

PROPUESTA DE UNA PLATAFORMA PARA LA VIGILANCIA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN LA HUASTECA POTOSINA.

Hugo Medina-Garza¹, Carlos Contreras-Servín^{1,2}, Ma. Guadalupe Galindo-Mendoza^{1,2}, José de Jesús Mejía-Saavedra^{1,3}
¹ Programas Multidisciplinarios de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, Sierra Leona No. 550 Lomas, Segunda Sección, San Luis Potosí, México email: h_mega@hotmail.com. ²LaNGIF-CIACYT-UASLP ³CIAAS-CIACYT-MEDICINA-UASLP

RESUMEN: Las plataformas de vigilancia epidemiológica son una herramienta esencial para facilitar la lucha contra las enfermedades transmitidas por vector. Los SIG y los sensores remotos son herramientas que ayudan a poner en marcha las plataformas y a estudiar la distribución actual y predecir las áreas de riesgo de presencia de insectos vectores de enfermedades; así mismo, se constituyen en excelentes aliados para la focalización de acciones de prevención y control. La enfermedad de Chagas en México ofrece un adecuado telón de fondo para demostrar como los SIG pueden ser empleados para entender la conexión entre ambiente y ecología de una infección transmitida por vector. El presente trabajo es una propuesta de la implementación de un sistema de vigilancia que permita monitorear dicha enfermedad en la región huasteca potosina y los factores que determinan la presencia del vector.

Palabras clave: Vectores, Enfermedad de Chagas, Plataformas, Vigilancia Epidemiológica.

Proposal of a platform for the surveillance of the Chagas disease in Huasteca Potosina

ABSTRACT: Surveillance platforms are an essential tool to facilitate the fight against vector-borne diseases. GIS and remote sensing are tools that help launch platforms and study the current distribution and predict the risk areas the presence of insect vectors of disease, likewise, constitute excellent allies for targeting prevention efforts and control. Chagas disease in Mexico provides a suitable backdrop to demonstrate how GIS can be used to understand the connection between the environment and ecology of a vector-borne infection. The present work is a proposal for a surveillance system that allows monitoring the disease in the Huasteca region Potosi and the factors that determine the presence of the vector and generate predictive models of their presence.

Key words: Vector, Chagas disease, Platforms, Epidemiological Surveillance

Introducción

La enfermedad de Chagas o Tripanosomiasis americana es una enfermedad transmitida por vector (ETV). Es una infección endémica causada por el parásito protozoario *Trypanosoma cruzi* (Osorio, *et. al.*, 2012; Ricardo-Silva, *et. al.*, 2012). Esta enfermedad representa una de los principales problemas de salud pública en América Latina (OMS, 2014) y 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 (Rodrigues Coura y Borges-Pereira, 2010). La enfermedad de Chagas, más que ninguna otra, está íntimamente ligada con el desarrollo económico y social (SSA, 2012).

En América Latina el principal mecanismo de transmisión de la enfermedad de Chagas es vectorial, (OMS, 2014). Aunque actualmente varios brotes recientes han sido por transmisión oral (Blackburn y Barry, 2012).

Debido a las características multidisciplinarias y de respuesta en corto tiempo, la vigilancia epidemiológica debe tener como eje una plataforma informática que sea accesible en cualquier lugar y que ofrezca un manejo intuitivo. El conjunto de información, datos, desarrollo informático, algoritmos y sistemas de comunicación conforman una plataforma informática (Algara-Siller, 2011).

El factor geográfico y las variables abióticas de los ecosistemas son importantes variables explicativas dentro del análisis epidemiológico porque permiten localizar, identificar y dar seguimiento a las condiciones ambientales en las que se desarrollan los vectores.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los Sensores Remotos (SR) son herramientas para estudiar la distribución actual y predecir áreas de riesgo de presencia de insectos vectores de enfermedades; así mismo, se constituyen en excelentes aliados para la focalización de acciones de prevención y control. Aunque el uso de estas herramientas en investigación de enfermedades transmitidas por vectores se ha incrementado en los últimos años, su aplicación en los programas oficiales de control ha sido limitada (Parra-Henao, 2010).

Es por eso que el objetivo de este trabajo es implementar un sistema de vigilancia que permita monitorear la enfermedad de Chagas en la región huasteca potosina y los factores que determinan la presencia del vector, determinar su distribución espacial, estimar la abundancia poblacional, los indicadores entomológicos y generar modelos predictivos de su presencia.

