

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 31/01/2025.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Botucatu

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – CÂMPUS DE BOTUCATU (IBB/UNESP)  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA)

Yago Visinho dos Reis

**Especiação em Triatominae (Hemiptera, Reduviidae): seria o número de cromossomos uma barreira reprodutiva pré-zigótica para os vetores da doença de Chagas?**

Yago Visinho dos Reis

**Especiação em Triatominae (Hemiptera, Reduviidae): seria o número de cromossomos uma barreira reprodutiva pré-zigótica para os vetores da doença de Chagas?**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia) junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu.

Orientador: Prof. Dr. Kaio Cesar Chaboli Alevi

Coorientadora: Prof. Dra. Mara Cristina Pinto

Agencia financiadora: CNPq (140750/2019-3)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Reis, Yago Visinho dos.

Especiação em Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) :  
seria o número de cromossomos uma barreira reprodutiva  
pré-zigótica para os vetores da doença de Chagas? / Yago  
Visinho dos Reis. - Botucatu, 2023

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de  
Botucatu

Orientador: Kaio Cesar Chaboli Alevi

Coorientador: Mara Cristina Pinto

Capes: 20400004

1. Chagas, Doença de. 2. Doença de Chagas. 3. Insetos  
vetores. 4. Triatominae.

Palavras-chave: Cruzamentos experimentais; Doença de  
Chagas; Triatomíneos.

Yago Visinho dos Reis

**Especiação em Triatominae (Hemiptera, Reduviidae): seria o número de cromossomos uma barreira reprodutiva pré-zigótica para os vetores da doença de Chagas?**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia) junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu.

Comissão examinadora

Prof. Dr. Kaio Cesar Chaboli Alevi  
IOC/FIOCRUZ  
Orientador

Prof. Dr. Jader de Oliveira  
FSP/USP

Prof. Dr. Luis Lenin Vicente Pereira  
UNIJALES

Profa. Dra. Maria Tercília Vilela de Azeredo Oliveira  
IBILCE/UNESP

Profa. Dra. Elaine Folly-Ramos  
UFPB

Botucatu  
2023

*Dedico esse trabalho a todos e todas que me apresentaram o maravilhoso mundo da ciência e do conhecimento.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Gerson dos Reis e Andréa Roberto Visinho dos Reis, por toda a dedicação, amor e carinho que sempre tiveram por mim e por sempre mostrarem que a educação é a melhor forma de mudar o mundo. Graças a vocês eu pude chegar aqui, em um dos momentos mais importantes da minha vida. Serei eternamente grato por tudo!

Aos meus irmãos, Yasmin, Ysabella e Ygor, todos os Visinhos dos Reis (risos), pelo carinho e companheirismo, e que mesmo distantes estão sempre pertinhos em meu coração. Amo vocês! Não poderia deixar de agradecer também ao meu cunhado Everson Leme Mourão Júnior, por amar e cuidar da minha irmã Yasmin, e por ter trazido uma nova felicidade em nossas vidas, que é a nossa pequena Elouisy.

À Leticia Molina Hernandez, por ser, simplesmente, perfeita! Por estar ao meu lado em todos os momentos, aceitando e incentivando em todas as minhas escolhas. Por cada sorriso seu que alegra completamente os meus dias e por toda a força que sempre me deu quando eu já não tinha mais. Grande parte desta conquista eu devo a você! Muito obrigado por tudo, meu amor!

Aos meus sogros, Marcos Augusto Hernandez e Ândrea Mara Molina Hernandez, e às minhas cunhadas, Paloma, Natália e Maria Eduarda, por todo o amor e carinho que sempre tiveram por mim. Agradeço por fazer parte dessa família maravilhosa e por fazerem sempre eu me sentir em casa. Obrigado!

Aos meus amigos, Ivan Fernandes Golfetti, Daniele Ramalho de Siqueira, Gabriel Spanghero Ferreira e Roger de Oliveira, por todos os momentos bons juntos e pela força nos momentos difíceis. Vocês são incríveis!

