

CAMBIO CLIMÁTICO Y ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES EN ARGENTINA

DAVID E. GORLA

*Instituto de Diversidad y Ecología Animal, CONICET
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*

Resumen Las enfermedades transmitidas por vectores (ETVs) continúan siendo un desafío para los esfuerzos de agencias de salud pública, ya que mantienen o están aumentando su impacto sobre la salud de las comunidades afectadas. La característica común de las ETVs es que la única manera de prevenir exitosamente nuevas infecciones es evitar el contacto entre vectores y humanos. No existen vacunas y no existirán en un futuro previsible para las principales ETVs que afectan la salud pública en Argentina. Aunque las epidemias de dengue desde 2009 atrajeron la atención mediática, otras ETVs, tales como Chagas o leishmaniasis, afectan la salud pública en Argentina desde hace décadas. Sobre ellas, y otras que potencialmente podrían instalarse en el territorio nacional (West Nile, Lyme, etc) hay repetidas referencias mediáticas que explican su recrudescimiento por el cambio climático. El argumento se basa en que la “tropicalización” del clima en regiones templadas promueve la instalación de ETVs en áreas previamente no favorables para ellas. Aunque existen muchas evidencias de que el clima está cambiando, son pocas las evidencias de que sea el clima el principal factor que promueve el recrudescimiento de las ETVs en Argentina. En este artículo, se discute la situación de los vectores de enfermedades en Argentina (con énfasis en triatomíneos), su vinculación con el llamado cambio climático y las actividades de control de vectores implementados por agencias gubernamentales de salud pública.

Palabras clave: cambio climático, enfermedades transmitidas por vectores, *Triatominae*, *Culicidae*

Abstract *Climate change and vector-borne diseases in Argentina.* Vector-borne diseases (VBDs) continue to pose a challenge to the efforts of public health agencies by increasing their impact on the health of the affected communities. The common feature of VBDs is that the only way of preventing them is by avoiding the contact between vectors and humans. There are no vaccines, and they will not be available shortly as tools for prevention and control in Argentina. Although dengue outbreaks attracted the attention of mass media from 2009, other VBDs have been affecting public health in Argentina for many decades, as Chagas disease and leishmaniasis. Over these, and others that could potentially settle in the national territory (West Nile, Lyme, etc.), there are repeated mass media claims and political declarations justifying their increase because of climate changes. The argument asserts that the “tropicalization” of the climate in temperate regions promotes the installation of VBDs in areas previously unfavorable for them. Although much evidence exists showing that the climate is changing, there is very little evidence that the climate is the main factor promoting the increase of VBDs. In this article, the influence of the so-called climate change on the situation of disease vectors in Argentina (with emphasis on triatomines) and vector control activities implemented by governmental public health agencies are discussed.

Key words: climate change, vector-borne diseases, *Triatominae*, *Culicidae*

PUNTOS CLAVE

- La enfermedad de Chagas, la leishmaniasis y las enfermedades transmitidas por mosquitos son las más importantes, entre las transmitidas por vectores, en Argentina. El cambio climático es usado como justificación para explicar su aumento y/o el fracaso en el control de vectores. Aunque hay mucha evidencia sobre la ocurrencia de cambios en el clima, hay poca evidencia de su vinculación directa con el aumento de las enfermedades transmitidas por vectores.
- Ese creciente aumento de la incidencia, particularmente de las enfermedades transmitidas por mosquitos y flebotomos, está menos relacionado con el cambio climático que con las modificaciones en el uso de la tierra, la deforestación, la migración rural-urbana, y la sistemática disminución de recursos para los sistemas de salud.

