

ACTUALIDADES SOBRE LA EPIDEMIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN MÉXICO

J.M. RAMSEY, R. ORDOÑEZ, A. TELLO LOPEZ,
J.L. POHLS, V. SANCHEZ, A.T. PETERSON*

INTRODUCCIÓN

La Enfermedad de Chagas es la enfermedad parasitaria de mayor importancia en América Latina, tanto por su morbi-mortalidad como por su importancia económica. Por sí sola supera a todas las otras enfermedades parasitarias (OMS, 2000) y se ubica como la tercera enfermedad infecciosa de importancia en la región después del SIDA y la tuberculosis. Esta enfermedad presenta tres fases clínicas y sólo la fase aguda, que dura de 3 a 6 meses, es curable. Entre 30-40% de los infectados progresan a la etapa crónica de la enfermedad, y en un periodo de entre 5 a 20 años después de haber adquirido la infección desarrollan enfermedad cardiovascular (cardiomiopatía) o síndrome de megavísceras. La esperanza de vida para estos casos crónicos se reduce entre 5 y 10 años de vida una vez que logran el diagnóstico clínico. La etapa crónica se manifiesta durante el período más productivo de la vida, entre los 35 y 55 años de edad, y requiere del empleo de terapias de soporte costosas, tales como el implante de marcapasos y el trasplante cardíaco en el caso de la cardiomiopatía dilatada (Cleto del Rey *et al.* 1995, Vallejo y Reyes 1996).

En México es difícil contar con datos epidemiológicos sobre la mortalidad por Chagas, debido a la falta de experiencia en la elaboración del diagnóstico clínico. Esto puede deberse a que la mayoría de las actas de defunción se elaboran por estudiantes de medicina con poca experiencia, además de la falta de pruebas diagnósticas postmortem y a la falta de conocimiento clínico de la enfermedad de parte de los profesionales de salud. Esto origina sesgos en la información que no permiten la elaboración de estadísticas veraces de mortalidad. La misma clasifica-

* Centro de Investigaciones sobre Enfermedades Infecciosas (CISEI), Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), Cuernavaca, Morelos. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., Natural History Museum, The University of Kansas, Lawrence, Kansas, USA.

ción internacional de enfermedades (CIE) no permite tener una definición muy clara de la enfermedad, lo que ocasiona que muchos casos no se registren adecuadamente. A pesar de lo anterior, una de las clasificaciones principales del paciente en etapa crónica es la insuficiencia cardíaca. En el Hospital Central de PEMEX en Salina Cruz, Oaxaca, el 85% de los casos de insuficiencia cardíaca, 16% de todas las consultas en el servicio de Cardiología, se deben a la enfermedad (Moreno *et al.* 2001).

Los estudios de morbilidad debido a Chagas en México han sido dispersos, y generalmente no son representativos a nivel poblacional. En población abierta, se han reportado prevalencias puntuales de 1 hasta 37% (Tay *et al.* 1992, Perez-Fuentes *et al.* 1998, Goldsmith *et al.* 1978, Ruegsegger *et al.* 1993). Sin embargo, un estudio representativo para la población rural en el estado de Morelos reporta una seroprevalencia de 1.0% para niños de edad escolar (Ramsey *et al.* 2001). Esta cifra contrasta con la seroprevalencia de 0.8% reportada por el Centro Estatal de Transfusión Sanguínea (CETS) del mismo estado. Esta diferencia, y otros estudios en Sur América, sugieren que la seroprevalencia en zonas rurales, aún cuando éstas representan una menor parte de la población (24% en el caso de Morelos), pueden ser 3 o 4 veces más altas que las tasas en donadores de sangre, una población principalmente urbana.

Se ha reportado una amplia variación en los valores de seroprevalencia en las donaciones a bancos de sangre en la República: 0.7–1.2% de varios sitios en la República (Barrera *et al.* 1991), 0.27% en el Instituto de Cardiología (Ramos *et al.* 1991), 1.28% en Jalisco (Contreras *et al.* 1992), 7.9% en el Hospital General de México (Rojo *et al.* 1999), 0.3% del Instituto de Cardiología (Monteon *et al.* 1999), y 1.03% de nuevo del Hospital General de México (Ramsey *et al.* 2002). En un estudio con mayor representatividad a nivel nacional (18 estados), realizado por el Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica (InDRE) en colaboración con los Centros Estatales de Transfusión Sanguínea (CETS) indica que en promedio el 1.5% de las muestras de donación contienen anticuerpos anti-*Trypanosoma cruzi* (Guzman *et al.* 1998). Sin embargo, y a pesar de una Norma vigente desde 1992 (SSA 1992), que exige el tamizaje de toda la sangre de donación en zonas endémicas para la enfermedad en el país, los Centros Estatales de Transfusión Sanguínea (CETS) en sólo 5 estados han realizado un tamizaje desde el año 2000, y sólo cuando ha existido presupuesto que lo permite.

A pesar de la posibilidad de transmisión de la enfermedad por medio de la transfusión sanguínea, la contaminación congénita, o el trasplante de órganos, la mayoría (más del 85%) ocurre por medio del vector, insectos de la familia Reduviidae (Hemiptera), subfamilia *Triatominae*, comúnmente denominados chinches picudas, besucones, o por una variedad de palabras indígenas como pic (Maya), msin o bidi (Zapoteco) etc. En la República Mexicana, se reconocen 27 especies de triatomos hematófagos, de las cuales 23 están distribuidas exclusivamente en el territorio nacional. Las especies de mayor importancia epidemiológica por su capacidad vectorial y por su distribución en México son: *Triatoma barberi*, *T. dimidiata*, *T. phyllosoma*,

T. longipennis, *T. mazzottii*, *T. pallidipennis*, *T. picturata*, *T. mexicana*, *T. gerstaeckeri* (Zárate y Zárate, 1985, Tay 1980, Vidal *et al* 1999).

Las zonas de riesgo para la transmisión vectorial de la EC en la mayoría de los países de América Latina se ubican en las áreas rurales donde existe una alta proporción de viviendas en condiciones precarias y una convivencia estrecha con los ambientes silvestres del vector-reservorio. En México, la presencia rural de la infección se intensifica con el acelerado proceso de urbanización al poner en contacto a grandes sectores de la población con el vector(es). Por ejemplo, más del 77% de las comunidades urbanas y suburbanas del estado de Morelos, donde radica 75% de la población estatal, están infestadas con el vector. En Cuernavaca, la ciudad capital del estado y centro residencial de fin de semana de los capitalinos de México D.F. el 4.1% de las viviendas están infestadas con *T. pallidipennis*, y ocasionalmente con otras dos especies (Ramsey *et al.* en prensa). De igual manera, para las poblaciones urbanas situadas fuera de la zona de distribución de los vectores, el riesgo de infección por el vector se presenta como consecuencia de la relación estrecha de la población con las comunidades rurales a las que regresan por sus vínculos familiares y sociales, tal como el Distrito Federal y el estado de Tlaxcala (Ramsey *et al.* 2001).

