

## MONITOREO POBLACIONAL DE *TRITOMA INFESTANS* DURANTE LA FASE DE VIGILANCIA EN UNA COMUNIDAD RURAL DEL NOROESTE ARGENTINO

RICARDO E. GÜRTLER

Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud Dr. Carlos G. Malbrán, ANLIS; Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

**Resumen** Las campañas de control de *Triatoma infestans*, el principal vector del *Trypanosoma cruzi*, se han basado solamente en el uso de insecticidas con poder residual y concibieron al sistema como homogéneo. La reinfestación generalmente se inicia en focos residuales peridomiciliarios o en focos pre-existentes que escapan al rociado por diversas causas. Desde estos focos los adultos de *T. infestans* activamente invaden otros sitios, o son transportados pasivamente en objetos o productos desde comunidades infestadas. En ausencia de rociados adicionales luego de la fase de ataque, la reinfestación domiciliar se expandió exponencialmente para retornar a sus niveles pre-rociado en 3-4 años en Amamá, Santiago del Estero. Sin embargo, la tasa de recuperación de la abundancia de *T. infestans* fue mucho menor que la predicha por un simple modelo matemático. La reinfestación no avanzó homogéneamente dentro de la comunidad. Dos estudios longitudinales en Santiago del Estero revelaron que la presencia de un peridomicilio infestado por *T. infestans* aumentó el riesgo de reinfestación del domicilio respectivo. Los sitios "clave" donde la reinfestación se inició tempranamente fueron los corrales de cabras u ovejas, los corrales de cerdos, los gallineros, y los depósitos. La reinfestación del peridomicilio probablemente sea el resultado de múltiples factores, tales como la degradación del insecticida por los agentes climáticos, y la mayor superficie y disponibilidad de refugios y hospedadores que cuenta el peridomicilio respecto al domicilio. Dicha heterogeneidad ambiental genera heterogeneidad de efectos de los insecticidas y aumenta la probabilidad de persistencia de *T. infestans* aún bajo control químico. Varios estudios muestran que la vigilancia sostenida luego de la fase de ataque disminuye abruptamente la colonización domiciliar y el porcentaje de *T. infestans* infectados por *T. cruzi*, e interrumpe la aparición de nuevos casos locales de niños infectados. La eliminación sostenida de *T. infestans* requiere un enfoque que no se centre sólo en los insecticidas sino que incluya al ambiente y los pobladores en su escenario político y social.

**Abstract** *Control campaigns against Triatoma infestans in a rural community of Northwestern Argentina.*

Control campaigns against *Triatoma infestans*, the principal vector of *Trypanosoma cruzi*, have relied on the application of residual insecticides and have regarded the system as homogeneous. Reinfestation generally starts in peridomestic residual foci or in preexisting foci that escaped spraying for diverse reasons. From these foci *T. infestans* adults actively invade other sites, or they are transported passively within objects or goods from infested communities. In the absence of additional spraying of insecticides after the attack phase, domiciliary reinfestation expanded exponentially to return to pre-spraying levels in 3-4 years in Amamá, Santiago del Estero. However, the rate of recovery of *T. infestans* abundance was much lower than that predicted by a simple mathematical model or in experimental field studies. Reinfestation did not progress homogeneously within the village. Two longitudinal studies in Santiago del Estero revealed that the presence of *T. infestans*-infested peridomestic sites increased the risk of domiciliary reinfestation. "Key" sites where reinfestation started early were goat or sheep corrals, pig corrals, chicken houses, and storerooms. Peridomestic reinfestation is likely the result of multiple factors, such as insecticide breakdown by climatic agents, and the greater surface and availability of refuges and hosts in peridomestic rather than domiciliary sites. Such environmental heterogeneity generates insecticidal effects heterogeneity and increases the probability of persistence of *T. infestans* even under control pressures. Several studies showed that sustained surveillance after the attack phase decreased sharply the domiciliary colonization by *T. infestans* and the percentage of bugs infected with *T. cruzi*, and the local incidence of infected children. The sustained elimination of *T. infestans* demands a scientific approach that is not only centered in insecticide use but that also includes the environment and householders in their specific social and political scenario.

