de la primera comida, como la fragilidad del aparato bucal, la dificultad para alcanzar el hospedero y alcanzar un capilar (39).

Se ha reportado que las ninfas de primer estadio de *R. pictipes* presentan un promedio de 4,7 días, con un mínimo de 3 y máximo de 7, para comer por primera vez (23), dato que se asemeja al observado en el presente trabajo para *R. prolixus*.

Número de comidas realizadas en cada estadio de desarrollo

El número de comidas realizadas por los triatominos es de gran importancia desde el punto de vista epidemiológico, ya que cuanto más contactos ocurran entre vectores y hospederos, mayor será la probabilidad de infección o transmisión de *T. cruzi* (30,37). Resulta de gran interés que los estadios ninfales de *R. colombiensis* necesitaran mayor promedio de comidas (entre 1,8 y 3,4) para realizar la muda que los mismos estadios de *R. prolixus* (entre 1,3 y 3,2). Por otro lado, los adultos de *R. prolixus* presentaron un promedio de 28,1 alimentaciones y los de *R. colombiensis* un promedio de 19,9 (figura 2). De acuerdo a lo anterior, las ninfas de *R. colombiensis* infectadas con *T. cruzi* presentarían mayor probabilidad de

transmisión que las ninfas de *R. prolixus* infectadas con *T. cruzi*. De otra parte, los adultos de *R. prolixus* infectados con *T. cruzi* tendrían mayor probabilidad de transmisión que los adultos de *R. colombiensis* infectados con el parásito.

Algunos trabajos realizados con diferentes especies de triatomíneos han mostrado variabilidad en el promedio de comidas tanto en ninfas como en adultos. Así por ejemplo, en *R. brethesi* (40) las ninfas presentaron un promedio del número de comidas relativamente bajo (entre 1,57 y 1,73) comparado con los resultados de *R. colombiensis* y *R. prolixus* en el presente trabajo. En otros trabajos se han observado promedios semejantes, como en el caso de *R. pictipes* alimentados sobre ratones o artificialmente con membrana de silicona con sangre de carnero, presentando un promedio de alimentaciones de 1 a 3,9 en los estadios ninfales, y en adultos hembras y machos (39). En *Meccus picturatus* las ninfas alimentadas con sangre de gallina o conejo no superaron las 2,3 comidas en promedio (27). En *T. flavida* las ninfas presentaron un número promedio que no superó las 3,7 comidas (28). Resulta interesante la observación de los adultos de *R. brethesi*, los cuales presentaron un promedio de 7,52, muy por debajo de los adultos de *R. colombiensis* y *R. prolixus* observados en el presente trabajo (40). Las diferencias observadas en el número de comidas de las ninfas reflejaría diferencias en la capacidad de asimilación del alimento para promover la muda y alcanzar el estado adulto. De igual manera, las diferencias observadas en el número de comidas del adulto reflejaría la variabilidad de la capacidad de las hembras para la oviposición.

Porcentaje de mortalidad

Al comparar los datos de mortalidad de algunos estudios, se observa una extensa variabilidad entre diferentes especies e incluso dentro de la misma especie. La mortalidad de *R. colombiensis* y de *R. prolixus* presentó un patrón irregular en el que las N1 de ambas especies no presentaron mortalidad, las N2 presentaron baja mortalidad y las N3 de *R. colombiensis* y las N5 de *R. prolixus* presentaron la mayor mortalidad. Otros autores también han reportado patrones irregulares de mortalidad en *T. flavida* (28). En el presente

trabajo, *R. colombiensis* presentó mayor mortalidad (31,5%) que *R. prolixus* (6,5%). Estudios realizados por otros autores sugieren que las diferentes tasas de mortalidad podrían estar determinadas por la especie de triatómino estudiada y por las condiciones experimentales utilizadas. Por ejemplo, se han reportado mortalidades de 16,3% para *R. brethesi* (40); de 19,2% para *R. domesticus* (41); de 38 y 33% para *R. pictipes* (20,23), y de 16% para *R. prolixus* (42).