Materiales y Método

Mediante muestreos domésticos (dentro de las viviendas), peridomésticos (en el patio de las viviendas) y silvestres (en la periferia de las comunidades) en las localidades de estudio realizados previa capacitación por los habitantes se obtendrá la abundancia poblacional y los indicadores entomológicos para cada una de las especies presentes. Esta información asociada a las variables climáticas e información socioeconómica permitirá generar los mapas de riesgo por la presencia de triatominos y su índice de infección.

Con la información obtenida se generará una base de datos con la que se pretende la creación de una plataforma de vigilancia epidemiológica que sea de fácil manejo, eficiente, intuitiva y funcional, y que sea alimentada además por la información que aporten los centros de salud, las localidades, universidades y centros de investigación y el Laboratorio Estatal de Salud Pública. Toda la información estará disponible mediante una página web.

Área de estudio. La huasteca potosina se localiza al oriente del Estado de San Luis Potosí. En esta zona predominan climas cálidos húmedos y subhúmedos y semicálidos húmedos.

Se tiene especial interés en realizar los muestreos en localidades de los municipios de Tamazunchale, Tancanhuitz, San Antonio, Huehuetlán, Coxcatlán y San Martín, por ser los sitios donde se han registrado el mayor número de casos de Enfermedad de Chagas en los últimos 9 años, tener población indígena y presentar un grado de marginación Medio y 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 (Fig. 1).

Las características geográficas y demográficas varían de un municipio a otro, lo que nos permitirá comparar y asociar tanto la presencia del vector, su abundancia y diversidad, así como su índice de infección, a una serie de variables características de cada sitio.

Abundancia poblacional. Para determinar la abundancia poblacional de los triatominos se realizará un muestreo en 2 fases, uno en área selvática y un muestreo domiciliario. Se realizará un monitoreo a lo largo de dos años para abarcar todas las estaciones del año.