Aunque las enfermedades transmitidas por vectores están incluidas dentro de los programas prioritarios del sistema de atención primaria en México, la Enfermedad de Chagas se considera una enfermedad huérfana porque no se cuenta con un programa específico dirigido a la vigilancia epidemiológica, y tampoco existe una estrategia para su prevención y control. Tampoco existe una partida presupuestal específica tal como existe para el paludismo.

Los programas de prevención y control de la enfermedad de Chagas en los países del Cono Sur en América han demostrado que son de las intervenciones en salud pública con mayor costo-eficacia, aún más que las utilizadas para el dengue o el paludismo (Dias y Schofield 2001). Se estima que cada caso crónico, que se expresa en la pérdida de un 25% de la vida productiva del enfermo, cuesta alrededor de US\$370/año/persona. En Brasil por ejemplo, la tasa de rendimiento después de aplicar el programa de control, fue entre el 30-35% (por 10 años), y en Argentina de un 64.3% (equivalente a un 20% de la deuda externa de ese país). Estimaciones realizadas recientemente indican que los países andinos podrían ahorrarse US\$24 por cada dólar invertido en la prevención de los casos de la enfermedad (Aguilar *et al.* 2001).

LA TRANSMISIÓN VECTORIAL

Se estima que una población total de 71 120 043 en la República Mexicana está en riesgo constante para la transmisión vectorial de la Enfermedad de Chagas (cuadro I), y otros 20 328 746 individuos están en riesgo por su residencia ocasional en zonas infestadas. Aproximadamente 39.2% de esta población tiene residencia en comunidades rurales, aunque resida en más del 99.0% de las comunidades totales en

riesgo del país. Asimismo, 17.2% de la población en riesgo vive en comunidades suburbanas, un componente de alta tasa de incremento en las últimas décadas en México. El caso de riesgo para poblaciones urbanas residentes fuera del rango de distribución de todos los vectores (grupo 3) es de particular importancia, debido a que se tienen altas tasas de seropositividad no relacionadas con riesgo por transfusión sanguínea. Entrevistas realizadas en esas poblaciones, indican que visitan frecuentemente, y especialmente en temporadas agrícolas y de ceremonias tradicionales, a sedes familiares que están ubicadas en zonas de riesgo para la transmisión vectorial constante.

Bajo los criterios de estratificación de zonas de riesgo, se estima que 1 768 376 personas están infectadas con *T. cruzi* en la República actualmente (figura 1). El 57.0% de esta población es residente en zonas rurales y 8.9% en zonas suburbanas. Ocho estados (Chiapas, Veracruz, Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Michoacán, México, Oaxaca) tienen más del 69% de los casos seropositivos (931 643 individuos), los cuales representan entre el 5.9% y el 11.0% de las poblaciones respectivas en esas entidades. Se estima que 317 360 de esos casos ocurren en zonas sin infestación constante, 90% de ellos en áreas urbanas (principalmente el D.F. y el Estado de México >2000 msnm). Estimando una tasa de conversión del 30% para un caso indeterminado en un crónico, existen 530 369 casos crónicos en 2002. Se estima que entre 5 y 10% de esos casos podrían fallecer anualmente (mortalidad entre 26 500 y 53 037). La mortalidad anual debida a la enfermedad crónica se complementa por una mortalidad infantil del 10% de los casos incidentes en menores de edad. Se

Cuadro I
Estratificación de poblaciones en riesgo, número de seropositivos, incidencia, casos crónicos y mortalidad en niños menor de 5 años para la transmisión vectorial y completa en 2002

	Población en riesgo	Comunidades en riesgo	Vivienda en riesgo	Seropositivos	Incidencia	Mortalidad anual < 5 años	Casos crónicos
G1 rural	2 0091063	123043	3 664887	6 37790	22 769	316	19 1337
G1 suburban	9001607	1 323	2 579525	95131	3 567	49	28 539
G1 urban	21 885043	141	5 295731	1 81969	6496	86	54 591
G2 rural	7 799690	5 0286	1 670342	3 50986	12 530	164	10 5296
G2 suburban	3 226029	406	6 22567	48 390	6291	23	14517
G2 urban	9 116612	64	1 926808	1 36749	4882	62	41025
Transmisión vectorial							
residencia	71120043	175263	15759860	1451016	56535	700	435305
G3 rural	414293	2185	86258	18 643	666	9	5593
G3 suburban	865070	100	15 6575	12 976	1687	6	3893
G3 urban	19 049382	59	46 50052	28 5741	1 0201	115	85 722
Transmisión vectorial	191448789	177607	20652745	1768376	69088	830	530513

estima que 830 niños menores de 15 años mueren de falla cardiaca o de meningoencefalitis por año, por la Enfermedad de Chagas aguda. El 59.0% de esa mortalidad ocurre en población rural.

La incidencia anual de la enfermedad de Chagas se estima en 69 072 casos por año, y el 52.1% de esos casos ocurren en zonas rurales. Se estima que el 18.6% de los casos incidentes (12 553 casos) ocurren en zonas sin un riesgo de infestación permanente.

LA TRANSMISIÓN TRANSFUSIONAL

En el año 2001, el CNTS reportó 1 102 082 donaciones de sangre, que resultaron en 1 875 000 transfusiones de paquete globular, plasma, plaquetas, o crioprecipitados. Utilizando la tasa global de 1.5% de las donaciones seropositivas, se estima que se recibieron 16 531 donaciones potencialmente infectantes. Estas donaciones hubieran podido ser transfundidas a 28 125 individuos. Dada que en diferentes países del continente se estima un rango entre 10% y 25% de eficiencia de transfusión de la infección por un componente contaminado, se calcula que