En el presente trabajo se observó en *R. prolixus* un mayor número de insectos que completaron exitosamente su ciclo de vida, el 93,5% (86/92 insectos). En contraste, el 68,5% (63/92 insectos) de los *R. colombiensis* completaron su ciclo de desarrollo.

En estudios previos se ha observado que las causas de mortalidad durante el ciclo de vida son las mudas defectuosas y los problemas en la toma de alimento (20,23,27,28,37,41). En el presente trabajo también se observaron estas causas de muerte, destacándose que para *R. colombiensis* la principal causa de mortalidad fue la incapacidad para la muda, pues el 83% (24/29) murió atrapado en la exuvia. Igualmente, se ha observado la incapacidad para la muda en el ciclo de *R. robustus* como la principal causa de muerte (37).

Promedio de huevos

El promedio de huevos ovipositados por *R. colombiensis* fue de 214,5, con un mínimo de 82 y máximo de 408, en un período de vida promedio de 187,3 días (rango 101 a 357 días). El promedio del índice de fertilidad fue de 0,8 para *R. colombiensis*. El promedio de huevos para *R. prolixus* fue de 574,1 huevos, con un mínimo de 259 y máximo de 1.083, en un período de vida promedio de 222,7 días (rango 136 a – 287 días). El promedio del índice de fertilidad fue de 0,9 para *R. prolixus*.

Se ha observado en *R. domesticus* un promedio de huevos de 335 (rango de 173 a 469) en un promedio de vida de 328 ± 73 días (41), superior al observado en *R. colombiensis*, pero inferior al de *R. prolixus*.

En los triatóminos, la fuente de alimento es un factor importante en la tasa reproductiva y en el

índice de fertilidad. Se ha planteado que la sangre de gallina presenta mayor cantidad de nutrientes que la sangre de mamífero (43) y que la digestión de la sangre de gallina es más rápida para la producción de huevos en los insectos que la de la sangre de mamífero (44,45). En el presente trabajo se utilizó sangre de gallina, sin embargo, los resultados mostraron menores tasas de oviposición y fertilidad en *R. colombiensis* que en *R. prolixus* alimentados con sangre de gallina. Es posible que *R. colombiensis* se encuentre más adaptado a una fuente de alimento constituida por mamíferos silvestres, ya que con frecuencia está asociado a los nidos de *Didelphis marsupialis*. Probablemente en condiciones naturales esta fuente de proteínas permita un ciclo de vida más eficiente con mayores tasas de oviposición y mayores índices de fertilidad.

Conclusiones

La extrapolación de datos de laboratorio a las poblaciones naturales es relativamente fácil en triatomíneos domiciliados como en el caso de *R. prolixus*, debido a que en el domicilio todas las etapas del ciclo de vida ocurren en un ambiente relativamente uniforme. Para el caso de los triatomíneos silvestres, como es el caso de *R. colombiensis*, la extrapolación de datos de laboratorio a poblaciones naturales es más difícil porque las etapas del ciclo de vida pueden ocurrir en ambientes heterogéneos, con variaciones climáticas significativas durante el día y con diferentes fuentes de alimento. Aunque el éxito reproductivo de *R. colombiensis* fue menor que el de *R. prolixus* en las condiciones experimentales utilizadas en el presente trabajo, se ha comprobado que *R. colombiensis* en condiciones naturales presenta altas densidades de poblaciones en ecotopos formados por las brácteas de *Attalea butyraceae*, asociada con nidos de *Didelphis marsupialis* en donde se han registrado promedios hasta de 39,5 insectos/nido, lo que sugiere éxito reproductivo en estos ecotopos (Vallejo GA, Lozano LE, Carranza JC, Sánchez JL, Jaramillo JC, Guhl F, *et al.* Ecología de los triatomíneos no domiciliados en Colombia con especial referencia a *Rhodnius colombiensis* en el departamento del Tolima. En: Vallejo GA, Carranza JC y Jaramillo JC editores. Curso Taller Internacional: Biología,