Aos meus amigos de laboratório, Amanda Ravazi, Ana Beatriz Bortolozo de Oliveira e Fernanda Fernandez Madeira, pelas risadas em nossas viagens para Araraquara. Agradeço ao Jader de Oliveira, por todo o auxílio e colaboração na execução desse trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Kaio Cesar Chaboli Alevi por toda dedicação e por todo o conhecimento transmitido durante os últimos anos. Tive o prazer de ser orientado/coorientado por você desde o meu segundo ano da graduação, lá em 2013. Desde então passei por diversas etapas e amadurecimentos, tanto profissional como pessoal, e só tenho a agradecer pela nossa parceria e amizade. Agradeço imensamente por todos os incentivos e ensinamentos durante esse período. Finalizo agora o meu doutorado, mas espero que muitos anos de colaboração ainda venham pela frente.

Agradeço à Profa. Dra. Maria Tercilia Vilela de Azeredo Oliveira por ceder a infraestrutura do Laboratório de Biologia Celular do IBILCE para a execução desse trabalho e pelas colaborações realizadas. Agradeço também ao Prof. Dr. João Aristeu da Rosa por abrir as portas do Insetário de Triatominae da FCFAR, o qual foi parte fundamental para a realização desse trabalho.

Agradeço também ao Prof. Dr. Jader de Oliveira, ao Prof. Dr. Luis Lenin Vicente Pereira, à Profa. Dra. Maria Tercília Vilela de Azeredo Oliveira e à Profa. Dra. Elaine Folly Ramos, pela disponibilidade para participar da defesa e pelas valiosas contribuições.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (CNPq), pela bolsa concedida (Processo nº 140750/2019-3).

Agradeço, por fim, à UNESP, onde me graduei e me tornei Mestre, e nesse momento, me torno Doutor. Ao longo dessa jornada, já estive presente no IBILCE, em São José do Rio Preto, na FCFAR, em Araraquara, e no IB, em Botucatu, e tenho a certeza de que independentemente de onde eu for a UNESP sempre será uma parte de mim e a minha segunda casa, que estará pra sempre em minha memória, por todos os momentos maravilhosos que vivenciei por aqui.

*“Nada em biologia faz sentido exceto à luz da evolução”*

(DOBZHANSKY, 1973, p. 125-129)

## RESUMO

Os triatomíneos são insetos hematófagos de grande importância epidemiológica, pois podem transmitir o protozoário *Trypanosoma cruzi*, agente etiológico da doença de Chagas. Diversos estudos citogenéticos já foram realizados na subfamília Triatominae, contribuindo para a elucidação de problemáticas relacionadas com a taxonomia e sistemática desses vetores. Os cariótipos de várias espécies já foram descritos, sendo as alterações no número de cromossomos (que variam de  $2n = 21$  a  $25$  cromossomos no sexo heterogamético) relacionadas a eventos de fusão e fissão cromossômica a partir do cariótipo ancestral  $2n = 22$  (proposto com base no número modal dos cariótipos descritos em Triatominae). Essas alterações já foram relacionadas a eventos de isolamento reprodutivo e especiação em outros grupos de insetos e plantas. Além disso, recentemente foi levantada uma hipótese de que diferentes cariótipos, possivelmente, podem inviabilizar a formação de híbridos de triatomíneos. Dessa forma, caracterizamos quais barreiras de isolamento reprodutivo estão presentes entre espécies de triatomíneos com número de cromossomos diferentes e avaliamos as implicações de possíveis eventos de anagênese e cladogênese relacionados a mudanças no número de cromossomos ao longo do processo evolutivo dos vetores da doença de Chagas. Nossos resultados demonstram que: (1) o cariótipo ancestral de Triatominae é  $2n = 22$ ; (2) durante o processo evolutivo, pelo menos nove eventos cladogenéticos associados a alterações no número de cromossomos podem ter ocorrido nessa subfamília; e que (3) essas alterações podem atuar como barreira pré-zigótica em Triatominae (isolamento cariotípico), sendo importantes eventos evolutivos para a diversificação das espécies.