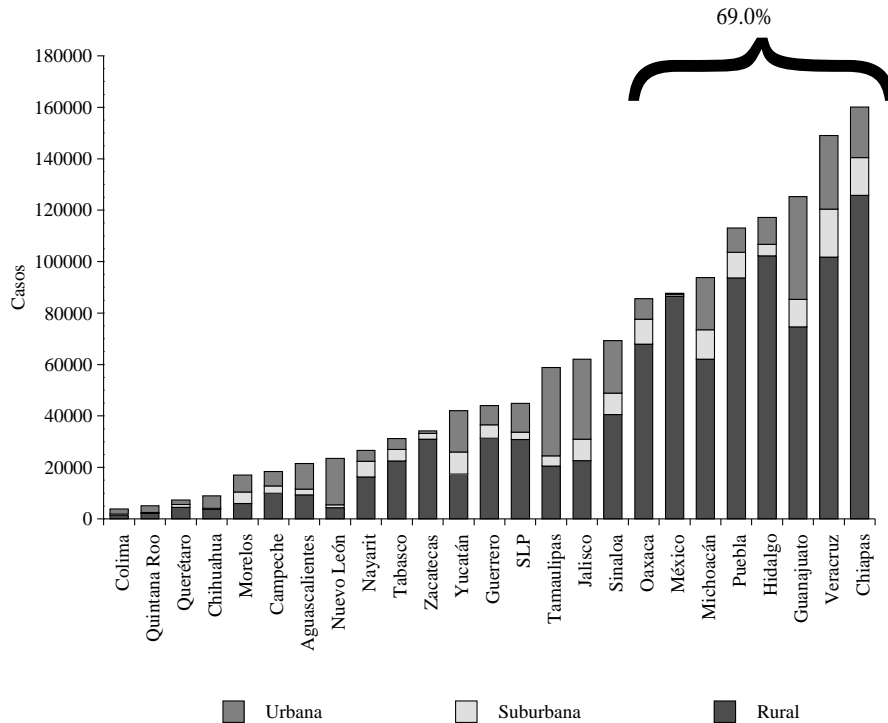


Figura 1. Casos seropositivos por entidad, estratificados según comunidades rurales, suburbanas y urbanas

entre 2 813 y 7 031 individuos hubieron podido resultar infectados por la transfusión sanguínea anualmente.

LA TRANSMISIÓN CONGÉNITA

Con una población seropositiva de 1 768 376 individuos, y tasas de población femenina entre 15 y 49 años de 29% para áreas urbanas y suburbanas, y 25% para áreas rurales, se estima que hay 472 393 mujeres en edad fértil seropositivas para *T. cruzi* actualmente. Si la tasa bruta de natalidad es de 3.57%, implica que 18 864 bebés hubieran podido nacer de esta población de mujeres durante un período de 34 años. En Paraguay, uno de los pocos países en Sur América con un programa permanente de vigilancia para la transmisión congénita de la Enfermedad de Chagas, la tasa de seroprevalencia en bebés (nacidos de madres seropositivas) a 9 meses del nacimiento es de 7.6% (Russomando, comunicación personal). Se puede estimar entonces que 38 niños podrían recibir la enfermedad por esta vía por año.

Las estimaciones independientes de las tres principales formas de transmisión de la Enfermedad de Chagas para la República indican que 96% de la transmisión ocurre a través del vector, mientras que la transmisión por transfusión representa 3.9% de los casos incidentes (si la eficiencia es de 10%), y la congénita 0.1% (cuadro II).

CARGA DE ENFERMEDAD

La carga económica de la enfermedad puede expresarse en dos formas distintas. La primera forma representa la más precisa por su expresión como resultado de la discapacidad, en forma aguda (niños que fallecen por muerte súbita) o en forma crónica (pérdida de vida productiva). En el caso de la forma crónica, se puede utilizar la expectativa media de edad actual (74 años), y calculando una pérdida del 25% (18.5 años) de su vida productiva por caso crónico, y el salario anual de US\$5 653 (UNDP), se estima una pérdida total de US\$ 58 450 200 000 por esa población, ó US\$ 3 160 000 000 por año. En la ausencia de intervenciones para el control del vector, este costo podría duplicarse en 25 años (figura 2). En el caso de implementar un programa de

Cuadro II
Proporción de transmisión por vía vectorial, transfusional o congénita.

Transmisión	Casos incidentes	Transmisión total
Vectorial	69 072	96.0%
Transfusional	2 813	3.9%
Congénita	38	0.1%

control vectorial, esta carga comenzará a descender hasta dentro de 15 años, y se habrá reducido significativamente después de 25 años a partir de su inicio.

La segunda forma de representar la carga económica de los enfermos crónicos, es en relación con los costos de diagnóstico y tratamiento de esos casos, asumiendo que en algún momento ingresan para un tratamiento sintomático, y a los costos de diagnóstico y tratamiento de los casos agudos (figura 3). Debido a la falta de vigilancia epidemiológica actual, los primeros casos ingresan en los sistemas de salud por medio, principalmente, de los servicios de cardiología (cardiomiopatía dilatada, insuficiencia cardiaca, arritmia), o de gastroenterología (p.ej. acalasia idiopática) sin una clasificación como chagásico, y por lo tanto son tratados sin conocimiento de la causa etiológica. El diagnóstico y tratamiento de un caso en servicio cardiológico puede variar desde US\$ 700 hasta US\$ 1 280, sin considerar el uso de marcapaso u otra intervención quirúrgica (Vallejo & Reyes 1996). Asumiendo una alta capacidad de captación de los casos agudos (10% del total de casos

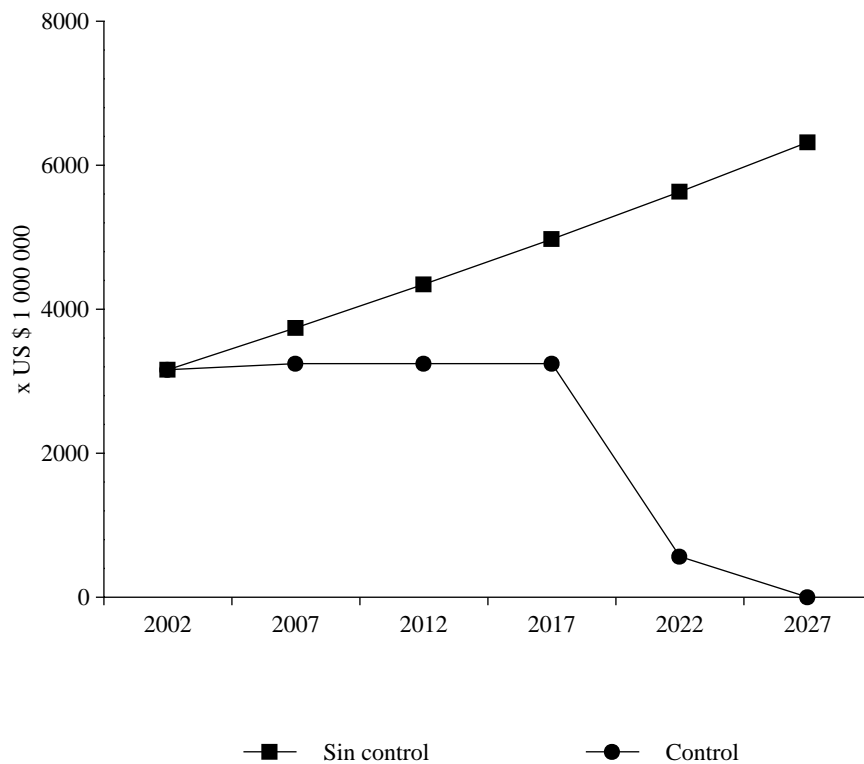


Figura 2. Carga de enfermedad debida a discapacidad en la ausencia y presencia de un programa de control vectorial

