

MODELO DE REGRESIÓN ESPACIAL DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN LA HUASTECA POTOSINA

Hugo MEDINA GARZA^a, Carlos CONTRERAS SERVÍN^b, María Guadalupe GALINDO MENDOZA^b, José de Jesús MEJÍA SAAVEDRA^c, Beatriz Estrella ARREOLA MARTÍNEZ^a

^a Programas Multidisciplinarios de Posgrado en Ciencias Ambientales, CIACYT, UASLP, Sierra Leona No. 550 Lomas 2ª Sección C.P. 78210 Edificio CIACyT 1er piso. email: h_mega@hotmail.com

^b Laboratorio Nacional de Geoprocusamiento de Información Fitosanitaria. Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

^c Centro de Investigación Aplicada en Ambiente y Salud. Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología. Universidad Autónoma de San Luis Potosí

RESUMEN

La enfermedad de Chagas es transmitida por el protozooario *Trypanosoma cruzi*. Está documentado como la influencia de factores ambientales favorecen la presencia de la infección. En este estudio se aplicó un modelo de regresión espacial a datos de la incidencia de la enfermedad de Chagas en la Huasteca Potosina en el periodo de 2003–2012 para proporcionar una mayor comprensión de los patrones de distribución espacial de riesgo y los factores ambientales y socioeconómicos que favorecen su propagación. Estos resultados ponen de manifiesto que es la población indígena la más afectada, ya que este grupo es el que más carece de acceso a servicios (educación, salud y vivienda), por lo tanto, favorece la presencia del vector causante de la enfermedad. En la Huasteca Potosina, esta población habita en zonas de difícil acceso, lo que dificulta la implementación de programas adecuados de control del vector y la infección.

Palabras clave: modelo de regresión espacial, enfermedad de Chagas, Huasteca Potosina

ABSTRACT

Chagas disease is transmitted by the protozoan *Trypanosoma cruzi*. It is documented as the influence of environmental factors favor the presence of infection. In this study, a spatial regression model was applied to data on the incidence of Chagas disease in the Huasteca Potosina in the period 2003-2012 to provide greater understanding of the patterns of spatial distribution of risk and environmental factors and socioeconomic favoring its spread. These results show that the most affected is the indigenous population, as this group is the most lack access to services (education, health and housing), therefore, it favors the presence of the vector causing the disease. In the Huasteca, this population lives in areas of difficult access, which hinders the implementation of appropriate vector control programs and infection.

Keywords: spatial regression model, chagas disease, Huasteca Potosina

1 INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas o Tripanosomiasis americana es una enfermedad transmitida por vector. Es una infección endémica causada por el parásito protozooario *Trypanosoma cruzi*. Esta enfermedad representa el principal problema de salud pública en América Latina. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que aproximadamente 100 millones de personas están

en riesgo de infección, y entre 16 y 18 millones están infectados (WHO, 1997).

Esta enfermedad se encuentra asociada a la pobreza y las malas condiciones de la vivienda; se localiza ampliamente distribuida, en las áreas rurales de Latinoamérica y en zonas marginadas de las grandes ciudades principalmente (Coura y Borjes-Pereira, 2010). La enfermedad de Chagas, más que ninguna otra, está íntimamente ligada con el desarrollo económico y social (SSA, 2012). A

partir de 1993 la OMS la consideró como la enfermedad parasitaria más grave en América y es parte de la lista de las catorce enfermedades "descuidadas o negligidas".

Además, los factores socioeconómicos pueden influir en la transmisión: una mayor incidencia tiende a ocurrir en zonas rurales, con población indígena y marginada (Medina-Garza et. al., 2014a).

En San Luis Potosí, de acuerdo a los datos de la Secretaría de Salud del Estado, se han reportado un total de 257 infectados en el periodo de 2003 al 2012, siendo la Jurisdicción Sanitaria Número V y VI (correspondiente a la región huasteca) registran el mayor número de casos.

El aumento de la frontera humana también puede incrementar la incidencia de la enfermedad, al entrar en contacto directo con los insectos vectores (Cruz-Reyes y Pickering-López, 2006). Por lo tanto, podemos suponer que la distribución espacial de la Tripanosomiasis americana se determina por factores climáticos y ambientales, que influyen en la distribución de las chinches y factores socioeconómicos, que pueden alterar el patrón de contacto entre los humanos y los vectores.