Epidemiología y Control de la Tripanosomosis Americana y Leishmaniasis. Ibagué, Colombia 2000. p.1-134). A manera de hipótesis se podría plantear que si *R. colombiensis*, que posee un ciclo de vida más largo y con mayor número promedio de comidas que las ninfas de *R. prolixus* en condiciones de laboratorio, presentara también características biológicas semejantes en los nidos de las palmas, podría depender más del huésped vertebrado para su desarrollo hasta el estadio adulto, lo cual explicaría la eficiencia de *R. colombiensis* en la transmisión de *T. cruzi* y *T. rangeli* a sus reservorios naturales en la cuenca alta del río Magdalena. Por ello sería de gran importancia explorar esta hipótesis estudiando la duración del ciclo de vida de *R. colombiensis* y su comportamiento cuando se alimenta sobre mamíferos didélfidos. Finalmente, es importante destacar que el presente estudio aporta datos inéditos de la bionomía para el mantenimiento de *R. colombiensis* en condiciones de laboratorio.

Agradecimientos

Los autores agradecen el análisis crítico y las valiosas sugerencias aportadas por dos evaluadores anónimos, las cuales mejoraron el manuscrito original.

Conflicto de intereses

Los autores del presente artículo declaramos que no teníamos conflictos de intereses de orden académico, institucional u operacional en el momento de realización de la investigación.

Financiación

Este trabajo recibió financiación del Instituto Colombiano "Francisco José de Caldas" (Colciencias), proyecto 105-05-279-99, y del Fondo de Investigaciones de la Universidad del Tolima. También recibió apoyo internacional de la Red ECLAT (European Community – Latin-American Network for Research on the Biology and Control of Triatominae).

Referencias

1. Luitgards-Moura JF, Borges-Pereira J, Costa J, Zauza PL, Rosa-Freitas MG. On the possibility of autochthonous Chagas disease in Roraima, Amazon region, Brazil, 2000-2001. Rev Inst Med Trop Sao Paulo 2005;47:45-54.