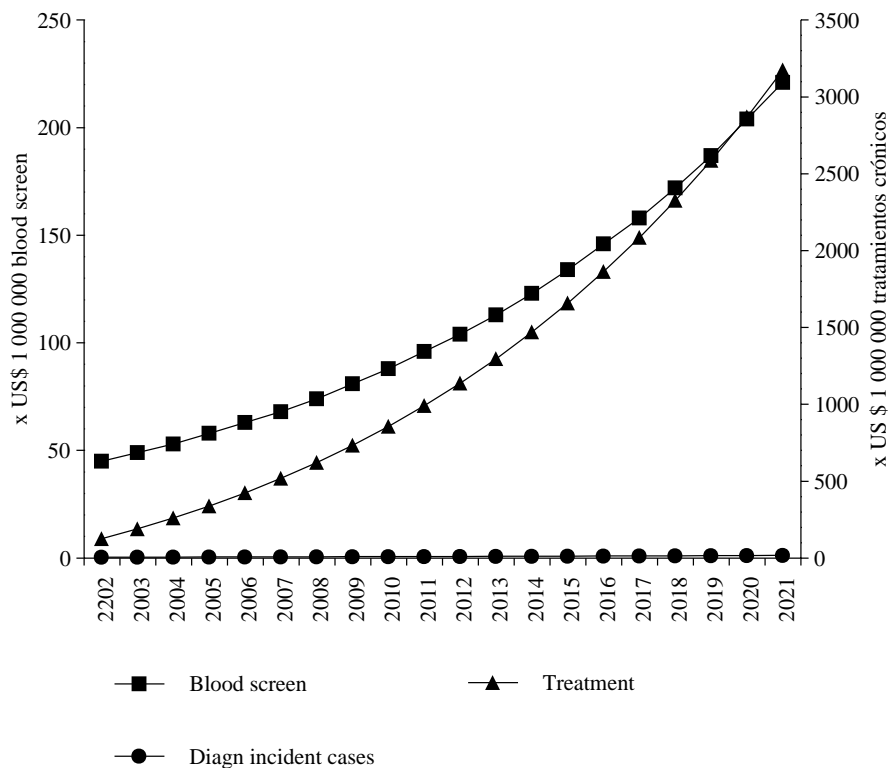


Figura 3. Costos proyectados por un lapso de 20 años para el tratamiento de 10% de los casos incidentes, el tamizaje de las donaciones de sangre (100%), y el costo de diagnóstico y tratamiento de los casos crónicos

incidentes), se estima que el sistema, si capta esos casos anteriores, y el 100% de los casos crónicos, podría estar gastando US\$ 126 154 000/año para su diagnóstico y tratamiento sintomático. La carga principal reside en el diagnóstico y tratamiento de los casos crónicos. En 30 años, y en la ausencia de intervenciones anti-vectoriales, este costo aumentará en por un factor de 68.4 veces (US\$ 8 634 604 538).

Debido a que ya se ha demostrado la eficacia de métodos químicos para el control de la infestación doméstica por triatominos, y que se sabe que ésta podría tener una eficacia de reducción de más del 97% en un lapso de 2-3 años, se estima que la reducción en la incidencia de la enfermedad no necesitará un periodo mayor a 5-7 años en fase activa. Se espera que la incidencia de infección quede eliminada con un control adecuado, mientras que seguirá aumentando en caso de implementar sólo el control transfusional o la detección de casos agudos (figura 4).

Utilizando estos modelos de proyección de casos con o sin control vectorial, se pueden estimar los costos totales para la enfermedad en diferentes escenarios

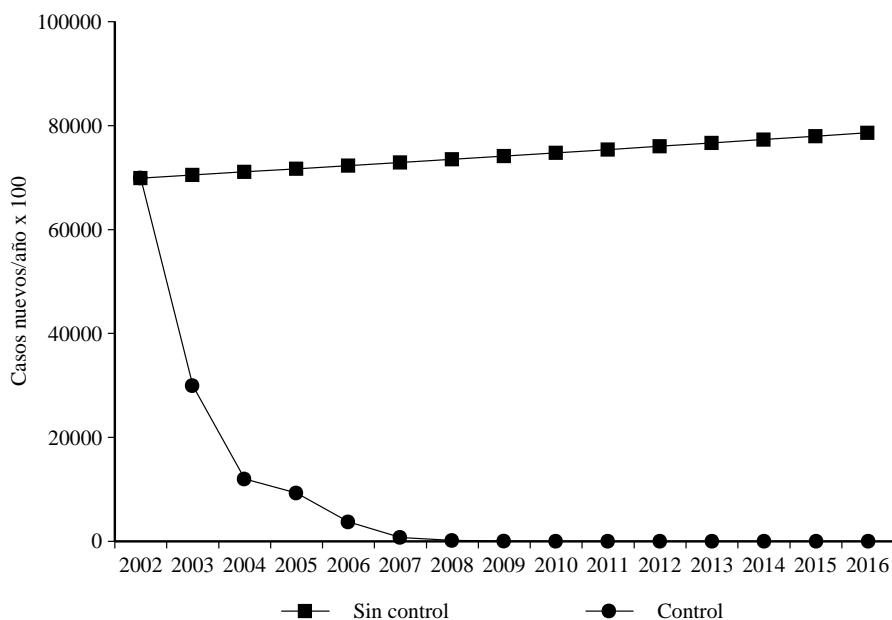


Figura 4. Casos incidentes proyectados para la enfermedad de Chagas en ausencia de y con un control vectorial

de control (figura 5). Sólo con la intervención para el tamizaje de la sangre de transfusión, esas cifras no se alterarán significativamente a lo largo de 30 años (US\$ 9,194,006,670). Sólo con intervenciones que logren interrumpir la carga principal (96%) de la transmisión, es decir la transmisión vectorial, se logrará abatir los costos crecientes de tratamiento de casos crónicos. Se espera eliminar más del 98% de la incidencia por transmisión vectorial en un periodo de 10 años después de iniciar un programa de control químico y educativo contra el vector doméstico, y estas intervenciones, a pesar de representar una inversión inicial importante, representarán un costo equivalente a la inversión en tratamientos de casos crónicos a 8 años de su inicio. La inversión anual para el tratamiento de casos crónicos y del programa de intervenciones en esta etapa crítica de inversión podría representar un costo de US\$ 659 466 340.