Pocos estudios han analizado la distribución espacial de la incidencia de tripanosomiasis americana en relación a las condiciones climáticas, factores ambientales y características socioeconómicas de la población, a pesar de la importancia de estos factores en la transmisión de enfermedades. Dumonteil y Gourbiere (2004) exploraron las relaciones entre la distribución geográfica de *Triatoma dimidiata* y factores bioclimáticos en la península de Yucatán, México para obtener el primer mapa de riesgo de transmisión natural de la enfermedad de Chagas en esa zona, pero no incluía variables socioeconómicas de la población en su análisis.

La transmisión de enfermedades infecciosas está estrechamente ligada con el concepto espacio-temporal. En este sentido, el riesgo de contraer una enfermedad es mucho más alto cuando existen

personas o regiones vecinas infectadas. Por consiguiente y distinguiendo el rasgo espacial en la propagación de enfermedades, se busca con la ejecución de la presente investigación, analizar y modelar la ocurrencia de la enfermedad de Chagas teniendo en cuenta el componente espacial (mediante densidad Kernel y la función probmap en R); elaborar mapas de la enfermedad que sirvan para estratificar las zonas de acuerdo con el número de ocurrencia y el riesgo que presentan y analizar las posibles relaciones entre variables que permitan decidir sobre las necesidades y las prioridades en la lucha contra estas enfermedades de forma que orienten a las autoridades competentes en la definición de políticas de salud pública.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se centró en la Huasteca Potosina, localizado en la parte oriental del Estado de San Luis Potosí, México. En esta región predominan climas cálidos húmedos y subhúmedos y semicálidos húmedos. Se caracteriza por tener población indígena y presentar un grado de marginación medio y alto (el 61% de la población presenta grado de marginación alto y muy alto), además de que las condiciones de las viviendas de estas zonas presentan las características idóneas para albergar a los vectores de la enfermedad de Chagas.

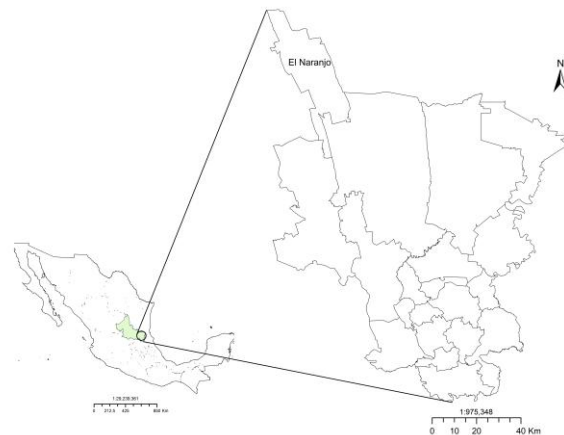


Figura 1. Ubicación de la Huasteca Potosina.

2.2 DATOS DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

Los datos sobre el número de enfermos de Chagas y municipios donde se presentaron los casos entre 2003 y 2012 se obtuvieron mediante una solicitud de información a la Secretaría de Salud a través de INFOMEX (<https://www.infomex.org.mx>). La base de datos proporcionada contenía información por año y por municipio del total de casos registrados de cada una de las localidades de la Huasteca Potosina que presentaron casos de enfermos de Chagas en el periodo 2003-2012.

2.3 DENSIDAD KERNEL

Básicamente, el análisis de densidad toma cantidades conocidas de un fenómeno (en este caso los puntos representan los enfermos de Chagas en la Huasteca Potosina) y las expande a través del paisaje basándose en la cantidad que se mide en cada ubicación y la relación espacial de las ubicaciones de las cantidades medidas. La herramienta densidad considerará donde se encuentra cada punto en relación con el resto de los puntos, luego, las celdas más cercanas a los puntos reciben proporciones más altas de la cantidad medida que aquellas que se encuentran más alejadas (Tisnés, 2012).

La estimación de densidad Kernel fue implementada para examinar la dinámica general de la enfermedad de Chagas utilizando el software R.

La densidad kernel usa estadísticas de probabilidad (función kernel) para calcular la densidad estimada de una población alrededor de los puntos de datos reales de la población produciendo una superficie lisa o cónica que conecta todos los puntos de datos utilizados en el análisis (Wallner et. al. 2014). Seleccionamos la densidad kernel porque este análisis se realiza bien con pequeñas cantidades de datos, son robustos a la autocorrelación y los resultados son utilizados en la distribución en lugar de un esquema simple de rango de distribución.

2.4 PROBMAP

Asumiendo una distribución de Poisson del conteo de casos, se empleó la función `probmap`, que tiene la ventaja de retornar un Data Frame con los datos en crudo, los casos esperados, el riesgo relativo y la probabilidad de encontrar un valor extremo o uno más bajo a lo que se esperaría.

Todos los análisis (densidad Kernel y `probmap`) fueron realizados en el software R.