**Palavras-chaves:** triatomíneos; cruzamentos experimentais; barreira cariotípica; ChromoSSE.

## ABSTRACT

Triatomines are hematophagous insects of great epidemiological importance, as they can transmit the protozoan *Trypanosoma cruzi*, the etiological agent of Chagas disease. Several cytogenetic studies have already been carried out in Triatominae subfamily, contributing to the elucidation of problems related to the taxonomy and systematics of these vectors. The karyotypes of many species have already been described, with changes in the number of chromosomes (ranging from  $2n = 21$  to 25 chromosomes in the heterogametic sex) related to chromosomal fusion and fission events from the ancestral karyotype  $2n = 22$  (proposed based on the modal number of the karyotypes described in Triatominae). These changes have already been related to reproductive isolation and speciation events in other groups of insects and plants. In addition, a hypothesis was recently raised that different karyotypes may possibly make the formation of triatomine hybrids unfeasible. Thus, we characterized which reproductive isolation barriers are present between triatomine species with different chromosome numbers and evaluated the implications of possible anagenesis and cladogenesis events related to changes in chromosome number throughout the evolutionary process of Chagas disease vectors. Our results demonstrate that: (1) the ancestral karyotype of Triatominae is  $2n = 22$ ; (2) during the evolutionary process, at least nine cladogenetic events associated with alterations in the number of chromosomes may have occurred in this subfamily; and that (3) these alterations can act as a pre-zygotic barrier in Triatominae (karyotypic isolation), being important evolutionary events for species diversification.

**Keywords:** triatomines; experimental crosses; karyotypic barrier; ChromoSSE.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3. RESULTADOS e DISCUSSÃO.....</b>	<b>13</b>
3.1 Capítulo de livro .....	14
3.2 Artigo científico .....	28
<b>4. CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 4. REFERÊNCIAS

- ALEVI, K.C.C.; BORSATTO, K.C.; MOREIRA, F.F.F.; JURBERG, J.; AZEREDO-OLIVEIRA, M.T.V. Karyosystematics of *Triatoma rubrofasciata* (De Geer, 1773) (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). **Zootaxa**, v. 3994, p. 433–438, 2015.
- ALEVI, K.C.C.; IMPERADOR, C.H.L.; FONSECA, E.O.L.; SANTOS, C.G.S.; AZEREDO-OLIVEIRA, M.T.V. ROSA, J.A.; OLIVEIRA, J. Karyosystematic and karyotype evolution of *Panstrongylus lutzi* (Neiva & Pinto, 1923) (Hemiptera, Triatominae). **Braz J Biol**, v. 78, p. 180–182, 2017.
- ALEVI, K.C.C.; MENDONÇA, P.P.; PEREIRA, N.P.; ROSA, J.A.; AZEREDO-OLIVEIRA, M.T.V. Karyotype of *Triatoma melanocephala* Neiva & Pinto (1923). Does this species fit in the Brasiliensis subcomplex? **Infect Genet Evol**, v.12, p. 1652-53, 2012.
- ALEVI, K.C.C.; MOREIRA, F.F.F.; JURBERG, J.; AZEREDO-OLIVEIRA, M.T.V. Description of the diploid chromosome set of *Triatoma pintodiasi* (Hemiptera, Triatominae). **Genet Mol Res**, v. 15, n. 2, p. gmr.15026343, 2016.
- ALEVI, K.C.C.; OLIVEIRA, J.; AZEREDO-OLIVEIRA, M.T.V.; ROSA, J.A. *Triatoma vitticeps* subcomplex (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae): a new grouping of Chagas disease vectors from South America. **Parasit Vectors**, v. 10, p. e180, 2017.
- ALEVI, K.C.C.; OLIVEIRA, J.; GARCIA, A.C.C.; CRISTAL, D.C.; DELGADO, L.M.G.; BITTINELLI, I.F.; et al. *Triatoma rosai* sp. nov. (Hemiptera, Triatominae): A new species of Argentinian Chagas disease vector described based on integrative taxonomy. **Insects**, v. 11, n. 12, p. 830, 2021.
- ALEVI, K.C.C.; OLIVEIRA, J.; ROSA, J.A.; AZEREDO-OLIVEIRA, M.T.V. Karyotype Evolution of Chagas Disease Vectors (Hemiptera, Triatominae). **Am J Trop Med Hyg**, v. 99, p. 87-89, 2018.
- ALEVI, K.C.C.; ROSA, J.A.; AZEREDO-OLIVEIRA, M.T.V. Mini Review: Karyotypic Survey in Triatominae Subfamily (Hemiptera, Heteroptera). **Entomol Ornithol Herpetol**, v. 2, p. 1-2, 2013.
- BORSATTO, K.C.; AZEREDO-OLIVEIRA, M.T.V.; ALEVI, K.C.C. Identification Key for the Chagas Disease Vectors of Five Brazilian States, Based on Cytogenetic Data. **Am J Trop Med Hyg**, v. 100, p. 303-305, 2019.
- BORSATTO, K.C.; REIS, Y.V.; GARCIA, A.C.C.; SOUSA, P.S.; AZEREDO-OLIVEIRA, M.T.V.; ALEVI, K.C.C. CytoKey: Identification Key for the Chagas Disease Vectors of the Largest Brazilian Urban Center (São Paulo State), Based on Cytogenetic Data. **Am J Trop Med Hyg**, v. 101, p. 113-115, 2019.
- CARVALHO, H.F.; RECCO-PIMENTEL, S.M. **A Célula**. São Paulo: Manole, 2013.
- COURA, J.R. The main sceneries of Chagas disease transmission. The vectors, blood and oral transmissions - A comprehensive review. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 110, n. 3, p. 277–82, 2015.
- DALE, C.; JUSTI, S.A.; GALVÃO, C. *Belminus santosmalletae* (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae): New Species from Panama, with an Updated Key for *Belminus* Stål, 1859 Species. **Insects**, v. 12, p. e686, 2021.