ZONAS DE RIESGO PARA LA TRANSMISIÓN VECTORIAL EN LA REPÚBLICA

Utilizando los datos actuales e históricos de la presencia de triatominos en el ambiente humano, se ha logrado una definición de nicho ecológico para todos los vectores principales, y por lo mismo, una definición de las zonas potenciales de riesgo para la

transmisión (figura 6, 7, 8). El análisis de estas zonas de riesgo permite estratificar el riesgo de transmisión según las especies de vectores presentes, que para las entidades del Golfo de México y del Istmo de Tehuantepec hacia el Sur, resulta sin complejidad, por la presencia de una sola especie, *T. dimidiata*. Según la estratificación, esta zona contiene 15% de la población en riesgo, pero 30% de las comunidades totales en riesgo (tabla 3). Comprende una parte de los estados de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Oaxaca, y los estados completos de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Yucatán, Campeche y Quintana Roo (figura 6). A pesar de que se encuentra *T. dimidiata* en islas de distribución en el altiplano (Guanajuato, Morelos) y de la Costa del Pacífico (Jalisco, Guerrero), estas no representan su distribución principal o una importancia epidemiológica significativa.

Triatoma barberi, una especie de gran importancia anteriormente, y la que es más dependiente de construcciones domésticas con material natural (adobe), se distribuye en una zona del altiplano con altitudes importantes (900-2200 msnm). Se

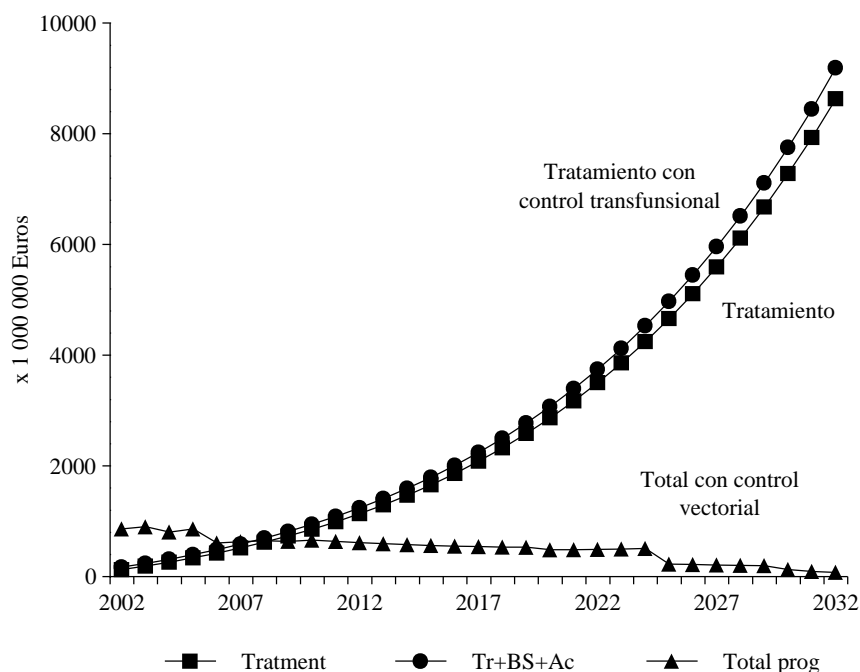


Figura 5. Costos proyectados para un lapso de 30 años para un programa de tratamiento de casos crónicos sin control transfusional o vectorial, tratamiento de casos crónicos con solo un control de sangre transfusional, y costo de un programa integrada con control vectorial y transfusional, junto con el tratamiento de casos crónicos



Figura 6. Zonas de riesgo para la transmisión por *Triatoma dimidiata* y *T. mexicana* en la República Mexicana

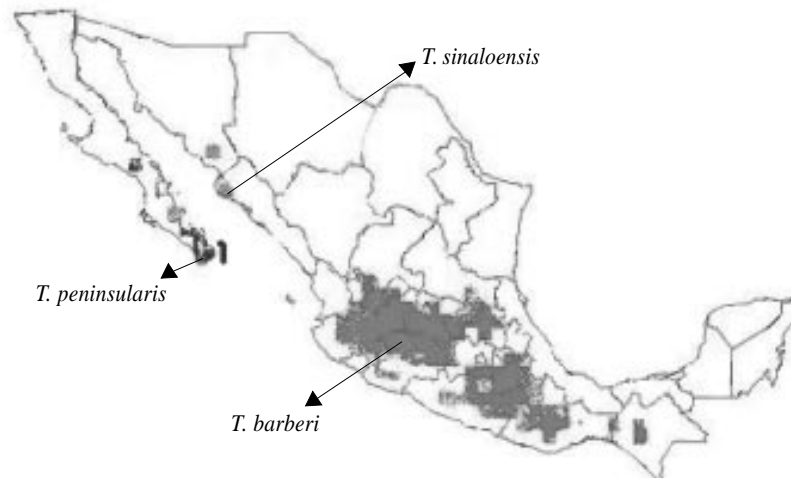


Figura 7. Distribución de especies del complejo protracta en la República: *T. barberi*, *T. p. woodi*, *T. sinaloensis*, *T. p. protracta*, *T. peninsularis*, y *T. p. zacatecensis*

estima que sólo 3% de la población está en riesgo por esta especie (tabla 3), que se encuentra en simpatria en la mayor parte de su zona de distribución con especies del complejo **phyllosoma** como *T. pallidipennis*, *T. longipennis* o *T. mexicana* (figuras 6,10 y 11). A pesar de ser la única especie del complejo **protracta** con un papel sobresaliente en la transmisión vectorial de la enfermedad; otras especies hermanas como *T. protracta protracta*, *T. protracta zacatecensis*, *T. protracta woodi*, *T. sinaloensis*, y *T. peninsulares* representan ciertos riesgos para zonas restringidas en el norte del país (figura 7, 8). La ubicación taxonómica y sistemática de *T. gerstaeckeri* está mal definida, sin embargo esta especie ha incrementado su área de distribución

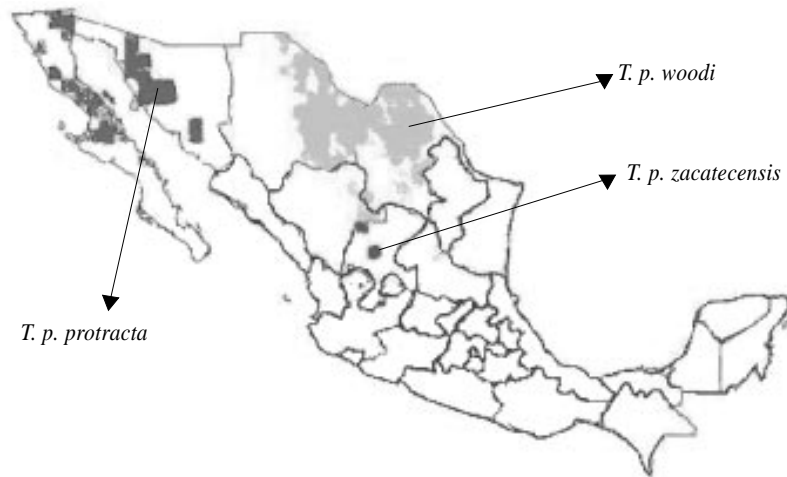


Figura 8. Distribución de especies del complejo protracta en la República: *T. barberi*, *T. p. woodi*, *T. sinaloensis*, *T. p. protracta*, *T. peninsularis*, y *T. p. zacatecensis*