**Key words:** Chagas disease, *Triatoma infestans*, control, reinfestation, vigilance

A casi 50 años del inicio del uso del gamexane (HCH) en el control de los triatominos domiciliarios, y a 20 años

de la aplicación de los modernos insecticidas piretroides, por qué es difícil lograr la eliminación sostenida a escala regional de *Triatoma infestans*, el principal vector del Mal de Chagas? En esta presentación revisaré algunos aspectos del proceso de reinfestación, sus fuentes y meca-

**Dirección postal:** Dr. Ricardo E. Gürtler, ANLIS Carlos G. Malbrán, Av. Vélez Sársfield 563, 1281 Buenos Aires, Argentina  
 Fax: (54-11)4303-1433 E-mail: rgurtler@anlis.gov.ar

nismos, la dinámica temporal, y los métodos de detección de infestaciones de *T. infestans*. Luego describiré los efectos de la vigilancia sobre la dinámica de reinfestación y la transmisión del *Trypanosoma cruzi* a nivel doméstico, basándome en datos aportados por dos proyectos de largo alcance realizados en Amamá y Termas de Río Hondo, Provincia de Santiago del Estero, Argentina. Concluiré con las posibles implicancias de estos resultados para la actual campaña de eliminación de *T. infestans* bajo la Iniciativa del Cono Sur<sup>1</sup>.

El *Triatoma infestans* es una especie de amplia distribución, ocupando desde el sur de Argentina y Chile hasta el sur de Perú y nordeste de Brasil. Se halla restringida a las viviendas y sus anexos peridomésticos, y sólo contaría con focos silvestres en algunas regiones de Bolivia<sup>2</sup>, además de hallazgos posiblemente anecdóticos en otros países. Además, los insecticidas piretroides más frecuentemente utilizados contra *T. infestans* y otros triatominos, tales como la deltametrina, la lambdacialotrina, la ciflutrina y diversas cipermetrinas, han demostrado gran efectividad en diversos países y paisajes<sup>3</sup>. Si existen las herramientas y tecnologías necesarias para lograr un eficaz control del *T. infestans*, y se ha acumulado una importante experiencia y conocimiento respecto a las estrategias de control, entonces ¿por qué invariablemente se produce la reinfestación de las viviendas luego de la aplicación masiva de piretroides a todos los sitios que ocupa *T. infestans* en una comunidad ubicada dentro del área endémica?

Siguiendo el modelo de organización de los programas de lucha contra la malaria, las campañas de control químico de triatominos han sido usualmente ejecutadas por organismos oficiales en forma centralizada y vertical. Estas campañas se hallan estructuradas en una fase de planificación inicial, seguida por una fase de ataque en la cual se rocían integralmente las viviendas y sus anexos peridomésticos, y una extendida fase de vigilancia en la cual se monitorea la reinfestación con cierta regularidad y metodología, y se rocían selectivamente las viviendas reinfestadas. En estas campañas todas las viviendas reciben el mismo tratamiento químico y se hallan sujetas a las mismas medidas de vigilancia. En la práctica, sin embargo, la fase de vigilancia frecuentemente no se instaló o paulatinamente se esfumó frente a las dificultades operativas y económicas que conlleva la permanente movilización de personal técnico en la extensa geografía endémica latinoamericana. Las sucesivas crisis económicas determinaron una reformulación de la estructura del Estado y una descentralización de las acciones y responsabilidades, que en ausencia de los recursos necesarios hizo naufragar la continuidad de las acciones. Los programas de control de triatominos organizados en forma vertical son difícilmente sostenibles en la América Latina.

Tal cual ha sido concebido en la práctica del control, una primera descripción sencilla de este sistema consiste en un modelo conceptual de compartimentos donde todas las viviendas son susceptibles de reinfestarse y tienen la misma chance de serlo si ocurre una invasión del vector. Este sistema es por lo tanto de naturaleza **homogénea**, en el cual la reinfestación es independiente de la estructura y ubicación espacial de la vivienda, o de la familia que la ocupa, o de otras perturbaciones ambientales que pudieran incidir sobre el vector. También se suele asumir implícitamente que toda invasión del *T. infestans* irremediamente se traduce en una vivienda infestada, la cual quedaría irreversiblemente en esa situación siempre que permanezca habitada y no se realice un rociado insecticida eficaz. Bajo estas condiciones, una transición de naturaleza irreversible significa que las infestaciones subsistirán indefinidamente (i.e., no se extinguirán espontáneamente). Finalmente, se asume que las acciones de control químico tienen el mismo efecto insecticida independientemente de la estructura e intensidad de infestación previa de la vivienda. A los efectos prácticos, no importaría la densidad de infestación o su distribución dentro de la propia vivienda (domiciliaria o peridomiciliaria). Considerando que los organofosforados y piretroides poseen un determinado poder letal residual que impide una nueva reinfestación, es conveniente añadir otra categoría, la de vivienda resistente o protegida, durante el período en el cual perdura la actividad residual del insecticida. Al desaparecer esta protección, la vivienda nuevamente se torna susceptible de reinfestarse y puede experimentar repetidos pasajes por estos compartimentos.