DIAS, J.P.; BASTOS, C.; ARAÚJO, E.; MASCARENHAS, A.V.; NETTO, E.M.; GRASSI, F.; et al. Acute Chagas disease outbreak associated with oral transmission. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 41, n. 3, p. 296–300, 2008.

GALVÃO, C. **Vetores da doença de Chagas no Brasil**. Sociedade Brasileira de Zoologia, 2014.

GONZALEZ-BRITZ, N.E.G.; ALEVI, K.C.C.; CARIS-GARCIA, A.C.; MARTÍNEZ-PURROY, C.E.; GALVÃO, C.; CARRASCO, H.J. Chagas disease vectors of Paraguay: entomoepidemiological aspects of *Triatoma sordida* (Stål, 1859) and development of an identification key for Paraguayan triatomines based on cytogenetics data. **Am J Trop Med Hyg**, v. 105, n. 1, p. 130–133, 2021.

JUSTI, S.A.; GALVÃO, C.; SCHRAGO, C.G. Geological Changes of the Americas and their Influence on the Diversification of the Neotropical Kissing Bugs (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). **PLoS Negl Trop Dis**, v. 10, p. e0004527, 2016.

JUSTI, S.A.; RUSSO, C.A.M.; SANTOS-MALLET, J.R.; OBARA, M.T.; GALVÃO, C. Molecular phylogeny of Triatomini (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). **Parasit Vectors**, v. 7, p. e149, 2014.

MONSALVE-LARA, K.; LILOSO, M.; VALENÇA-BARBOSA, C.; THYSSEN, P.; MIGUEL, D.C.; LIMEIRA, C.; et al. The risk of oral transmission in an area of a Chagas disease outbreak in the Brazilian northeast evaluated through entomological, socioeconomic and schooling indicators. **Acta Trop**, v. 215, p. e105803, 2021.

OLIVEIRA, J.; ALEVI, K.C.C.; CAMARGO, L.M.A.; MENEGUETTI, D.U.O. **Atualidades em Medicina Tropical no Brasil: Vetores**. Rio Branco: Strictu Sensu Editora, 2020.

OLIVEIRA, J.; ROSA, J.A.; ALEVI, K.C.C. Chagas Disease Vectors of Espírito Santo, Brazil: First Report of *Triatoma infestans* (Klug, 1834) (Hemiptera, Triatominae) in the Brazilian State and Development of an Identification Key Based on Cytogenetic Data. **Am J Trop Med Hyg**, v. 104, p. 653-655, 2021.

PANZERA, F.; SCVORTZOFF, E.; PÉREZ, R.; PANZERA, Y.; HORNOS, S.; CESTAU, R.; et al. **Cytogenetics of triatomines**. In: CARCAVALLO, R.U.; GALÍNDEZ-GIRÓN, I.; JURBERG, J.; LENT, H. Atlas of Chagas disease vectors in the Americas. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, 1998.

PANZERA, F.; PÉREZ, R.; HORNOS, S.; PANZERA, Y.; CESTAU, R.; DELGADO, V.; et al. Chromosome numbers in the Triatominae (Hemiptera-Reduviidae): a review. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 91, p. 515-518, 1996.