Figura 9. Zonas de riesgo para la transmisión por *T. gerstaeckeri* en la República

doméstica, y en años recientes ha demostrado su importancia epidemiológica debido a una tendencia clara hacia la domesticación (figura 9). Esta especie se encuentra distribuida desde los Estados Unidos (Texas, Nuevo México) hasta Hidalgo en México, y ya ha sido señalado como un importante vector de *T. cruzi* en ambos lados del Río Bravo. *T. gerstaeckeri* representa un riesgo para 11% de la población, y un estimado de 10% de comunidades en esas entidades (Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí).

Tabla 3
Estratificación de riesgo para la transmisión vectorial según la presencia de las especies principales de triatominos. Las especies principales del complejo **phyllosoma** incluye *T. pallidipennis*, *T. longipennis*, *T. picturata*, *T. mazzottii*, *T. phyllosoma*, y *T. mexicana*

Especie vector	Población en riesgo	Comunidades	Vivienda	Seropositivos	Incidencia	Mortalidad en < 5 años	Casos crónicos
<i>T. barberi</i>	2 366 147	4 198	470 490	46 992	1 902	22	14 098
<i>T. dimidiata</i>	10 968 320	52 015	2 190 884	314 980	11 600	161	94 494
<i>T. gerstaeckeri</i>	7 892 939	17 423	1 730 587	99 138	3 913	42	29 741
Complejo <i>phyllosoma</i>	48 361 629	98 147	11 031 902	957 670	37 878	462	287 301

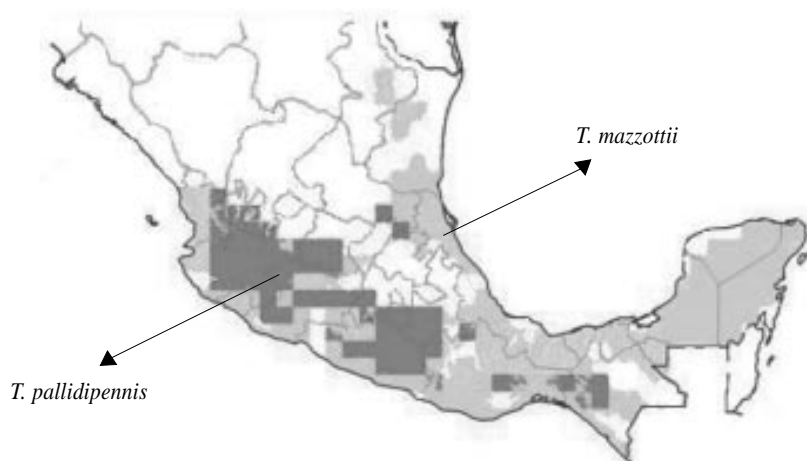


Figura 10. Zonas de riesgo para *T. pallidipennis* y *T. mazzottii* en la República

Las especies definidas como miembros del complejo *phyllosoma* (*T. pallidipennis*, *T. longipennis*, *T. picturata*, *T. mazzottii*, *T. phyllosoma* y *T. mexicana*) se distribuyen desde el altiplano hasta las zonas xéricas de la costa del Pacífico (figura 6, 10, 11). Estas especies en su conjunto son responsables de más del 68% de las poblaciones en riesgo para la transmisión vectorial en el país, pero sólo el 58% de las comunidades (tabla 3).

Para el caso de la incidencia por transmisión vectorial, se estima que el complejo *phyllosoma* es responsable del 67%, *T. barberi* del 3%, *T. dimidiata* del 21%, *T. gerstaeckeri* del 7%, y el resto de las especies de 2%.

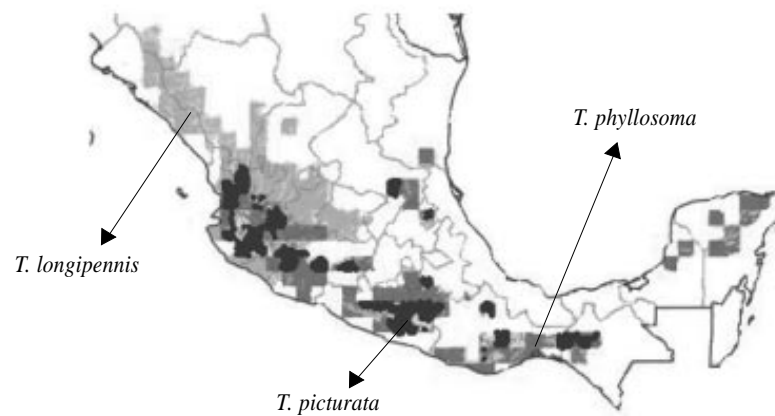


Figura 11. Zonas de riesgo para la transmisión por *T. longipennis*, *T. picturata*, y *T. phyllosoma* en la República.

DISCUSIÓN

La proporción de la transmisión de la Enfermedad de Chagas debida al vector es más grande en México que en Sur América: 96.0% (vs. 85%). Sólo 3.9% de la transmisión ocurre por transfusión sanguínea y 0.1% por la transmisión congénita. Estos datos ponen de manifiesto la necesidad de enfocar en los vectores para cualquiera estrategia de control costo-eficaz, aún más que en otras regiones de las Américas. Las poblaciones en riesgo para la transmisión vectorial en México están ubicadas en su mayoría por debajo de los 2000 msnm, en casi todas las entidades. Las zonas áridas de BCN, BCS, Chihuahua, Sonora, Durango y Coahuila reportan de forma limitada la presencia de triatomino domésticos, aunque las especies del complejo protracta en el norte del país, y *Dipetalogaster maximus* en BCS, pueden provocar infestaciones locales, y por lo mismo, representar riesgos directos en estas zonas. A pesar de no contar con mejor información a nivel poblacional para estas regiones nortteñas, es claro que el riesgo para la transmisión de la Enfermedad de Chagas esta presente en toda la República. La movilidad de la población mexicana (temporal, ocupacional o familiar), y de poblaciones Centroamericanas en su camino al norte, amplía no solamente la distribución y presencia de nuevos o los mismos vectores, sino que también pone en riesgo a poblaciones que no tienen un riesgo directo por su ubicación en áreas infestadas. Se estima que solo 71% de la población mexicana está en riesgo directo por la transmisión vectorial, mientras que otro 20% está en riesgo por estancias temporales en zonas infestadas. Esta estimación coincide con estudios realizados sobre factores de riesgo para donantes de sangre, los cuales indican riesgos importantes para poblaciones nacidas y con residencia solamente en el área metropolitana del Distrito Federal (Ramsey *et al.* 2001). La seroprevalencia alta que se observa en residentes del estado de Tlaxcala

respalda también este concepto de población de riesgo indirecto para la transmisión vectorial (Guzmán *et al.* 1998).