Invasión	Rociado
Casa susceptible →	Casa infestada → Casa resistente
→ Casa susceptible →...	

Al buscar evidencia que documente las suposiciones de este simple modelo y que permita asignar valores a las tasas de transición entre estados, resulta sorprendente reconocer que sabemos más de lo que ocurre a nivel celular en el *T. infestans*, entre receptores y moléculas de insecticidas<sup>3</sup>, o a nivel del genoma del *T. cruzi*, que sobre la reinfestación a nivel comunitario en el área rural endémica, o cuáles son las respuestas del vector a las acciones de control que realizamos.

¿Cuáles son las fuentes de la reinfestación? En otros términos, si no existen focos silvestres de *T. infestans*, de dónde provienen los que reinfestan las viviendas? Antiguamente, cuando se utilizaba el HCH, se lo empleaba en dos ciclos sucesivos de rociado distanciados de 60 a 180 días, debido a que el insecticida tenía un limitado efecto residual y no eliminaba a los huevos preexistentes. Entonces, las reinfestaciones que se ob-

servaban al realizar un solo ciclo de rociado eran recrudescencias de infestaciones previas que no eran eliminadas, y por lo tanto fueron denominadas focos residuales<sup>4</sup>. En la actualidad, con el uso de los piretroides, los focos residuales domiciliarios son raros mientras que los focos peridomiciliarios son muy frecuentes<sup>5</sup>. Utilizando morfometría o isoenzimas para comparar los *T. infestans* colectados antes y después del rociado de insecticidas con otros *T. infestans* capturados en focos silvestres o en otras localidades no tratadas en Bolivia, Dujardin et al.<sup>6,7</sup> también llegaron a la conclusión que los *T. infestans* que aparecieron en la reinfestación eran similares a los que existían previamente a nivel local, lo cual brinda sustento a la hipótesis de un foco residual y no a una reinfestación proveniente del exterior de la comunidad. Las poblaciones de *T. infestans* dentro de las comunidades mostraban panmixia, mientras que la diferenciación genética de los *T. infestans* entre comunidades se correlacionaba con la distancia entre ellas<sup>2</sup>.

Otra fuente de reinfestación observada son focos preexistentes a la fase de ataque, pero que no pudieron ser rociados porque los residentes de la vivienda se hallaban ausentes o no permitían que ésta fuera rociada, o porque se trataba de focos ocultos, tales como viviendas o refugios de animales escondidos en la vegetación y que no son percibidos por los rociadores como sitios a tratar<sup>5</sup>. Todas estas fuentes se refieren a un nivel local, dentro de la comunidad, pero sin duda existen posibles aportes a la reinfestación originados en triatomos transportados desde otras comunidades, aledaños o distantes.

¿Qué mecanismos utiliza el *T. infestans* para llegar a la vivienda? Llega por transporte pasivo, cuando el ser humano lo transporta entre sus ropas, enseres, o productos<sup>4</sup>. El *T. infestans* también llega por transporte activo, mediante la dispersión por vuelo de los adultos. Mientras que algunas inferencias iniciales le adjudicaban una reducida capacidad de vuelo por debajo de los 200 m<sup>8</sup>, experiencias posteriores con *T. infestans* marcados registraron vuelos de cerca de 500 m<sup>9</sup> dependiendo de su estado nutricional y la temperatura ambiente<sup>10</sup>. Otras observaciones sin embargo sugieren que *T. infestans* es capaz de volar al menos 1 500 m. en terreno libre de barreras.<sup>11</sup> El transporte activo tendría importancia a escala local, mientras que el transporte pasivo tiene relevancia tanto a escala local como regional, ofreciendo una posible explicación a la expansión del *T. infestans* durante el siglo XX en dirección al nordeste de Brasil<sup>2</sup>. Una implicancia de la distribución y mecanismos de transporte de *T. infestans* es que su eliminación demanda una cobertura espacial completa de las viviendas y sincronía de las acciones de rociado, para evitar que los focos residuales o no tratados se constituyan a su vez en fuentes de reinfestación de las viviendas (a nivel local) y comunidades ya rociadas (a nivel regional). Continuidad y