Las enfermedades transmitidas por vectores (ETVs) continúan desafiando los esfuerzos de las agencias de salud pública, manteniendo o incrementando su impacto sobre la salud de las comunidades en diversas regiones. Una característica común de las ETVs es que la única manera de prevenir efectivamente nuevas infecciones es evitar el contacto entre vectores y humanos. La “bala mágica” de una vacuna no está, y probablemente no estará en un futuro cercano, disponible para la enfermedad de Chagas, leishmaniasis y dengue, las tres ETVs que tienen mayor impacto sobre la salud pública en Argentina. Solo hay una vacuna licenciada contra dengue, que fue usada en algunas zonas con relativamente baja efectividad. Existen otras en desarrollo, aunque ninguna con posibilidades de uso masivo en el futuro cercano¹. ¿Están las ETVs aumentando su impacto sobre la salud pública en la Argentina? ¿Todas ellas? ¿En todos lados? La respuesta corta, en ese orden, sería sí, no, no. La respuesta larga es más compleja y tiene que ver con las causas asociadas a las ETVs. En las últimas décadas, epidemiólogos y especialistas en salud pública han declarado con frecuencia que el calentamiento global está “tropicalizando” nuestro clima, y por lo tanto debemos prepararnos para tener los mismos problemas con las ETVs que ya tienen los países tropicales. El objetivo de este artículo es analizar la situación de las ETVs en Argentina en el contexto del cambio climático.

¿Calentamiento global, cambio climático o cambio global?

Desde que se comenzó a prestar atención al efecto de gases de invernadero sobre el aumento de la temperatura en el planeta, se hicieron muchos esfuerzos para entender las implicancias del fenómeno sobre el mundo natural en general y sobre las ETV en particular. Un documen-

to presentado por un grupo de expertos estableció un apoyo central al estudio del efecto del incremento de la temperatura planetaria sobre la salud humana, incluyendo una sección específica sobre ETVs². El mecanismo fue asociado con el “efecto invernadero”, que lleva a un generalizado incremento en la temperatura, por lo que se le llamó “calentamiento global”. Sin embargo, a partir de nuevos datos y estudios publicados, se hizo evidente que la temperatura no estaba aumentando homogéneamente en todos lados, y que otros efectos se estaban produciendo, tales como la variabilidad aumentada en los extremos climáticos. De ese modo, el concepto de “cambio climático” apareció como un nuevo rótulo. Con aún más estudios, resultó evidente que no solo el clima se estaba modificando sino que la troposfera completa estaba cambiando a una velocidad sin precedentes, debido a las actividades humanas, por lo que hoy aceptamos que existe un proceso de “cambio global”.

Los insectos son organismos de sangre fría, cuyas respuestas fisiológicas y poblacionales dependen fuertemente de la temperatura ambiental, particularmente para la reproducción, supervivencia y dispersión. Un incremento de la temperatura lleva potencialmente a una expansión en la distribución geográfica de un vector en áreas que hasta ese momento resultaban demasiado frías para sus requerimientos como especie. Un resultado similar se podría esperar para el incremento de la tasa metabólica de parásitos, que acortarían sus períodos infectivos, llevando a la instalación de ciclos de transmisión del patógeno hacia otras áreas cálidas. Con estas ideas en mente y una comprensión simplista, el incremento global en la temperatura significaría un mundo con aumentos en la distribución geográfica de especies de insectos vectores y de la transmisión de enfermedades hacia áreas actualmente templadas. Aunque este argumento de la llamada “tropicalización de áreas templadas” es usado con mucha frecuencia, hay considerable debate acerca de si el riesgo global de ETVs será impactado por el cambio climático³⁻⁵. La discusión se focalizó en importantes enfermedades transmitidas por mosquitos a humanos. Llamativamente, el debate ignoró o prestó poca atención a la diversidad biológica de vectores y ETVs^{6,7}.

La visión simplista del incremento de enfermedades transmitidas por vectores hacia regiones templadas llevó a algunos autores a alertar sobre efectos no deseados de tales predicciones hechas bajo esas circunstancias. Un artículo publicado por Reiter⁸ transmitía la preocupación cuando mencionaba que *la distorsión de la ciencia haciendo tales predicciones de improbables desastres en la salud pública aleja la atención de las verdaderas razones para el recrudecimiento de las enfermedades transmitidas por vectores*. Estas razones incluyen la relocalización a gran escala de pueblos enteros (frecuentemente asociada con cambios ambientales), la urbanización rampante sin infraestructura adecuada, la elevada movilidad asociada

a viajes aéreos, la resistencia a drogas antimaláricas, la resistencia a insecticidas, y el deterioro de las operaciones de control vectorial y de otras prácticas de salud pública. Las enfermedades transmitidas por vectores sensibles al clima están probablemente emergiendo debido a las modificaciones climáticas, con impacto en la salud pública y ocupacional. Sin embargo, otras fuerzas ambientales y antropogénicas podrían estar direccionando su dispersión, tales como aumento de los viajes y el comercio internacional, la deforestación y reforestación, el uso alterado de la tierra y la urbanización. Será necesario acelerar y fortalecer la realización de estudios adicionales para comprender mejor el fenómeno e implementar estrategias de adaptación para proteger la salud humana⁹.