3 RESULTADOS

De 2003 a 2012 se reportaron un total de 257 casos de enfermos de Chagas en la Huasteca Potosina con una tasa media de incidencia de 116.97 casos por año por cada 10,000 habitantes. Dentro de los 20 municipios de la Huasteca Potosina, los recuentos acumulativos de casos oscilaron entre 1 y 50 con un promedio de 12.85 y una mediana de 9.5. Una comparación las figuras 2 y 3 muestra una alta incidencia de la enfermedad en áreas donde el porcentaje de hogares donde el jefe del hogar o su cónyuge hablan alguna lengua indígena.

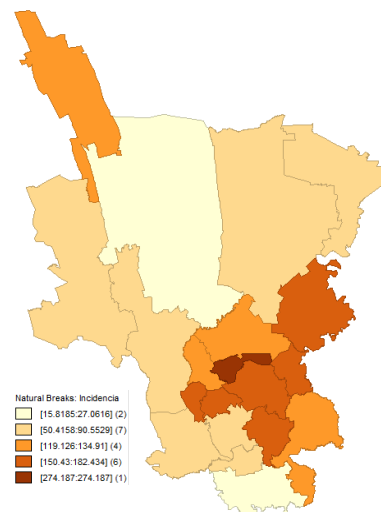


Figura 2. Prevalencia por 100 000 personas de enfermos de Chagas por municipio en la Huasteca Potosina. 2003 – 2012. La mayor prevalencia de la enfermedad se da en los municipios del centro y sur de la Huasteca, a excepción de El Naranjo, ubicado en la Huasteca norte.

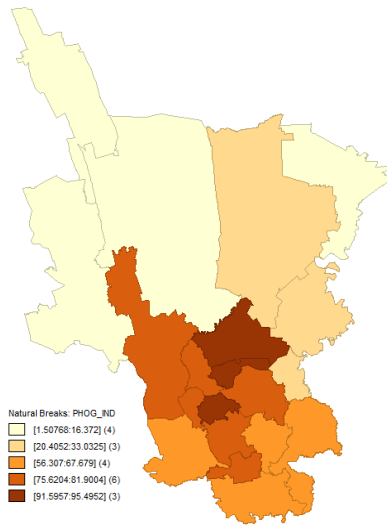


Figura 3. Total de personas que forman hogares censales donde el jefe del hogar o su cónyuge hablan alguna lengua indígena. Los municipios del centro y sur de la Huasteca son en los que en la mayoría de los hogares habitan personas que hablan alguna lengua indígena.

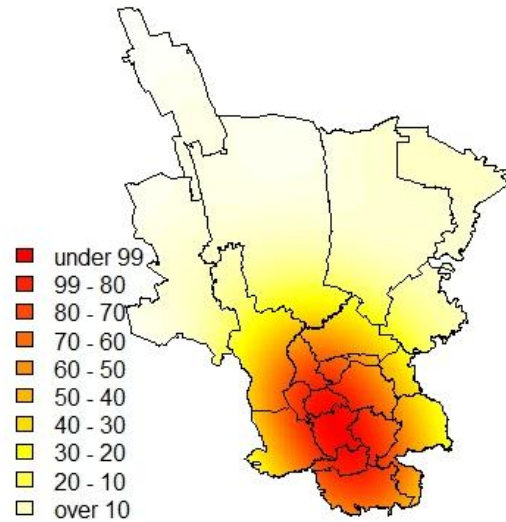


Figura 4. Densidad kernel de la enfermedad de Chagas de los casos reportados en el periodo 2003 – 2012. La densidad kernel se basa en la densidad real y predicha donde el rojo refleja la más alta densidad de enfermos y el amarillo y los colores más claros la menor densidad

3.1 DENSIDAD KERNEL

En la figura 4 se observa como las áreas de densidad más alta se encuentran en la parte sur de la Huasteca, donde existe una mayor concentración de población indígena; esto es importante porque los poblados y comunidades en los que se asientan comúnmente carecen de servicios básicos derivado del pequeño tamaño en que se constituyen y de sus ubicaciones, zonas en el interior de las sierras por lo regular segregadas, con casas construidas de materiales como la palma y madera (Medina-Garza et. al., 2014b) (figura 5).

3.2 PROBMAP

Los mapas de las tasas de morbilidad estandarizada y de probabilidad de Poisson se muestran en las figuras 6 y 7, respectivamente. De acuerdo con la figura 6 la mayor tasa de morbilidad estandarizada para la enfermedad de Chagas se localiza en los municipios del centro y sur de la Huasteca Potosina, lo mismo para la probabilidad Poisson, lo que coincide con la ubicación del número de casos del periodo analizado (Figuras 2 y 7).