PANZERA, F.; PITA, S.; LORITE, P. **Chromosome Structure and Evolution of Triatominae: A Review**. In: GUARNERI, A.A.; LORENZO, M.G. Triatominae: The Biology of Chagas Disease Vectors. Entomology in Focus, v. 5. Springer, Cham. (In Press), 2021.

PAYNE, F. Some new types of chromosome distribution and their relation to sex. **Biol Bull**, v. 16, p. 119-166, 1909.

PITA, S.; LORITE, P.; NATTERO, J.; GALVÃO, C.; ALEVI, K.C.C.; TEVES, S.C.; et al. New arrangements on several species subcomplexes of *Triatoma* genus based on the chromosomal position of ribosomal genes (Hemiptera - Triatominae). **Infect Genet Evol**, v. 43, p. 225-231, 2016.

SCHOFIELD, C.J.; GALVÃO, C. Classification, evolution, and species groups within the Triatominae. **Acta Trop**, v. 110, p. 88-100, 2009.

SCHREIBER, G.; PELLEGRINO, J. Eteropicnosi di autosomi come possibile meccanismo di speciazione. **Sci Genet**, v. 3, p. 215-226, 1950.

UESHIMA, N. Cytotaxonomy of the triatominae (Reduviidae: Hemiptera). **Chromosoma**, v. 18, p. 97-122, 1966.

WHO. **Chagas disease**. Disponível em: <[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis))>. Acesso em: 17/08/2021.

ZHAO, Y.; GALVÃO, C.; CAI, W. *Rhodnius micki*, a new species of Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) from Bolivia. **ZooKeys**, v. 1012, p. 71-93, 2021.

**3.2 Artigo científico aceito para publicação na revista internacional *International Journal of Molecular Science* (FI 6,2)**

#### 4. CONCLUSÕES GERAIS

Nossos resultados demonstram que: (1) o cariótipo ancestral de Triatominae é  $2n = 22$  cromossomos; (2) durante o processo evolutivo, pelo menos nove eventos cladogenéticos associados á alterações no número de cromossomos podem ter ocorrido em triatomíneos; (3) essas alterações podem atuar como barreira pré-zigótica em Triatominae (isolamento cariotípico), sendo importantes eventos evolutivos para a diversificação das espécies; e (4) a descrição de novos cariótipos (por exemplo, espécies do gênero *Linshcosteus*, bem como de *Triatoma* do Velho Mundo, das tribos Alberprosini, Cavernicolini e Bolboderini e de reduvídeos filogeneticamente próximos de Triatominae), o uso de novos marcadores moleculares, o desenvolvimento de sondas para os cromossomos sexuais (por microdissecção cromossômica) e a realização de estudos de cruzamentos experimentais entre espécies com número de cromossomos diferentes podem contribuir para a elucidação da história evolutiva desse grupo de vetores.

## REFERÊNCIAS

- ALEVI, K.C.C. et al. Hybrid collapse confirm the specific status of *Triatoma bahiensis* Sherlock and Serafim, 1967 (Hemiptera, Triatominae). **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 98, p. 475–477, 2018.
- ALEVI, K.C.C. et al. Trends in taxonomy of Chagas disease vectors (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae): from Linnaean to integrative taxonomy. **Pathogens**, v. 10, p. 1627, 2021.
- BELISÁRIO, C. J. et al. Biological aspects of crosses between *Triatoma maculata* (Erichson, 1848) and *Triatoma pseudomaculata* Corrêa & Espínola, 1964 (Hemiptera: Reduviidae). **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 102, n. 4, p. 517-521, 2007.
- CAMPOS-SOTO, R. et al. Experimental crosses between *Mepraia gajardoi* and *M. spinolai* and hybrid chromosome analyses reveal the occurrence of several isolation mechanisms. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 45, p. 205-212, 2016.
- CESARETTO, N.R. et al. Trends in taxonomy of Triatomini (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae): reproductive compatibility reinforces the synonymization of *Meccus* Stål, 1859 with *Triatoma* Laporte, 1832. **Parasites & Vectors**, v. 14, p. 340, 2021.
- CORREIA, J.P.S.O. et al. *Triatoma guazu* Lent and Wygodzinsky Is a Junior Synonym of *Triatoma williami* Galvão, Souza and Lima. **Insects**, v. 13, p. 591, 2022.
- CORREIA, N. et al. Cross-mating experiments detect reproductive compatibility between *Triatoma sherlocki* and other members of the *Triatoma brasiliensis* species complex. **Acta Tropica**, v. 128, n. 1, p. 162-167, 2013.
- COSTA, J. et al. Crossing Experiments Detect Genetic Incompatibility among Populations of *Triatoma brasiliensis* Neiva, 1911 (Heteroptera, Reduviidae, Triatominae). **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 5, 2003.