Enfermedad de Chagas en la Huasteca Potosina. 2006-2012

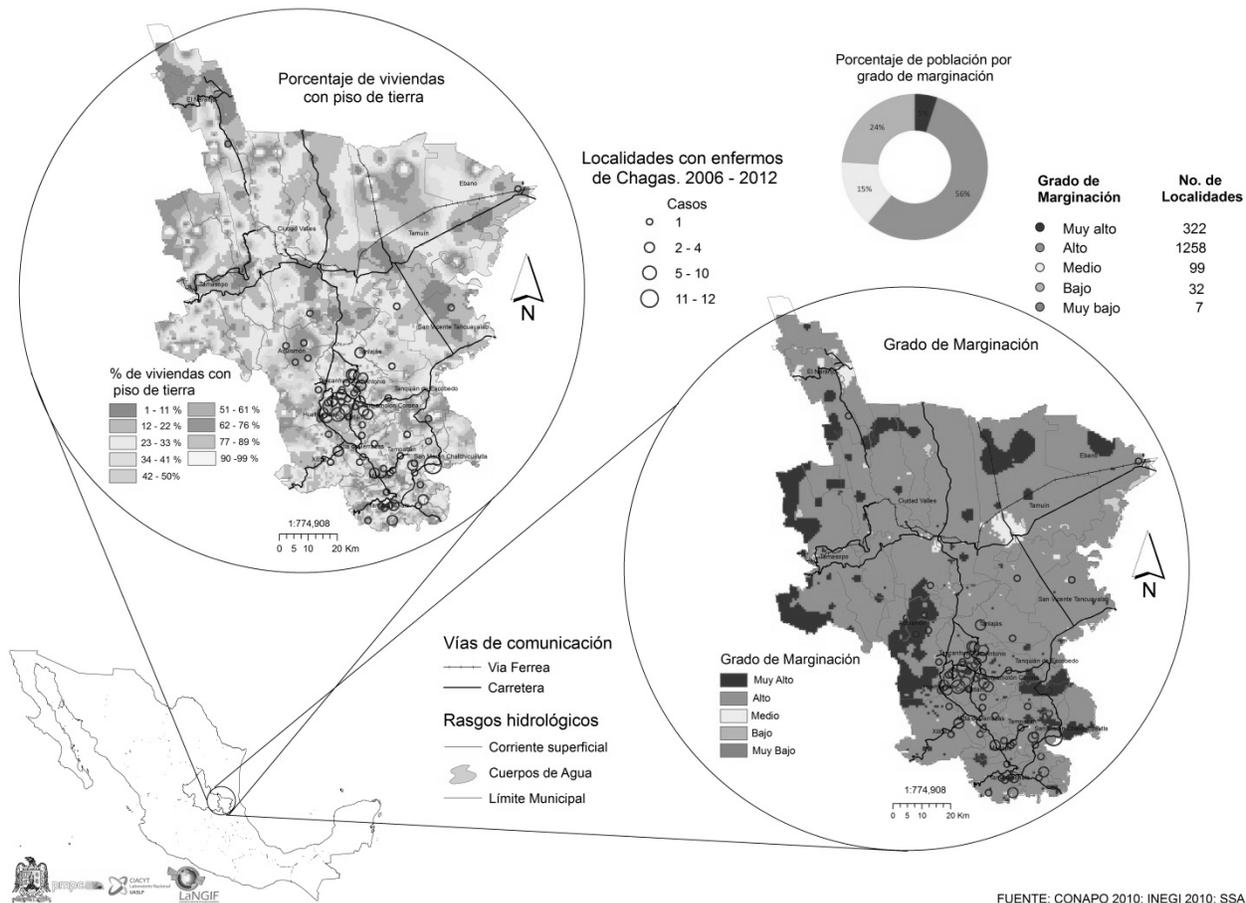


Figura 1. Localidades donde se han reportado casos de enfermos de Chagas en el periodo 2006-2012. El grado de marginación en la zona es principalmente Alto y Muy Alto y en la mitad del área más del 50% de las viviendas tienen piso de tierra, lo que ubica a la Huasteca Potosina como una zona potencial para el desarrollo del vector, esto se ve reflejado en el número de casos de personas infectadas en el periodo 2006-2012.

Para el área silvestre ubicada alrededor de la comunidad (500 m de la periferia de la localidad) se colocarán trampas de acuerdo a lo reportado por Noireau *et al.*, (2002). Las trampas consisten en pequeños recipientes de plástico (250 o 500 cm³) cerrados con malla de alambre y parcialmente cubiertos con cinta adhesiva con un ratón dentro de ellos como cebo y una pequeña cantidad de virutas de madera y alimentos (Fig. 2a).

Se pretende colocar tres trampas por localidad. Las trampas se colocarán por las tardes y se revisarán por la mañana, dejándolas alrededor de 15 horas.

Para el muestreo peridomiciliario y domiciliario se colocarán trampas de acuerdo a lo reportado por Lorenzo *et al.*, (1998) usando levadura como cebo para atraer a los triatominos. Las trampas consisten en un recipiente circular con un cultivo de levadura en su interior (Fig. 2b). Estas trampas serán colocadas en por lo menos cinco hogares de familias que quieran participar y que tengan antecedentes de convivencia con el vector. Las trampas serán colocadas por las noches (alrededor de las 20:00 horas) y se hará el recuento de insectos a la mañana siguiente (alrededor de las 9:00 horas).

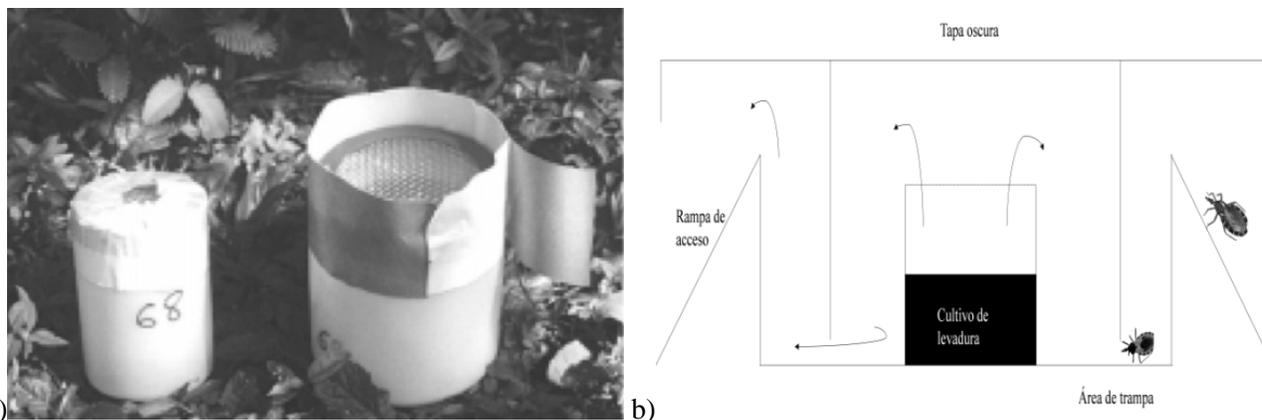


Figura 2. a) Trampas que serán usadas para la recolección de triatominos en área silvestre. Tomado de Noireau *et. al.*, 2002. b) Sistema de trampas domésticos y peridomésticos. Elaboración propia basado en Lorenzo *et. al.*, 1998.