Figura 5. Casa típica de la Huasteca centro y norte

Sobresale en caso del municipio de El Naranjo (ubicación mostrada en la figura 1), que presenta una alta prevalencia de la enfermedad (Figura 2), pero en el análisis de regresión espacial (tanto kernel como probmap) no presenta un riesgo alto, lo que se debe a que esta área administrativa se encuentra en una zona con características diferentes a la zona media y sur de la Huasteca, por lo que debemos tomar con reserva los casos reportados en este sitio, ya que probablemente sea ahí donde se hayan contabilizado, pero tal vez hayan ocurrido en un lugar diferente.

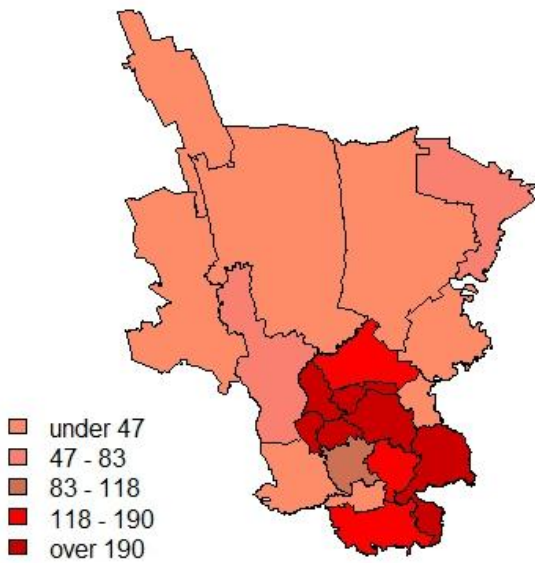


Figura 6. Tasa de morbilidad estandarizada para la enfermedad de Chagas en la Huasteca Potosina, para el periodo 2006-2012. La mayor tasa de morbilidad corresponde a municipios de la zona centro y sur de la Huasteca, área que corresponde a una mayor presencia de población indígena y un menor índice de desarrollo humano (datos no mostrados).

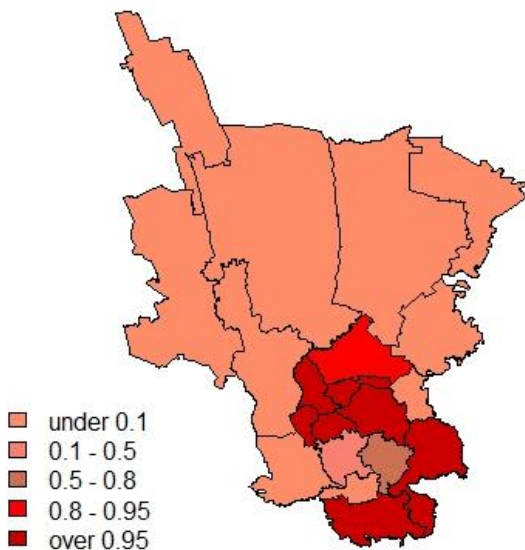


Figura 7. Probabilidad Poisson para la enfermedad de Chagas en la Huasteca Potosina, el área de mayor riesgo corresponde también a la zona donde se han reportado el mayor número de casos del periodo analizado. La mayor probabilidad Poisson corresponde a municipios de la zona centro y sur de la Huasteca, área que corresponde a una mayor presencia de población indígena y un menor índice de desarrollo humano (datos no mostrados).

4. DISCUSIÓN

En este estudio, basados en un modelo de regresión espacial, encontramos que la incidencia de la enfermedad de Chagas en la Huasteca Potosina se incrementa en zonas donde son más elevadas variables como el analfabetismo, la carencia de servicios básicos en las viviendas, el material de las mismas y la falta de servicios de salud, variables que permiten un hábitat idóneo para la chinche transmisora, lo que favorece un contacto de ésta con la población; como puede observarse en las Figuras 3, 5 y 6, a diferencia de la zona norte, donde las condiciones socioeconómicas de los habitantes contrastan con los de la zona centro y sur, lo que se ve reflejado en una disminución de casos de enfermos de Chagas.

La importancia del tipo y servicios con que cuentan las viviendas en la presencia de la enfermedad indica que los programas de atención y/o control de esta enfermedad deberían ir dirigidos a un cambio en la infraestructura y tipo de construcciones en esta zona, ya que mientras en esas localidades las casas sigan teniendo las condiciones idóneas para la presencia de la chinche de nada servirán los programas dirigidos al control vectorial.