Hay evidencia creciente de los posibles impactos del cambio climático reciente sobre algunas ETVs, aunque en su mayor parte las series de datos observados son cortas (o no existen), y el impacto de factores independientes del clima es demasiado grande para atribuir el aumento del riesgo solo al cambio climático. Los cambios climáticos predicen temperaturas, variabilidad climática, frecuencia y gravedad crecientes de los eventos climáticos extremos y modificaciones en el patrón de distribución geográfica de las lluvias. Los resultados esperados son cambios en los patrones de distribución geográfica y estacional en las ETVs y de los niveles de sus riesgos, la dinámica cambiante de las comunidades de hospedadores, la dispersión de ETVs y otras enfermedades hacia nuevos ambientes, y el impacto de un amplio rango de comportamientos humanos y factores socioeconómicos sobre el riesgo de exposición a infecciones¹⁰.

En los últimos 20 años, el fácil acceso y la disponibilidad de datos históricos, así como la proyección hacia el futuro de los datos climáticos, basados en modelos de circulación global, (Worldclim; www.worldclim.org), de potentes herramientas de análisis de datos (Maxent, RStudio, DIVA, etc.) y del *hardware* para procesarlos, permitió y alentó la producción explosiva de artículos sobre el efecto del cambio climático en la distribución de especies biológicas en general y de vectores de enfermedades en particular. Para los vectores del agente causal de la enfermedad de Chagas (*Trypanosoma cruzi*), varios estudios analizaron el cambio en la distribución geográfica de especies de triatominos, con proyecciones hacia 2050 y 2070¹¹⁻¹³. Estos estudios hacen proyecciones temporales para identificar áreas que actualmente no están ocupadas por triatominos, pero que podrían ser potencialmente colonizadas^{14, 15}. Pero las proyecciones temporales deben aguardar algún tiempo para ser verificadas. Las necesidades de los sistemas de salud deben ser atendidas en el corto o mediano plazo. Para el caso de la enfermedad de Chagas, esto significa un monitoreo continuo para la detección de vectores en la vecindad de viviendas humanas a nivel urbano, periurbano y silvestre, ya que existe actualmente suficiente evidencia acumulada

que demuestra que la transmisión de *T. cruzi* es posible en cualquiera de esos ambientes.

Como son incapaces de regular su temperatura corporal, los insectos están fuertemente influenciados por la temperatura ambiente, a través de efectos sobre un número de procesos fisiológicos. Para el caso de las especies más importantes de vectores de *T. cruzi* (usualmente especies no nativas), los efectos del clima sobre la transmisión del patógeno pueden estar modulados, debido a que esos vectores viven casi exclusivamente dentro de viviendas humanas, donde las condiciones ambientales son mucho más estables y benignas que en el exterior. La atención sobre cambio climático y vectores de *T. cruzi* no es nueva. Un análisis del efecto de la temperatura en territorio argentino sobre la tasa de crecimiento poblacional de *Triatoma infestans* y sobre el riesgo de transmisión de *T. cruzi* fue publicado en 1997¹⁶. El estudio evaluó dos aspectos relevantes para el riesgo de transmisión vectorial de *T. cruzi*. Por un lado, evaluó el efecto del incremento de la temperatura ambiente sobre la tasa de crecimiento poblacional de *T. infestans* en poblaciones poco abundantes (cuando la tasa de crecimiento es la más alta). Por otro lado, evaluó el riesgo de transmisión de *T. cruzi* como función de la frecuencia de alimentación de las vinchucas, que depende de la temperatura, como fuera mostrado por Catalá¹⁷. El estudio usó la relación entre la tasa de crecimiento poblacional bajo las condiciones del chaco árido de Argentina y la temperatura microambiental, medida dentro de un gallinero experimental instalado bajo condiciones de campo¹⁸. La fuerte estacionalidad de la temperatura permite una tasa de crecimiento poblacional positiva en invierno (julio) solo en una estrecha franja al norte del país, en la provincia de Formosa. Sobre el resto del territorio, la temperatura durante el período más frío es demasiado baja para la producción y desarrollo de huevos o ninfas, o incluso para la alimentación de los insectos¹⁷. Las predicciones del estudio mostraron que un incremento promedio de temperatura entre 2 y 4 °C resultaría en una relativamente pequeña expansión de la distribución geográfica de la especie hacia el límite sur, y una más importante expansión en el área donde el vector alcance una tasa positiva de crecimiento durante el invierno, lo que hará allí más difícil el control de las poblaciones de *T. infestans*.