DE VOS, J. M. et al. Speciation through chromosomal fusion and fission in Lepidoptera. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 375, n. 1806, p. 20190539, 2020.

DELGADO, L. M. G., et al. Revisiting the Hybridization Processes in the *Triatoma brasiliensis* Complex (Hemiptera, Triatominae): Reproductive Isolation between *Triatoma petrocchiae* and *T. b. brasiliensis* and *T. lenti*. **Insects**, v. 12, n. 11, p. 1015, 2021.

DIAS, J.C.P.; NETO, V.A.; LUNA, E.J.A. Alternative Transmission Mechanisms of *Trypanosoma cruzi* in Brazil and Proposals for Their Prevention. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 44, p. 375-9, 2011.

DÍAZ, S. et al. Genetic, cytogenetic and morphological trends in the evolution of the *Rhodnius* (Triatominae: Rhodniini) trans-Andean group. **PLoS ONE**, v. 9, n. 2, 2014.

DOBZHANSKY, Theodosius. Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. **The American Biology Teacher**, v. 35, n. 3, p. 125-129, 1973.

ESCUADERO, M. et al. Chromosomal rearrangements in holocentric organisms lead to reproductive isolation by hybrid dysfunction: The correlation between karyotype rearrangements and germination rates in sedges. **American Journal of Botany**, v. 103, n. 8, 2016.

FIOCRUZ. O ciclo do *T. cruzi* no inseto vetor. 2017. Disponível online: <http://chagas.fiocruz.br/vetor/fisiologia/>. (acessado em 14/10/2022)

FREYMAN, W. A.; HÖHNA, S. Cladogenetic and Anagenetic Models of Chromosome Number Evolution: A Bayesian Model Averaging Approach. **Systematic Biology**, v. 67, n. 2, 2018.

GALVÃO, C. **Vetores da doença de Chagas no Brasil**. Sociedade Brasileira de Zoologia, Curitiba, 2014.

GIL-SANTANA, H.R. et al. *Panstrongylus noireau*, a remarkable new species of Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) from Bolivia. **ZooKeys**, v. 1104, p. 203-225 2022.

KULMUNI, J. et al. Towards the completion of speciation: the evolution of reproductive isolation beyond the first barriers. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 375, n. 1806, p. 20190528, 2020.

LUCEK, K.; AUGUSTIJNEN, H.; ESCUDERO, M. A holocentric twist to chromosomal speciation? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 37, p. 655–662, 2022.

MARTÍNEZ-IBARRA, J. A. et al. Biological and genetic aspects of crosses between species of the genus *Meccus* (Hemiptera: Reduviidae Triatominae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 106, n. 3, p. 293-300, 2011.

MARTÍNEZ-IBARRA, J. A. et al. Biological and genetic aspects of experimental hybrids from species of the *Phyllosoma* complex (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 103, n. 3, p. 236-243, 2008.

MARTÍNEZ-IBARRA, J. A. et al. Importance of hybrids of *Meccus phyllosomus mazzottii*, and *M. P. pallidipennis*, and *M. p. phyllosomus* to the transmission of *Trypanosoma cruzi* in Mexico. **Japanese Journal of Infectious Diseases**, v. 69, n. 3, 2016.

MARTÍNEZ-IBARRA, J.A. et al. Biological parameters and estimation of the vectorial capacity of two subspecies of *Triatoma protracta* (Uhler) and their laboratory hybrids in Mexico. **Journal of Vector Ecology**, v. 46, p. 148-154, 2021.

MARTÍNEZ-IBARRA, J.A. et al. Comparison of biological fitness in crosses between subspecies of *Meccus phyllosomus* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in southern Mexico. **Insect Science**, v. 24, p. 114-121, 2017.