Indicadores entomológicos .Los indicadores entomológicos (calculados por especie de triatomo) serán calculados para establecer el grado de domiciliación y su posible papel en la transmisión de la enfermedad (Tabla 1). Estos indicadores serán calculados de acuerdo a la NOM-032-SSA2-2010.

Tabla 1. Indicadores entomológicos de acuerdo a la NOM-032-SSA2-2010

Indicador	Fórmula	Nivel
Índice de infestación	$(\text{No. De casas con triatominos intra/peri doméstico} \cdot 100) / \text{No. Total de casas estudiadas}$	Doméstico y peridoméstico
Índice de hacinamiento	$\text{No. Total de triatominos capturados} / \text{No. De casas con triatominos}$	Doméstico
Índice de colonización	$(\text{No. De casas con ninfas de triatominos} \cdot 100) / \text{No. De casas positivas a triatominos}$	Doméstico
Índice de densidad	$\text{No. Total de triatominos capturados} / \text{No. Total de casas}$	Comunitario
Índice de infección natural	$(\text{No. De triatominos infectados} \cdot 100) / \text{No. Total de triatominos analizados}$	Doméstico y peridoméstico
Índice de dispersión	$(\text{No. De localidades con triatominos} \cdot 100) / \text{No. Total de localidades estudiadas}$	Comunitario

Generación de modelos predictivos de la presencia del vector. Se aplicará la metodología utilizada por Dumonteil y Gourbière (2004). Se obtendrán datos de precipitación pluvial, temperatura máxima, mínima y media y evaporación de las estaciones meteorológicas de CNA e INIFAP de la zona de estudio; así como datos demográficos de INEGI (número de habitantes por localidad, número de casas, material de techos y pisos).

Para el tipo de vegetación se obtendrán imágenes satelitales del satélite LANDSAT y se realizará una clasificación supervisada con el programa ENVI. Todos los datos serán importados en un SIG en modo raster. Los datos de las estaciones meteorológicas serán interpolados para generar datos continuos para toda el área de estudio. Se modelará la abundancia de cada especie colectada en función de las variables bioclimáticas y sociales con una regresión logística usando la distribución de Poisson de error de probabilidad de ocurrencia de los insectos con el programa SPSS 18.0. El modelo será elaborado paso a paso incorporando las variables una por una en la regresión, y para cada paso se conservará únicamente la variable que mejore más el ajuste del modelo definido como su varianza. Las variables que no mejoren el ajuste serán descartadas del modelo. La abundancia del vector será ajustada a la ecuación 1:

$$A = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n) \quad (1)$$

Donde:

A = abundancia

β = coeficiente de regresión

X = variables incorporadas al modelo

Para el modelaje de insectos infectados se realizará mediante una regresión logística con un error binomial de la probabilidad de infección. El número de insectos infectados se ajustará a la ecuación 2:

$$Ni = Na \left(\frac{Y}{1 + Y} \right) \quad (2)$$

Donde:

Ni = insectos infectados

Na = insectos analizados

$Y = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n)$

β = coeficiente de la regresión

X = variables del modelo

Los valores de los factores bioclimáticos serán importados de la base de datos del SIG a hojas de cálculo de Excel y los modelos de regresión logística serán aplicados a toda el área de estudio. Mapas de abundancia y su tasa de infección serán generados en el SIG. El riesgo de transmisión natural de *T. cruzi* será definido como directamente proporcional al producto de la abundancia del insecto y su tasa de infección por el protozoario (proporcional a la abundancia de insectos infectados) y se generará un mapa de riesgo de la transmisión. El riesgo será dividido en tres niveles (bajo, medio y alto), correspondientes al tercio más bajo, mediano y más alto de la abundancia de insectos infectados, respectivamente; la validez del mapa de riesgo será evaluado comparando la ubicación de casos humanos reportados con la enfermedad con los niveles de riesgo estimados.