El enfoque fenomenológico de la modelación de nicho ha mostrado que la temperatura mínima es una de las principales variables que determinan la distribución de *T. infestans*^{19, 20}. Esto tiene importancia para entender la ecología poblacional de la especie, aunque muestra además la limitación de considerar solo los efectos del clima en la distribución de la especie. La demografía de *T. infestans*, tan estrechamente asociada con las viviendas humanas, depende no solo de la temperatura sino de muchas otras variables vinculadas a las poblaciones humanas, tales como las sociológicas, demográficas y culturales. De

hecho, aunque todas las predicciones basadas en el incremento esperado de temperatura en Argentina indican aumento de la distribución geográfica de *T. infestans*, sus poblaciones muestran retracción desde la década de 1980 debido a las exitosas intervenciones de control vectorial, al mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades rurales y a la migración rural-urbana.

Una compleja red de interacciones (incluyendo el cambio climático) puede producir modificaciones en el escenario epidemiológico de la enfermedad de Chagas. El norte de la provincia de Córdoba, cubierto originalmente por la vegetación natural del chaco semiárido, fue una de las áreas hiperendémicas para la enfermedad de Chagas en la década de 1960. Mostraba elevada infestación de viviendas, con poblaciones domésticas de *T. infestans* cuyos estados adultos mostraban > 80% de infección por *T. cruzi*²¹. Después de dos décadas, el área tuvo un incremento del 30% en el régimen de lluvias hacia el oeste, simultáneamente con la irrupción del mercado internacional de soja, una innovación tecnológica que permitió que variedades de soja resistentes a la sequía fueran implantadas en la zona, la eliminación de la cobertura vegetal original, la expulsión de las poblaciones humanas de las comunidades rurales originales y la desaparición local de poblaciones de *T. infestans*²². En estas áreas donde la soja arrasó la cobertura vegetal original, junto con las comunidades rurales y su cultura, la enfermedad de Chagas dejó de ser un problema, con una "solución" que asemeja a la de la bomba de neutrones. Más allá de los problemas socio-ambientales causados por el avance de la frontera agropecuaria, el desplazamiento de las comunidades rurales hacia suburbios pobres y villas miseria alrededor de las grandes ciudades de Argentina incrementa el problema de la enfermedad de Chagas en el contexto urbano.

El proceso global de migración rural-urbana que en Latinoamérica comenzó hacia la década de 1940 redujo fuertemente el número de comunidades rurales que habitaban en viviendas ideales para el desarrollo de poblaciones domésticas de *T. infestans*. De acuerdo a CEPAL²³ en 2025 aproximadamente el 80% de los latinoamericanos vivirá en ciudades (56.4% en 1970 y 79.5% en 2010). La población urbana de Haití creció desde 19.6% en 1970 a 70.4% en 2010, en Honduras de 29% a 68.4%, en Ecuador de 39.5% a 75.5%, en Perú de 58.1% a 76.3%, en Guatemala de 25.1% a 78.4%, en Argentina de 79.8% a 97.9% y en Uruguay de 82% a 94.1%. Dentro del área donde las poblaciones domésticas de *T. infestans* están instaladas (particularmente en el chaco árido de Argentina y Bolivia), este proceso de migración aún está ocurriendo. Además de la reducción del número de viviendas que pueden ser colonizadas por el vector, este proceso de migración promovió otro escenario, donde las poblaciones domésticas de *T. infestans* están colonizando viviendas en ciudades, a veces asociadas con aves urbanas (palomas) como

en San Juan en Argentina, o con animales domésticos (cuises *Cavia porcellus*) como en Arequipa, Perú.