contigüidad de las acciones de control han sido frecuentemente citados como la fórmula de la eliminación de *T. infestans* a escala regional, pero restricciones de tipo político, económico y operativo continuamente atentan contra aquellas premisas.

¿A qué velocidad avanza el proceso de reinfestación en una típica comunidad rural luego de la fase de ataque si no se realizan rociados posteriores durante la fase de vigilancia? Esta pregunta es relevante porque establece los horizontes temporales dentro de los cuales es conveniente y oportuno realizar las acciones de control para evitar determinados niveles de reinfestación y restablecimiento de la transmisión del *T. cruzi*. En Amamá, una típica comunidad rural del chaco santiagueño de 42 viviendas en un 88% infestadas por *T. infestans*, se rociaron todos los domicilios y sólo los anexos peridomésticos cercanos (cocinas y depósitos) con deltametrina floable (K-Othrina, Agrevo, a 25 mg/m<sup>2</sup> de superficie rociada) en 1985. La aparición de la reinfestación se monitoreó mediante biosensores colocados en los dormitorios (1986-1987), y búsquedas de triatomos por hora-hombre y colecciones por "volteo" (1988-1989). La primera evidencia de reinfestación fue recogida antes de que finalizara el primer año post-rociado, al igual que en muchos otros estudios<sup>12,13</sup>. Al fracasar un intento de aplicar insecticidas por parte de la propia comunidad, la reinfestación creció en forma exponencial y superó el 50% de viviendas reinfestadas al tercer verano post-rociado<sup>14</sup>. A 4 años después del rociado, la comunidad había retornado a su porcentaje de infestación previo, y toda la dinámica temporal se ajustaba a un proceso de tipo logístico o sigmoidal. En contraste con poblaciones de *T. infestans* en ranchos experimentales luego de una aplicación de HCH<sup>15</sup>, la tasa de recuperación de la densidad de *T. infestans* fue mucho más lenta en Amamá después de un único rociado con deltametrina. Las poblaciones domiciliarias de *T. infestans* poseen una capacidad de recuperación notablemente menor que la predicha por un simple modelo logístico<sup>16</sup>. Y esta es una buena noticia para el control.

El proceso de reinfestación domiciliaria no fue homogéneo: las viviendas que contaban con paredes agrietadas o no revocadas, y las que contaban con mayor densidad de infestación domiciliaria antes del rociado fueron las que se reinfestaron primero, según surgió de un análisis de regresión logística múltiple<sup>14</sup>. En este período se detectaron muy probables casos locales seropositivos al *T. cruzi*, en un niño pequeño y en perros nativos. Es importante destacar que durante este proceso Amamá constituía una «isla» tratada en un departamento que jamás había sido rociado con insecticidas y se hallaba muy infestado. Además, los corrales de cabras y otras estructuras peridomésticas no habían sido rociados durante la fase de ataque, con lo cual muy probablemente se constituyeron en focos de *T. infestans*. Sin una debi-

da vigilancia, la reinfestación es seguida por la reinstalación de la transmisión domiciliar del *T. cruzi* en 3-4 años post-ataque en comunidades rurales de Santiago del Estero.

Las dificultades repetidamente halladas con los programas organizados verticalmente promovió una búsqueda de estrategias alternativas de control del *T. infestans* que pudieran ser exitosas durante la fase de vigilancia. Así emergieron nuevas alternativas basadas en la red de atención primaria de salud<sup>17</sup> y en la participación comunitaria<sup>18-20</sup>. Utilizando tecnologías apropiadas utilizables por agentes sanitarios o los propios pobladores, estas estrategias resultaron más efectivas con menores costos. Más aún, estas estrategias de control horizontal permitirían resolver el problema de la sostenibilidad del programa durante la extendida fase de vigilancia.