Plataforma de vigilancia epidemiológica. La plataforma de vigilancia epidemiológica tendría el enfoque de la prevención, permitiría detectar y atender potenciales brotes de enfermedades y tendría un registro sistemático de los datos, permitirá la detección oportuna de los vectores y con la ayuda de tecnologías de la información (Smartphone) se subiría en tiempo cuasireal la ubicación de los vectores detectados. Mediante análisis PCR se determinará si los vectores están infectados con el protozoario y en caso de mostrarse positivo desde el laboratorio se subiría el reporte a la plataforma en el momento; esto permitirá ubicar a los vectores, asociarlos a variables climáticas para de esta manera detectar zonas de riesgo por la presencia del vector, en caso de que los vectores estén infectados con el protozoo, se podrán detectar zonas de riesgo a la presencia de la enfermedad.

Resultados esperados

La enfermedad o la salud no pueden tratarse aisladas de los contextos físico, social y cultural, por lo que se debe contemplar más allá de la distribución del vector; factores socioeconómicos de las localidades, como acceso a una buena alimentación y a sistemas de salud también deben ser tomados en cuenta; ya que se ha demostrado que la desnutrición causa un gran deterioro en el sistema inmune, lo que hace a los habitantes, sobre todo niños de regiones marginadas, más vulnerables a desarrollar este tipo de enfermedades ya que su organismo no puede defenderse ante la agresión de los microorganismos, situación que se presenta en gran parte del país como la Huasteca Potosina. La propuesta de una plataforma de vigilancia está encaminada a la prevención a través de un trabajo multidisciplinario donde se permita enfocar esfuerzos del sector salud a la áreas determinadas como riesgo para esta enfermedad, mantener actualizados los registros de ocurrencia, distribución y prevalencia en el área geográfica, desarrollar sistemas de alerta que permita actuar oportunamente,

ahorrándose en el mejor de los casos el costo del tratamiento. El éxito dependerá de las decisiones que tomen los actores involucrados, si bien recientemente el gobierno mexicano ha tomado interés en las enfermedades transmitidas por vectores, un gran porcentaje del presupuesto está determinado al combate solamente del dengue, sin tomar en cuenta enfermedades como el mal de Chagas.

Literatura Citada

- Algara-Siller M. 2011. Plataforma informática para la vigilancia epidemiológica fitosanitaria en México. En: Galindo Mendoza M.G., Contreras Servín C., Aldama Aguilera C. (coordinadores) *La Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria en México: un acercamiento metodológico* (pp. 191-209) San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Blackburn B.G. y Barry M. 2012. Oral transmission of chagas disease: New epidemiology for an Old Disease. *Travel Medicine Advisor*, 22:29-
- Dumonteil E. y Gourbière S. 2004. Predicción de la abundancia y tasa de infección de *Triatoma dimidiata*: un mapa de riesgo de transmisión natural de la enfermedad de Chagas en la península de Yucatán, México. *Rev Biomed*. 15:221-231.
- Lorenzo M.G., Reisenman C.E., Lazzari C.R. 1998. *Triatoma infestans* can be captured under natural climatic conditions using yeast-baited traps. *Acta Tropica*. 70:277-284.
- Noireau F., Abad-Franch F., AS Valente S., Dias-Lima A., Lopes C.M., Cunha V., Valente V., Palomeque S.F., de Carvalho-Pinto C.J., Sherlock I., Aguilar M., Steindel M., Grisard E., Jurbeg J. 2002. Trapping Triatominae in Silvatic Habitats. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 97(1):61-63.
- Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2010, Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de enfermedades transmitidas por vector.
- Osorio L., Ríos I., Gutiérrez B., González J. 2012. Virulence factors of *Trypanosoma cruzi*: who is who?. *Microbes and Infection*. 14:1390-1402.
- OMS. 2014. La enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana). Nota descriptiva No. 340. Consultado en línea Junio 2014 <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs340/es/>
- Parra-Henao G. 2010. Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos. Aplicaciones en enfermedades transmitidas por vectores. *CES Medicina*. 24(2):75-89.
- Ricardo-Silva A.H., Lopes C.M., Ramos L.B., Marques W.A., Mello C.B., Duarte R., Carbajal de la Fuente A.L., Toma H.K., Reboredo-Oliveira L., Kikuchi S.A., Baptista T.F., Santos-Mallet J.R., Junquiera A.C.V., Goncalves T.C.M. 2012. Correlation between populations of *Rhodnius* and presence of palm trees as risk factors for the emergence of Chagas disease in Amazon region, Brazil. *Acta Tropica*. 123:217-223.
- Rodriguez Coura J. y Borges-Pereira J. 2010. Chagas disease: 100 years after its discovery. A systematic review. *Acta Tropica*. 115:5-13
- 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.