Además de la enfermedad de Chagas, el otro caso emblemático entre las ETVs en Argentina es el de *Aedes aegypti*, sobre el que abundan las referencias mediáticas acerca de su instalación y expansión en el territorio nacional debido a la tropicalización del clima. *A. aegypti* es un antiguo habitante de nuestro territorio, que en 1871 provocó la gran epidemia de fiebre amarilla en la ciudad de Buenos Aires. La historia de la eliminación del vector y su retorno, y los recurrentes y crecientes brotes de dengue desde 2009 en Argentina no están causados por la variación global del clima, sino que están más asociados al movimiento de personas.

Por último, y no por ello menos importante, otra causa del aumento del impacto de las ETVs sobre la salud pública, independiente de la variación climática, es el debilitamiento progresivo de los programas gubernamentales de salud pública durante los últimos 40 años. El reemplazo de los programas con estructuras verticales desde la década de 1980, en un proceso de descentralización transfirió responsabilidad, con muy pocos recursos, a las agencias provinciales. Como consecuencia de ese proceso, las actividades de control vectorial no fueron sostenidas y estuvieron afectadas fuertemente por los vaivenes políticos nacionales y provinciales²⁴. Aunque la situación fue heterogénea en el tiempo y entre las agencias provinciales, la capacidad para sostener actividades de control vectorial tuvo un deterioro generalizado. Además de la reducción de personal e infraestructura, uno de los principales problemas es la drástica reducción (y en muchos casos desaparición) de la capacidad para trabajar en terreno con entomólogos médicos en el control de vectores de enfermedades. Una de las necesidades que requiere más urgente atención es la recuperación de la capacidad técnica para el manejo integrado de vectores de enfermedades humanas a través de agencias gubernamentales. La disminución en el número de especialistas en artrópodos vectores de enfermedades humanas se replica en la mayoría de los países de Occidente²⁵⁻²⁷, lo que contrasta con el creciente impacto de enfermedades transmitidas por ellos. Este peligroso fenómeno fue observado por numerosos organismos internacionales. Recientemente, la Organización Mundial de la Salud²⁸ propuso una estrategia para que los países fortalezcan sus capacidades para abordar los problemas vinculados con epidemias de enfermedades emergentes o reemergentes transmitidas por artrópodos vectores.

¿Qué se puede hacer en el corto plazo? ¿Son los estudios sobre cambio climático apropiados a las escalas espaciales y temporales de los programas de control de vectores? ¿Son relevantes para definir políticas públicas de salud?

La evidencia acumulada deja poca duda acerca de que el clima está cambiando, la temperatura está aumentando

y los extremos climáticos están ocurriendo en muchos lugares. Sin embargo, las evidencias sobre el efecto directo del cambio del clima sobre las ETVs son aún escasas, aunque hay mucha evidencia de que los cambios ambientales que la población humana está imponiendo sobre el ambiente están modificando la exposición de las comunidades humanas a los vectores de enfermedades²⁹.³⁰. El diseño de las investigaciones en esta área, con frecuencia está débilmente alineado con las necesidades y demandas de las políticas públicas. La débil relación entre la investigación científica y la realidad de terreno es parte de la crónica desconexión entre el sistema de salud y el de investigación, la difícil accesibilidad a datos relevantes para hacer investigación y el frecuente sesgo de los sistemas de evaluación de científicos, basados en publicaciones seleccionadas más por su atractivo para el público internacional que para el local. Se requiere complementar los estudios sobre detección y efectos sobre la salud del cambio climático, y modelación de futuros escenarios, con un enfoque directamente aplicado a evaluar los riesgos vinculados al clima en el presente. Resulta necesario alinear las investigaciones con períodos de tiempo corto, con ámbitos geográficos pequeños y atención sectorial, lo que caracteriza las decisiones para el control de la mayoría de las enfermedades. Frecuentemente, las investigaciones dan indicaciones acerca de tendencias amplias, por períodos promediados sobre varias décadas a escala global o continental, para las décadas de 2030 o 2050, más que para el ámbito local en años específicos. Las proyecciones que no tomen en cuenta la influencia de las incertidumbres sobre los efectos complejos e interactuantes de poblaciones de vectores, interacciones patógeno-vector, factores climáticos y socioeconómicos, tendrán utilidad limitada para la toma de decisión política sobre las ETVs^{31, 32}.