¿Qué ocurre con la reinfestación y la transmisión del *T. cruzi* cuando se establece una vigilancia regular de la reinfestación y rociados selectivos de los focos detectados? A fines de 1992 Amamá y otras comunidades vecinas fueron nuevamente rociadas con deltametrina siguiendo los mismos procedimientos que en 1985, abarcando esta vez en forma integral tanto los domicilios como los peridomicilios. Posteriormente se instaló la vigilancia de las infestaciones con biosensores y hojas de papel colocados en los domicilios, promoción de la captura por los moradores, y búsqueda de triatominos por hora-hombre utilizando un agente desalojante en domicilios y peridomicilios cada 6 meses. Los focos de *T. infestans* hallados eran inmediatamente rociados con deltametrina, primero por los técnicos del Servicio Nacional de Chagas (1992-1995) y después por los pobladores una vez entrenados para tal fin (1996-1999). A poco del inicio de este proyecto de control comenzó el Plan Ramón Carrillo, a través del cual el área endémica, y la Provincia de Santiago del Estero en particular, fueron rociadas con insecticidas piretroides por las propias comunidades afectadas, luego de lo cual se instaló la vigilancia domiciliar con participación de la comunidad. En este nuevo escenario, Amamá y sus comunidades aledañas ya no eran más una "isla". La presión de reinfestación externa era por lo tanto menor.

Un intenso monitoreo permitió detectar que el proceso de reinfestación se iniciaba tempranamente en los peridomicilios, y muy pocas veces por defectos en la técnica del rociado. Diferentes tipos de análisis multivariados revelaron que la presencia de un peridomicilio infestado por *T. infestans* aumenta el riesgo de reinfestación del domicilio respectivo, tanto en Amamá y comunidades vecinas (MC Cecere, datos no publicados) como en Termas de Río Hondo<sup>21</sup>. ¿Qué es el peridomicilio? Es el área alrededor de los dormitorios donde se realiza la actividad humana cotidiana y se alojan los animales domésticos en una diversidad de estructuras físicas de variada

estabilidad, pudiendo abarcar un radio de hasta 150 m alrededor de los domicilios en Amamá y comunidades vecinas. El estudio en Amamá permitió detectar sitios «clave» que se reinfestan tempranamente y albergan densas colonias de *T. infestans*, que a su vez propagan la infestación a las viviendas vecinas. Estos sitios «clave» son los corrales de cabras u ovejas, los corrales de cerdos, los gallineros y refugios de gallinas, y los depósitos, en lo que suelen anidar las gallinas y dormir perros y gatos. Todos ellos difieren en su estructura física y ubicación respecto del domicilio. Además, la muy frecuente presencia de gallinas anidando dentro de los domicilios se hallaba asociada en forma estadísticamente significativa con la infestación y la densidad domiciliar de *T. infestans*<sup>22</sup>. Antiguas observaciones en La Rioja<sup>23</sup> y Córdoba<sup>24</sup> ya habían señalado la relevancia de los corrales de cabras como focos de *T. infestans*. También antiguas y más recientes observaciones en Brasil<sup>18</sup> remarcaban el carácter generalizado y persistente del peridomicilio como fuente de reinfestación. En términos generales, se halla firmemente establecido que la diversidad de ambientes y refugios aumenta la persistencia de sistemas predador-presa, competidores y hospedador-parásito<sup>25</sup>. La heterogeneidad ambiental del peridomicilio aumenta la probabilidad de persistencia de *T. infestans* aún bajo acciones de control químico.

¿Por qué el peridomicilio se reinfesta antes que el domicilio? Las causas probablemente sean múltiples<sup>5</sup>: 1) el peridomicilio posee una mayor superficie, disponibilidad de refugios y de hospedadores que el domicilio. En consecuencia, la probabilidad de arribo de *T. infestans* y colonización posterior en presencia de múltiples refugios y hospedadores se vería incrementada, tal como sugiere la teoría del equilibrio de McArthur y Wilson<sup>25</sup>; 2) los agentes climáticos (lluvia, sol, etc.) concurrentes o subsiguientes al rociado insecticida reducen o eliminan su efecto residual, lo cual da origen a focos residuales; 3) la presencia de animales o alimentos frecuentemente impiden un rociado correcto; 4) el peridomicilio es objeto de un mantenimiento precario por parte de la mayoría de los pobladores, siendo más que excepcional que apliquen insecticidas allí o realicen mejoras ambientales que limiten a los triatominos; y 5) las características físicas del sustrato afectan el poder residual de los piretroides, los cuales difieren entre sí y en relación al adobe, los bloques de suelo-cemento, y la madera (Antonieta Rojas de Arias et al., resultados no publicados). Además, es interesante señalar que la duración del efecto residual de diversos piretroides varió ampliamente entre tipos de estudio (experimentales o de campo) y estadios de *T. infestans*<sup>12, 26-28</sup>.