2. **Vasquez AM, Samudio FE, Saldaña A, Paz HM, Calzada JE.** Eco-epidemiological aspects of *Trypanosoma cruzi*, *Trypanosoma rangeli* and their vector (*Rhodnius pallescens*) in Panama. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 2004;46:217-22.
3. **Carcavallo RU.** Climatic factors related to Chagas disease transmission. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1999;94 (Suppl. 1):367-9.
4. **Feliciangeli MD, Carrasco H, Patterson JS, Suarez B, Martínez C, Medina M.** Mixed domestic infestation by *Rhodnius prolixus* Stal, 1859 and *Panstrongylus geniculatus* Latreille, 1811, vector incrimination, and seroprevalence for *Trypanosoma cruzi* among inhabitants in El Guamito, Lara State, Venezuela. *Am J Trop Med Hyg* 2004;71:501-5.
5. **Valente VC, Valente SA, Noireau F, Carrasco HJ, Miles MA.** Chagas disease in the Amazon Basin: association of *Panstrongylus geniculatus* (Hemiptera: Reduviidae) with domestic pigs. *J Med Entomol* 1998;35:99-103.
6. **Uribe PC.** Infección del *Rhodnius prolixus* Stahl por *Trypanosoma cruzi* y *Trypanosoma rangeli*. *Clásicos del INS. Biomédica* 1996;16:87-92.
7. **Marinkelle CJ.** Colombian triatominae and their infestation with trypanosomatid flagellates. *Mitt-Inst Colombo-Aleman Invest Cient* 1972;6:11-30.
8. **Corredor A, Santacruz M, Paez S, Guatame LA.** Distribución de los triatominos domiciliarios en Colombia. Bogotá D.E.: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud; 1990. p.144.
9. **Beltrán M, Bermúdez MI, Forero MC, Ayala M, Rodríguez MJ.** Control de la infección por *Trypanosoma cruzi* en donantes de sangre de Colombia, 2003. *Biomédica* 2005;25:527-32.
10. **Mejía JM, Galvão C, Jurberg J.** *Rhodnius colombiensis* sp. N da Colômbia com quadros comparativos entre estruturas fâlicas do gênero *Rhodnius* Stal, 1859 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). *Entomol Vet* 1999;6: 601-17.
11. **Zeledon R.** Vectores de la enfermedad de Chagas y sus características ecofisiológicas. *Interciencia* 1983;8:384-95.
12. **Cabello DR.** Resistance to starvation of *Rhodnius neivai* Lent, 1953 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) under experimental conditions. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2001;96:587-91.
13. **Schofield CJ.** Population dynamics and control of *Triatoma infestans*. *Ann Soc Belg Med Trop* 1985;65 (Suppl. 1):149-64.
14. **Zarate LG.** The biology and behavior of *Triatoma barberi* (Hemiptera: Reduviidae) in México. III. Completion of the life cycle adult longevity, and egg production under optimal feeding conditions. *J Med Entomol* 1983; 20: 485-97.
15. **Silva IG, Silva HH.** Influência da temperatura na biologia de triatomíneos. XV. *Rhodnius ecuadoriensis* Lent e León, 1958. *Rev Goiana Med* 1990;36:49-54.
16. **da Silva IG, da Silva HH.** The influence of temperature on the biology of triatomine. IX. *Rhodnius nasutus* Stal, 1859 (Hemiptera, Reduviidae). *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1989;84:377-82.
17. **Soares MJ, dos Santos Filho PN, Bento DN.** The developmental cycle of *Rhodnius nasutus* Stal, 1859 studied in the laboratory. *Rev Soc Bras Med Trop* 1995;28:113-6.
18. **Silva IG, Silva HH.** Influência da temperatura na biologia de triatomíneos. II. *Rhodnius neglectus* Lent, 1954. *Rev Goiana Med* 1988;34:29-37.
19. **Rocha Dda S, Jurberg J, Carcavallo RU, Cunha V, Galvão C.** Influence of the temperature and humidity on the biology of *Rhodnius neglectus* Lent, 1954 in laboratory conditions (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). *Rev Soc Bras Med Trop* 2001;34:357-63.
20. **Lent H, Valderrama A.** Observações em laboratório sobre o ciclo evolutivo de *Rhodnius prolixus* Stal, 1859, *R. pictipes* Stal, 1872 e *R. neivai* Lent, 1953. *Rev Brasil Biol* 1977;37:325-44.
21. **Cabello DR.** Effects of environmental temperature on life tables of *Rhodnius neivai* Lent, 1953 (Hemiptera: Reduviidae) under experimental conditions. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1999;94:709-14.
22. **Jurberg J, Rangel EF.** Ciclo biológico de *Rhodnius pallescens* Barber, 1932 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) em laboratório. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1984;79:303-8.
23. **Rocha Dda S, Galvão C, Jurberg J.** Biology of *Rhodnius pictipes* Stal, 1872 under laboratory conditions (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1994;89:265-70.
24. **Otero AMA, Carcavallo RU, Tonn RJ.** Notas sobre la biología, ecología y distribución geográfica de *Rhodnius pictipes* Stal, 1872 (Hemiptera, Reduviidae). *Bol Dir Malarial San Amb* 1976;16:163-8.
25. **Silva IG, Silva HH.** Influência da temperatura na biologia de triatomíneos. VII. *Rhodnius prolixus* Stal, 1859. *Rev Patol Trop* 1988;14:145-55.
26. **Silva IG, Silva HH.** Influência da temperatura na biologia de triatomíneos. XI. *Rhodnius robustus* Larrousse, 1927. *Rev Goiana Med* 1988;34:145-54.
27. **Martínez-Ibarra JA, Novelo Lopez M, Hernandez Robles Mdel R, Grant Guillen Y.** Influence of the blood meal source on the biology of *Meccus picturatus* Usinger 1939 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) under laboratory conditions. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2003;98:227-32.
28. **Cabello DR, Lizano E.** Biology of *Triatoma flavida* Neiva, 1911 (Hemiptera: Reduviidae) under laboratory conditions. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2001;96:879-81.