Para justificar la falla en el control de vectores, suele usarse el efecto del cambio climático como una causa inevitable del aumento de vectores, que impide su eliminación de las viviendas humanas. Frecuentemente, este argumento termina siendo una justificación espuria que cubre la verdadera causa, asociada a la insuficiente cantidad de recursos asignados al sistema de salud.

Para el caso de triatominos vectores no esperamos cambios en la epidemiología de la enfermedad como consecuencia directa del cambio climático en el corto plazo. Sí esperamos cambios importantes en la epidemiología de la enfermedad como consecuencia de los fuertes cambios ambientales producidos por la deforestación, la cobertura del terreno y la urbanización no planeada. En este mundo dinámico, hacer predicciones siempre fue difícil (especialmente sobre el futuro, como dice el antiguo proverbio danés). Sin embargo, sabemos que un buen sistema de vigilancia es una de las mejores estrategias para el manejo de insectos vectores de enfermedades. Esto no es nuevo, pero los sistemas de monitoreo y vigi-

lancia para triatominos (y otros vectores) se han estado debilitando, luego de las exitosas Iniciativas Latinoamericanas coordinadas por la Organización Panamericana de la Salud para el control de la enfermedad de Chagas desde la década de 1990³³. Tal debilitamiento estuvo asociado especialmente a la disminución de la capacidad de trabajo en terreno con la visión de la entomología médica. Con un mejor conocimiento de los vectores, con mejor tecnología de información y comunicación, deberíamos tener mejores posibilidades de controlar la salud de la comunidad en el futuro cercano.

Agradecimientos: A Miriam Cardozo, por la lectura crítica y sugerencias a una versión preliminar del manuscrito.

Conflicto de intereses: Ninguno para declarar

Bibliografía

- Deng SQ, Yang X, Wei Y, Chen JT, Wang XJ, Peng HJ. A review on dengue vaccine development. *Vaccines* 2020; 8: 63.
- World Health Organization. Potential health effects of Climate Change. Report of a QHO Task Group. WHO/PEP/90/10, Geneva, 1990; 58pp. En: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/62016/>; consultado junio 2020.
- Fouque F, Reeder JC. Impact of past and on-going changes on climate and weather on vector-borne diseases transmission: a look at the evidence. *Infect Dis Poverty* 2019; 8: 51.
- Lafferty K. The ecology of climate change and infectious diseases. *Ecology* 2009; 90: 888-900.
- Randolph SE. Perspectives on climate change impacts on infectious diseases. *Ecology* 2009; 90: 927-31.
- Ogden NH. Climate change and vector-borne diseases of public health significance. *FEMS Microbiol Lett* 2017; 364. doi: 10.1093/femsle/fnx186.
- Ogden NH, Lindsay LR. Effects of climate and climate change on vectors and vector-borne diseases: Ticks are different. *Trends Parasitol* 2016; 32: 646-56.
- Reiter P. Global warming and vector-borne disease in temperate regions and at high altitude. *Lancet* 1998; 351: 839-40.
- Vonesch N, D'Ovidio MC, Melis P, Remoli ME, Ciufolini MG, Tomao P. Climate change, vector-borne diseases and working population. *Ann Ist Super Sanità* 2016; 52: 397-405.
- Reiter P. Climate change and mosquito-borne disease. *Environ Health Perspect* 2001; 109 (suppl 1): 141-61.
- Medone P, Ceccarelli S, Parham PE, Figuera A, Rabinovich JE. The impact of climate change on the geographical distribution of two vectors of Chagas disease: implications for the force of infection. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2015; 370: 20130560.
- Ceccarelli S, Rabinovich J. Global climate change effects on Venezuela's vulnerability to Chagas Disease is linked to the geographic distribution of five triatomine species. *J Med Entomol* 2015; 52: 1333-43.
- Garrido R, Bacigalupo A, Peña-Gómez F, et al. Potential impact of climate change on the geographical distribution of two wild vectors of Chagas disease in Chile: *Mepraia spinolai* and *Mepraia gajardoii*. *Parasit Vectors* 2019; 12: 478.