El monitoreo de la reinfestación utilizando múltiples métodos evidenció que los biosensores resultaron más sensibles que la hora-hombre para detectar las

infestaciones domiciliarias, como en otro estudio longitudinal<sup>17</sup>, y que las hojas de papel apareadas<sup>29</sup>. Más interesante aún es que los biosensores permitieron detectar repetidas invasiones de *T. infestans* que no eran seguidas por una colonización exitosa, en ausencia de rociados insecticidas domiciliarios. Los términos invasión, infestación y colonización, generalmente utilizados en forma poco precisa, fueron redefinidos en base al tipo de signos de infestación hallados. La captura por los moradores fue más sensible que la hora-hombre en domicilio, pero ocurrió lo contrario en peridomicilio. Al menos en parte, es probable que la captura por los moradores y las acciones de control realizadas selectivamente (principalmente en el peridomicilio) contribuyeran a limitar el éxito de colonización domiciliaria de *T. infestans*.

El peridomicilio suele alojar a otras especies de triatomos que podrían cobrar importancia en ausencia de *T. infestans*<sup>30</sup>. Durante el monitoreo de la reinfestación se pudo observar la persistente presencia de dos especies de triatomos que ocupan habitats silvestres y peridomésticos, y que ocasionalmente invaden el domicilio: *Triatoma guasayana* y *Triatoma sordida* (actualmente revalidada como *Triatoma garciabesi* Carcavallo, Cichero, Martínez, Prosen & Ronderos 1967)<sup>31</sup>. Estas especies se segregaron espacialmente en el peridomicilio: *T. guasayana* colonizó en forma estable los corrales de cabras y *T. garciabesi* los árboles donde dormían las gallinas<sup>32</sup>. Aún en ausencia de *T. infestans* de los domicilios, ni *T. guasayana* ni *T. garciabesi* colonizaron el interior de las viviendas, pero sí se registraron persistentes invasiones domiciliarias y ataque a humanos de adultos de *T. guasayana*. Es interesante señalar que estas especies no parecen haber modificado su comportamiento en los últimos 50 años<sup>33</sup>, a pesar de las múltiples perturbaciones ambientales que se sucedieron.

Una comparación de las curvas temporales de reinfestación domiciliaria en Amamá en ausencia de vigilancia (1985-1992) con la obtenida en Amamá y comunidades vecinas bajo vigilancia sistemática y acciones selectivas (1992-1998) permite ver que: 1) cuando hubo vigilancia sostenida, la reinfestación domiciliaria evaluada por hora-hombre estuvo fuertemente limitada, llegando a un pico del 30% a 4 años post-rociado, pero con muy bajas densidades de infestación, en comparación al 80% de reinfestación domiciliaria y elevadas densidades a 4 años post-rociado cuando no había vigilancia; 2) a pesar de los rociados realizados, la reinfestación peridomiciliaria fue persistente o reincidente durante 1992-1998, y las densidades observadas fueron importantes. A pesar de la vigilancia sostenida y los rociados selectivos realizados, *T. infestans* no logró ser eliminado del área de estudio con este programa de acciones pero fue excluido de los domicilios. Algo similar sucedió en Termas de Río Hondo<sup>21</sup>.

¿Cuál fue el efecto de la vigilancia sostenida sobre la infección por *T. cruzi* del vector, los perros, y la población humana? En domicilios de Amamá, la vigilancia sostenida produjo una abrupta y significativa caída en el porcentaje de *T. infestans* infectados por *T. cruzi* del 49% antes del rociado en 1992, al 4,6% durante la vigilancia, en 1993-1997<sup>34</sup>. La caída también fue significativa pero menos espectacular en el peridomicilio, del 6% al 1,8%. Es interesante hacer notar que en Amamá, cuando no hubo vigilancia, el porcentaje de *T. infestans* infectados fue del 57% en domicilio antes del primer rociado en 1985, y del 21% en 1988-1989, cuando la reinfestación fue aparente<sup>35</sup>. En Termas de Río Hondo, la infección de los *T. infestans* domiciliarios también cayó a niveles marginales durante la vigilancia. En Goiás, Brasil, la vigilancia sostenida a largo plazo generó la práctica desaparición de la infección por *T. cruzi* en *T. infestans*<sup>36</sup>.