El perfil de las poblaciones en riesgo para la Enfermedad de Chagas en México también difiere del perfil descrito en Sur América. Sólo 39% de la población en riesgo reside en comunidades rurales (< 2 500 población), aunque si sumamos el riesgo para poblaciones en áreas rurales y suburbanas (2 500-25 000 población), esto alcanza el 56%. El perfil demográfico de la población mexicana ha cambiado en décadas recientes, con una emigración importante de comunidades rurales (mismo número de comunidades pero menos población en ellas), un incremento de población en comunidades existentes (cambio de categoría de rural a suburbano), y una disminución de la población dispersa. Estos cambios enmascaran el perfil demográfico de las poblaciones en riesgo, a pesar de que se mantiene una estrecha relación entre comunidades de ambas categorías, y las zonas silvestres. Esta misma relación, presente además en zonas urbanas, resalta uno de los factores de riesgo principales para la dispersión de los vectores: la modificación de hábitats aledaños a comunidades para acomodar el incremento de población representa un escenario clave para la domesticación de poblaciones de triatomíneos (Ramsey *et al.*, en prensa).

A pesar de que la población rural ya no representa la categoría principal de riesgo, en el país se ubica a la mayoría de los seropositivos en estas zonas: 57%. La carga de enfermedad actual es más alta en esta población (el grupo poblacional con menos representación en los sistemas de salud), tanto para casos crónicos como pediátricos agudos. Apenas la mayoría de los casos incidentes (52%) ocurre en las comunidades rurales, y una proporción importante, un estimado del 19% de casos incidentes, ocurre en zonas sin riesgo directo por el vector, o por transfusión sanguínea, de la zona metropolitana del Distrito Federal. De nuevo, el perfil cambiante de migración hacia zonas urbanas, manteniendo los enlaces con sedes familiares, enmascara el riesgo principal, que radica todavía en la zona rural o suburbana.

La carga económica principal por la Enfermedad de Chagas cae en el caso crónico. En primer lugar, el tratamiento sintomático es largo y costoso, especialmente para la población rural en un sistema de salud primaria que cuenta con un gasto equivalente a US\$ 144.5/persona (SSA 2002). En la ausencia de una contribución por parte del sistema de atención primaria, los costos de atención son prohibitivos para la población rural, e implican un endeudamiento económico del cual la familia rural nunca se recupera. Para la población que es derechohabiente, los gastos de los pacientes en fase crónica son cubiertos por los servicios de cardiología y gastroenterología. Uno de los retos principales en México será el reconocer y reclasificar a estos pacientes con perfil anteriormente no-infeccioso, y absorberlos en los servicios de infectología.

La pérdida del 25% de la vida productiva por caso (equivalente para pacientes con SIDA), implica una discapacidad importante, lo cual resulta en una pérdida económica total para el país estimada en US \$3 160 000 000/año. Para una enferme-

dad prevenible, esta pérdida por discapacidad, que será el doble en 25 años, es innecesaria, pero además evitable. Tanto en términos de la pérdida económica por discapacidad, como por el gasto económico para el tratamiento de casos crónicos, el país llegará en 25-30 años a enfrentar un problema que no podrá resolver económicamente. El costo eficacia de los programas de control de Chagas en el Cono Sur está ampliamente demostrado (Moncayo 1999), y el programa regional más nuevo, en los países del Pacto Andino, proyecta una tasa de rendimiento del 24% sobre la inversión a 20 años. En vista de que se clasifican las estrategias de control químico para triatomos como de las intervenciones más costo-eficaces en salud pública, ¿por qué todavía no existe un programa nacional con partida presupuestal para Chagas en México? Los costos proyectados para la enfermedad en México demuestran ampliamente la necesidad y el beneficio de implementar un programa de control vectorial. A pesar de que se requiere complementar este control con el de la transfusión y eventualmente la congénita, en la ausencia de un control vectorial en el ámbito doméstico, todo el dinero que se invierte en el tamizaje de la sangre transfusional será ineficaz para revertir la tendencia ya encaminada.

Está ampliamente demostrado que la distribución de los vectores y su domesticación obedece a nivel de micro y macrohábitat con múltiples variables ambientales (nicho ecológico), así como de las variables demográficas y socioculturales. No todas las poblaciones de una misma especie de vector son las mismas epidemiológicamente, y el conocimiento de factores determinantes para su dispersión son importantes para estratificar áreas de riesgo, y para la selección de estrategias de vigilancia y control, a corto y largo plazo. La capacidad de estratificar las zonas en base a factores ambientales y a índices entomológicos, y la correlación significativa entre la predicción y las zonas reales de infestación utilizando modelos, permitirán en el futuro y en un esquema de programa de control, modelar de forma más precisa los riesgos relativos de las poblaciones, proponer estrategias *ad hoc* para cada nivel de riesgo, y vigilancia con los mismos modelos un programa de control.

Referencias

1. World Bank. World Development Report, Investing in Health. Oxford University Press, New York, USA, 1993.
2. Walsh JA. Estimating the burden of illness in the tropics. En: Warren KS, Mahmoud AFF, ed. Tropical and Geographical Medicine. Nueva York: McGraw-Hill, 1984: 1073-1085.
3. World Health Organization. Reducing risks, promoting healthy life: The World Health Report 2000. World Health Organization, Geneva, 2000.
4. Schmunis GA. Prevention of transfusional *Trypanosoma cruzi* infection in Latin America. Memorias del Instituto Oswaldo Cruz 1999;94 suppl 1:93-101.