29. **Almeida CE, Folly-Ramos E, Agapito-Souza R, Magno-Esperança G, Pacheco RS, Costa J.** *Triatoma rubrovaria* (Blanchard, 1843) (Hemiptera-Reduviidae-Triatominae) IV: bionomic aspects on the vector capacity of nymphs. Mem Inst Oswaldo Cruz 2005;100:231-5.
30. **Juarez E.** Behavior of *Triatoma infestans* under various laboratory conditions. Rev Saude Publica 1970;4:147-66.
31. **Diotaiuti L, Dias JC.** Comparative study of the development cycle of *Rhodnius neglectus* fed on pigeons or mice. Rev Soc Bras Med Trop 1987;20:95-9.
32. **Gomes JE, Azambuja P, Garcia ES.** Comparative studies on the growth and reproductive performances of *Rhodnius prolixus* reared on different blood sources. Mem Inst Oswaldo Cruz 1990;85:299-304.
33. **Braga MV, Pinto ZT, Lima MM.** Life cycle and reproductive patterns of *Triatoma rubrofasciata* (De Geer, 1773) (Hemiptera: Reduviidae), under laboratory conditions. Mem Inst Oswaldo Cruz 1998;93:539-42.
34. **Guarneri AA, Diotaiuti L, Gontijo NF, Gontijo AF, Pereira MH.** Comparison of feeding behaviour of *Triatoma infestans*, *Triatoma brasiliensis* and *Triatoma pseudomaculata* in different hosts by electronic monitoring of the cibarial pump. J Insect Physiol 2000;46:1121-7.
35. **Guarneri AA, Pereira MH, Diotaiuti L.** Influence of the blood meal source on the development of *Triatoma infestans*, *Triatoma brasiliensis*, *Triatoma sordida*, and *Triatoma pseudomaculata* (Heteroptera, Reduviidae). J Med Entomol 2000;37:373-9.
36. **Cabello DR, Lizano E, Valderrama A.** Vital statistics of *Rhodnius neivai* Lent, 1953 (Hemiptera: Reduviidae) under experimental conditions. Mem Inst Oswaldo Cruz 1987;82:511-24.
37. **Rocha DS, Jurberg J, Carcavallo RU, Presgrave OA, Cunha V, Galvao C.** Influence of temperature and humidity on the nymphal development of *Rhodnius robustus*. Rev Saude Publica 2001;35:400-6.
38. **Luz C, Fargues J, Grunewald J.** Development of *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae) under constant and cyclic conditions of temperature and humidity. Mem Inst Oswaldo Cruz 1999;94:403-9.
39. **Rocha Dda Silva, da Fonseca AH, Costa FA, Jurberg J, Galvao C.** Development of *Rhodnius pictipes* Stal, 1872 fed on mice and through a silicone membrane (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). Mem Inst Oswaldo Cruz 1997;92:553-8.
40. **Rocha D da Silva, dos Santos CM, Cunha V, Jurberg J, Galvão C.** Life cycle of *Rhodnius brethesi* Matta, 1919 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae), a potential vector of Chagas disease in the Amazon region. Mem Inst Oswaldo Cruz 2004;99:591-5.
41. **Guarneri AA, Pinto CJ, Schofield CJ, Steindel M.** Population Biology of *Rhodnius domesticus* Neiva & Pinto, 1923 (Hemiptera: Reduviidae) under Laboratory Conditions. Mem Inst Oswaldo Cruz 1998; 93: 273-6.
42. **Carcavallo RU, Tonn RJ, Ortega R, Betancourt P, Carrasquero B.** Notas sobre la biología, ecología y distribución geográfica de *Rhodnius prolixus* Stal, 1859 (Hemiptera: Reduviidae). Bol Dir Malariol San Amb 1978; XVIII:191-4.
43. **Downe AE, Archer JA.** The effects of different blood-meal sources on digestion and egg production in *Culex tarsalis* Coq. (Diptera: Culicidae). J Med Entomol 1975;12:431-7.
44. **Wigglesworth VB.** The principles of insect Physiology. 7th ed. London: Chapman & Hall; 1974. p.827.
45. **Nayar JK, Sauerman DM.** The effects of nutrition on survival and fecundity in Florida mosquitoes. Part 4. Effects of blood source on oocyte development. J Med Entomol 1977;14:167-74.