MARTÍNEZ-IBARRA, J.A. et al. Transmission Capacity of *Trypanosoma cruzi* (Trypanosomatida: Trypanosomatidae) by Three Subspecies of *Meccus phyllosomus* (Heteroptera: Reduviidae) and Their Hybrids. **Journal of Medical Entomology**, v. 53, p. 928-934, 2016.

MAYR, E. **Animal Species and Evolution**. Harvard University Press, Cambridge, 1963.

MAYR, E. Species. **Encyclopedia of Genetics**, p. 1864-1869, 2001.

MENDONÇA, V. J. et al. Cytogenetic and morphologic approaches of hybrids from experimental crosses between *Triatoma lenti* Sherlock & Serafim, 1967 and *T. sherlocki* Papa et al., 2002 (Hemiptera: Reduviidae). **Infection, Genetics and Evolution**, v. 26, p. 123-131, 2014.

MENDONÇA, V. J. et al. Revalidation of *Triatoma bahiensis* Sherlock & Serafim, 1967 (Hemiptera: Reduviidae) and phylogeny of the *T. brasiliensis* species complex. **Zootaxa**, v. 4107, n. 2, p. 239-254, 2016.

MERAZ-MEDINA, T. et al. Enhancing fitness in offspring of crosses between two triatomine species. **Journal of Vector Ecology**, v. 44, p. 173-178, 2019.

NEVES, J. M. S. et al. Prezygotic isolation confirms the exclusion of *Triatoma melanocephala*, *T. vitticeps* and *T. tibiamaculata* of the *T. brasiliensis* subcomplex (Hemiptera, Triatominae). **Infection, Genetics and Evolution**, v. 79, p. 104149, 2020.

PANZERA, F. et al. Chromosome Numbers in the Triatominae (Hemiptera-Reduviidae): a Review. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, n. 4, p. 515-518, 1996.

PANZERA, F. et al. Cytogenetics and Genome Evolution in the Subfamily Triatominae (Hemiptera, Reduviidae). **Cytogenetic and Genome Research**, v. 128, p. 77-87, 2010.

PANZERA, F.; PITA, S.; LORITE, P. Chromosome Structure and Evolution of Triatominae: A Review. *In*: Guarneri, A., Lorenzo, M., (org.) **Triatominae - The Biology of Chagas Disease Vectors**. Springer, Cham, 2021. p. 65-99.

PÉREZ, R. et al. Cytogenetic analysis of experimental hybrids in species of Triatominae (Hemiptera-Reduviidae). **Genetica**, v. 125, n. 2–3, p. 261–270, 2005.

PINOTTI, H. et al. Revisiting the hybridization processes in the *Triatoma brasiliensis* complex (Hemiptera, Triatominae): interspecific genomic compatibility point to a possible recent diversification of the species grouped in this monophyletic complex. **PLoS One**, v. 16, p. e0257992, 2021.

RASSI, A.; RASSI, A.; MARIN-NETO, J. A. Chagas disease. **The Lancet**, v. 375, n. 9723, p. 1388-402, 2010.

RAVAZI, A. et al. Trends in evolution of the Rhodniini tribe (Hemiptera, Triatominae): experimental crosses between *Psammolestes tertius* Lent & Jurberg, 1965 and *P. coreodes* Bergroth, 1911 and analysis of the reproductive isolating mechanisms. **Parasites & Vectors**, v. 14, p. 350, 2021.

REIS, Y.V. et al. Trends in Evolution of the Triatomini tribe (Hemiptera, Triatominae): reproductive incompatibility between four species of *geniculatus* clade. **Parasites & Vectors**, v. 15, p. 403, 2022.

UESHIMA, N. Cytotaxonomy of the triatominae (Reduviidae: Hemiptera). **Chromosoma**, v. 18, n. 1, 1966.

VILLACÍS, A. G. et al. Chagas vectors *Panstrongylus chinai* (Del Ponte, 1929) and *Panstrongylus howardi* (Neiva, 1911): Chromatic forms or true species? **Parasites & Vectors**, v. 13, p. 226, 2020.

WHO. World Health Organization. Chagas disease (American trypanosomiasis). Disponível online:  
[http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis)).  
(acessado em 14/10/2022)