5. Velasco-Castrejón O, Valdespino JL, Tapia R, Salvatierra B, Guzmán-Bracho C, Magos C, *et al.* Seroepidemiología de la enfermedad de Chagas en México. *Salud Pública de Mexico* 1992;34:186-196.
6. Secretaría de Salud y Asistencia. Informe sobre Enfermedades Transmitidas por Vector en México. Secretaría de Salud y Asistencia, México D.F., 2002.
7. Moreno RM, Sánchez Paredes L, Muñoz Jiménez L, Monteón VM, Reyes López PA. Cardiopatía chagásica en Tehuantepec: informe preliminar. *Archivos del Instituto de Cardiología de México* 2001;71:43-49.
8. Tay J, Schenone H, Sanchez JT, Robert L. Estado actual de los conocimientos sobre la enfermedad de Chagas en la República Mexicana. *Boletín Chilena de Parasitología* 1992;47:43-53.
9. Pérez-Fuentes R, Sánchez-Guillén MC, González-Alvarez C, Monteón VA, Reyes PA, Rosales-Encina JL. Humoral nitric oxide levels and antibody immune response of symptomatic and indeterminate Chagas disease patients to commercial and autochthonous *Trypanosoma cruzi* antigens. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 1998;58:715-720.
10. Goldsmith RS, Kagan IG, Zarate L, Reyes-González MA, Cedeño-Ferreira J. Estudios epidemiológicos de la enfermedad de Chagas en Oaxaca, México. *Boletín Sanitaria Panamericana* 1979;87:1-17.
11. Ruegsegger GL, Monteón VM, Marcuschamer J, Reyes PA. Tripanosomiasis americana (enfermedad de Chagas). Encuesta clínico-serológica en un municipio rural oaxaqueño. *Archivos del Instituto de Cardiología de Mexico* 1993;63:145-148.
12. Barrera MA, Rodríguez ME, Guzmán E, Zavala JE. Prevalencia de la enfermedad de Chagas en el estado de Yucatán. *Revista Biomedica* 1992;3:133-139.
13. Ramos-Echevarría A, Monteón-Padilla V, Reyes-López P. Detección de anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi* en donadores de sangre. *Salud Pública de Mexico* 1992;35:56-63.
14. Contreras MC, Salinas P, Sandoval L, Solís F, Rojas A. Usefulness of the ELISA-IgG test in sera and filter paper blood eluates in the Chagas disease immunodiagnosis. *Boletín Chilena de Parasitología* 1992;47:76-81
15. Rojo J, Bonifaz R, Vargas S, Zarazúa P, Cabrera M, Salazar-Schettino PM. Seropositividad para enfermedad de Chagas en donantes de sangre del Hospital General de México. En: *Memorias del Congreso Iberoamericano de Medicina Transfusional*; 1999 nov 4-6; Colima (Colima), Mexico.
16. Reyes PA, Monteón VM, Hernández-Becerril N. The risk of transfusion transmission of Chagas disease in Mexico City. *Transfusión* 1999;40:613.
17. Ramsey JM., Alvarez E, Chávez V, Danis R, Rojo J. Seroprevalence and risk factors associated with *Trypanosoma cruzi* infection in blood donors from the General Hospital, México City. En: *XVth International Congress for Tropical Medicine and Malaria*; 2000 ago 25-28; Cartagena, Colombia.
18. Guzmán C, García L, Verdugo J, Guerrero S, Torres M, Ramírez C, *et al.* Riesgo de transmisión de *Trypanosoma cruzi* por transfusión de sangre en México. *Revista Panamericana de Salud Publica* 1998;4:94.

19. Zárate LG, Zárate RJ. A checklist of the *Triatominae* (Hemiptera: Reduviidae). *International Journal of Entomology* 1985;27:102-127.
20. Tay J. La Enfermedad de Chagas en la República Mexicana. *Salud Pública de Mexico* 1980;22:409-450.
21. Vidal-Acosta V, Ibáñez-Bernal S, Martínez-Campos C. Infección Natural de chinches *Triatominae* con *Trypanosoma cruzi* asociadas a la vivienda humana en México. *Salud Pública de Mexico* 2000;42:496-503.
22. Ramsey JM, Alvear AL, Ordóñez R, Muñoz G, Chavez V, Lopez R, Leyva R. House infestation and risk factors associated with *Triatoma pallidipennis* in the Cuernavaca metropolitan area, Mexico. *Medical and Veterinary Entomology* 2003; (en prensa)
23. Ramsey JM, Ordóñez R, Cruz-Celis A, Alvear AL, Chávez V, López R, *et al.* Distribution of domestic *Triatominae* and stratification of Chagas disease transmission in Oaxaca, Mexico. *Medical and Veterinary Entomology* 2000;14:1-12.
24. Schofield CJ, Dias JCP. A cost-benefit analysis of Chagas disease control. *Memorias del Instituto Oswaldo Cruz* 2001;86:285-295.
25. Peterson AT, Sánchez-Cordero V, Beard B, Ramsey JM. Identifying mammal reservoirs for Chagas' disease in Mexico via ecological niche modeling of primary point occurrence data of parasites and hosts. *Emerging Infectious Diseases*. 2002;8:662-667.
26. Beard CB, Pye G, Steurer FJ, Salinas Y, Campman R, Peterson AT, Ramsey J, Wirtz RA, Robinson LE. Chagas Disease in a Domestic Transmission Cycle in Southern Texas, USA. *Emerging Infectious Diseases* 2003;9:103-105.
27. del Rey EC, Basombrio MA, Rojas CL. Beneficios brutos de la prevención del Mal de Chagas. *Castañares* 1995;4:4-75.
28. Vallejo MA, Reyes PA. Tripanosomiasis Americana. Un problema sociomédico en México? *Archivos del Instituto de Cardiología de México* 1996;66:95-97.
29. Stockwell DRB, Noble IR. Induction of sets of rules from animal distribution data: A robust and informative method of analysis. *Mathematics and Computers in Simulation* 1992;33:385-390.
30. Stockwell, DRB. Genetic algorithms II. En: Fielding AH, ed. *Machine learning methods for ecological applications*. Kluwer Academic Publishers, Boston. 1999:123-144.
31. Peterson AT, Soberón J, Sánchez-Cordero V. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 1999;285:1265-1267.
32. Peterson AT, Cohoon KC. Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. *Ecological Modelling* 1999;117:159-164.
33. JM Ramsey, A. Cruz-Celis, L. Salgado, L. Espinosa, R. Ordoñez, CJ Schofield. Efficacy of pyrethroid insecticides against domestic and peridomestic populations of *Triatoma pallidipennis* and *Triatoma barberi* in Morelos, Mexico. *Journal of Medical Entomology* (en prensa).

34. Secretaría de Salud y Asistencia. Indicadores para la evaluación de los sistemas de salud. *Salud Pública de Mex* 2002;44:371-380.
35. Dias JCP, Schofield CJ. The evolution of Chagas disease (American trypanosomiasis) control after 90 years since Carlos Chagas discovery. *Memorias del Instituto Oswaldo Cruz* 1999;94 suppl 1:103-121.
36. Aguilar VHM, Abad-Franch F, Racines VJ, Paucar CA. Epidemiology of Chagas disease in Ecuador. A brief review. *Memoras del Instituto Oswaldo Cruz* 2001;96:387-393.