14. Randolph SE, Rogers DJ. The arrival, establishment and spread of exotic diseases: patterns and predictions. *Nat Rev Microbiol* 2010; 8: 361-71.
15. Eberhard FE, Cunze S, Kochmann J, Klimpel S. Modelling the climatic suitability of Chagas disease vectors on a global scale. *eLife* 2020; 9: e52072.
16. Gorla DE, Catalá SS, Grilli MP. Efecto de la temperatura sobre la distribución de *Triatoma infestans* y el riesgo de transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas en Argentina. *Acta Toxicológica Argentina* 1997; 5: 36-39.
17. Catalá SS. The biting rate of *Triatoma infestans* in Argentina. *Med Vet Entomol* 1991; 5: 325-33.
18. Gorla DE, Schofield CJ. Population dynamics of *Triatoma infestans* under natural climatic conditions in the Argentine Chaco. *Med Vet Entomol* 1989; 3: 179-94.
19. Gorla DE. Variables ambientales registradas por sensores remotos como indicadores de la distribución geográfica de *Triatoma infestans*. *Ecología Austral* 2002; 12: 117-27.
20. Bender A, Python A, Lindsay SW, Golding N, Moyes CL. Modelling geospatial distributions of the triatomine vectors of *Trypanosoma cruzi* in Latin America. *PLoS Negl Trop Dis* 2019; 14: e0008411.
21. Giojalas L, Catalá S, Asin S, Gorla, D. Seasonal infectivity of domestic populations of *Triatoma infestans*. *Trans Roy Soc Trop Med and Hyg* 1990; 84: 439-42.
22. Hoyos LE, Cingolani AM, Zak MR, Vaieretti MV, Gorla DE, Cabido MR. Deforestation and precipitation patterns in the Arid Chaco forests of central Argentina. *Applied Vegetation Science* 2013; 16: 260-71.
23. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. América Latina: proyecciones de población urbana y rural, 1970-2025. En: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/39523-america-latina-proyecciones-poblacion-urbana-rural-1970-2025-latam-america>; consultado agosto 2020.
24. Yadon Z, Gurtler RE, Tobar F, Medici A. Descentralización y gestión del control de las enfermedades transmisibles en América Latina. Organización Panamericana de la Salud 2006; 320 pp.
25. Goddard J. Where had all the medical entomologists gone? *Infections in Medicine* 2003; 20: 89-90.
26. Cuisance D, Rioux JA. Current status of medical and veterinary entomology in France: endangered discipline or promising science? *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 2004; 27: 377-92.
27. Gouveia-Almeida AP, Fouque F, Launois P, Sousa CA, Silveira H. From the laboratory to the field: updating capacity building in medical entomology. *Trends Parasitol* 2017; 33: 664-8.
28. World Health Organization. Global vector control response 2017-2030. Geneva: World Health Organization 2017, 64 pp.
29. Randolph SE. To what extent has climate change contributed to the recent epidemiology of tick-borne diseases? *Vet Parasitol* 2010; 167: 92-4.
30. Semenza JC, Suk JE. Vector-borne diseases and climate change: a European perspective. *FEMS Microbiol Lett* 2018; 365: fnx244.
31. Campbell-Lendrum D, Manga L, Bagayoko M, et al. Climate change and vector-borne diseases: what are the implications for public health research and policy? *Philos T Roy Soc B* 2015; 370:1665.
32. Parham PE, Waldock J, Christophides GK, et al. Climate, environmental and socio-economic change: weighing up the balance in vector-borne disease transmission. *Phil Trans R Soc B* 2015; 370: 20130551.
33. Silveira AC. El Control de la Enfermedad de Chagas en los Países del Cono Sur de América. Historia de una Iniciativa Internacional 1991/2001. *Faculdade de Medicina do Triangulo Mineiro*, 2002, 316 pp.