La mayor incidencia de la enfermedad se presentó en zonas donde la mayor parte de la población es indígena. La forma en que se distribuyen los indígenas a lo largo de la Huasteca no es homogénea, habiendo una menor presencia de ellos al norte de la región, mientras que al centro y sur hay una mayor concentración (Esquivel et. al., 2004). Los poblados y comunidades en los que se asientan comúnmente carecen de servicios básicos derivado del pequeño tamaño en que se constituyen y de sus ubicaciones, zonas en el interior de las sierras por lo regular segregadas, con casas construidas de materiales como la palma y madera, lo que resulta contrastante con las zonas urbanas en las que suelen ubicarse principalmente población no indígena, zonas bajas con casas construidas de materiales como el concreto, tabique, etc. (Medina-Garza et. al., 2014b).

Estos resultados deben tomarse con la consideración de las limitaciones de la investigación, la referencia espacial de los datos de enfermos de Chagas donde se llevó a cabo la infección se basa sobre la presunta localización donde se produjo, aunque puede ser difícil determinar la ubicación precisa donde fue adquirida. No es posible evaluar la fiabilidad de estos lugares, pero la agregación de casos en áreas administrativas ayudará a negar cualquier imprecisión en la georreferenciación.

5. CONCLUSIONES

Generalmente, los pacientes que reciben tratamiento para la enfermedad de Chagas regresan a las zonas rurales endémicas donde habitan y nuevamente pasan a ser parte de los ciclos de transmisión, lo que probablemente lleva a que sean afectados nuevamente por vectores, y de esta forma deban regresar a los centros de salud en búsqueda de atención. Esta situación conduce a un enfascamiento donde los habitantes de las zonas rurales permanentemente están sometidos a un círculo de vectores-enfermedades-centros de salud.

Estas características hacen necesario abordar el problema desde una perspectiva ecológica, que permitirá dilucidar los patrones y variables ambientales de cada hábitat que favorecen la proliferación de los vectores y los reservorios de la enfermedad y de esta manera proponer medidas racionales y costo-efectivas para el control de poblaciones de vectores.

Este tipo de abordaje puede apoyarse con el uso de metodologías geográficas, las que actualmente se han visto revolucionadas por la información disponible y la velocidad y la complejidad con la que se puede manipular en los softwares actualmente disponibles.

Declaración ética

No se registraron casos individuales ni la información de identificación personal fue usada como parte de este estudio: los registros de enfermedades fueron agregados a las áreas administrativas.

REFERENCES

- Coura, J.R., Borges-Pereira, J. 2010. Chagas disease: 100 years after its discovery. A systemic review. *Acta tropica*. 115(1): 5-13.
- Cruz-Reyes, A., Pickering-López, J.M. 2006. Chagas disease in Mexico: an analysis of geographical distribution during the past 76 years-A review. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*. 101(4):345-354.
- Dumonteil, E., Gourbiere, S. 2004. Predicting triatoma dimidiata abundance and infection rate: a risk map for natural transmission of Chagas disease in the Yucatan peninsula of Mexico. *The American Journal of tropical medicine and hygiene*. 70(5): 514-519.
- Esquivel, J.V., Arias, P.G., Alvarado, J.B.H. 2004. Huastecos de San Luis Potosí: pueblos indígenas del México contemporáneo. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Medina-Garza, H., Contreras-Servín, C., Arreola-Martínez, B.E. 2014a. Tripanosomiasis Americana en la Huasteca. ¿Necesitamos una plataforma de vigilancia?. *Universitarios Potosinos*. 175:4-8.
- Medina-Garza, H., Contreras-Servín, C., Galindo-Mendoza, M.G. 2014b. Análisis especial de la enfermedad de Chagas en la Huasteca Potosina. *En Geografía de la Salud sin fronteras desde Iberoamérica*. San Luis Potosí, México. Pp. 207-228.
- Secretaría de Salud (SSA). 2012. Programa de acción específico 2007-2012. Otras enfermedades transmitidas por vector. Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud. Impreso y hecho en México.
- Tisnés, A. 2012. Análisis de la mortalidad en la ciudad de Tandil utilizando Sistemas de Información Geográfica. *Revista universitaria de Geografía*. 21:89-111.
- Wallner, A.M., Hamilton, G.C., Nielsen, A.L., Hahn, N., Green, E.J., Rodriguez-Saona, C.R. 2014. Landscape factors facilitating the invasive dynamics and distribution of the brown marmorated stink bug, *Halymorpha halys*, (Hemiptera: Pentatomidae), after arrival in the United States. *Plos One*. 9:1-12.
- World Health Organization. 1997. Chagas' disease. Progress 1995-1996: Thirteenth Program Report of the UNDP/World Bank/WHO Special Program for Research and Training in Tropical diseases.