Además de producir un fuerte impacto sobre la chance de infección del vector, la vigilancia sostenida ejerció un fuerte impacto sobre la prevalencia de *T. cruzi* en la población de perros, caracterizados como los más importantes reservorios en Amamá<sup>35, 37</sup>. La prevalencia de seropositividad al *T. cruzi* decreció fuertemente del 65% antes de rociar, al 38% y 15% a 2 y 4 años post-rociado, respectivamente<sup>38</sup>. También es interesante mencionar que se detectaron algunos casos infectados entre los perros nacidos en el área luego del rociado. Un análisis multivariado, en el que además de otros factores se consideraba la seropositividad al *T. cruzi* de la madre del cachorro y la densidad de infestación domiciliaria y peridomiciliaria por las diversas especies de triatomos existentes, implicó por primera vez a *T. guasayana* como el posible vector de *T. cruzi* responsable de estos casos nuevos en perros. Es necesario extender estos estudios para investigar la verdadera relevancia de algunas especies de triatomos como vectores secundarios del *T. cruzi*.

La vigilancia sostenida interrumpió la transmisión local del *T. cruzi* a los niños en Amamá y en Termas de Río Hondo<sup>17, 20</sup>, pero subsisten dudas en cuanto a lo ocurrido en Goiás, Brasil<sup>36</sup>. En Amamá se realizó un relevamiento serológico de la población humana del área al momento del rociado en 1992, el que permitió identificar niños seropositivos al *T. cruzi* que fueron luego tratados con benznidazol (Radanil, Roche). Se realizaron otros dos relevamientos a 2 y 4 años post-rociado, uno de cuyos objetivos era monitorear el impacto de las acciones sobre la incidencia del *T. cruzi* en la población local. Se detectó un único caso de seroconversión en una niña seronegativa en 1994, la que había pernoctado 2 semanas en el rancho infestado de unos familiares distante del área de estudio. En Amamá, esta niña residía habitualmente en una de las pocas viviendas con techo de zinc y paredes revocadas con cemento, cal y arena, la

cual no había registrado signos de infestación durante el período anterior. Este caso puede ser por lo tanto considerado importado. Cuando no hubo vigilancia en Amamá, entre 1989-1992, se detectaron 7 casos incidentes de niños que registraron seroconversión al *T. cruzi*, la mayoría confirmada por xenodiagnóstico. Luego del tratamiento, 6 de los niños se seronegativizaron en forma permanente. En síntesis, la vigilancia sostenida permite reducir notoriamente la transmisión del *T. cruzi* al vector y los reservorios caninos, e interrumpir la transmisión a la población de niños, aún cuando *T. infestans* no es eliminada del área pero sí excluida de los domicilios.

### Reformulación del proceso

La evidencia existente justifica reformular el proceso de reinfestación con vistas a definir acciones ajustadas al problema que plantea. Las viviendas rurales pueden ser subdivididas en dos estratos, domicilio y peridomicilio, que poseen diferente tasa de invasión y colonización por *T. infestans*, y en donde además los piretroides actualmente en uso muy probablemente tengan diferente eficacia. Esta representación simple no considera la abundancia de triatomos en cada estrato como la fuerza conductora del proceso de reinfestación, un aspecto esencial a incluir en el futuro.

#### Domicilio

Invasión    Invasión    Rociado

Susceptible ↔ Invasida → Colonizada → Resistente →  
Susceptible →...

#### Peridomicilio

Invasión    Invasión    Rociado

Susceptible ↔ Invasida → Colonizada → Resistente →  
Susceptible →...

### Conclusiones

Existen al menos tres niveles de heterogeneidad espacial a nivel local relevantes para el control de *T. infestans*: diferencias entre viviendas, diferencias entre domicilio y peridomicilio, y diferencias entre estructuras peridomiciliarias. La heterogeneidad ambiental del peridomicilio determina heterogeneidad de efectos y aumenta la probabilidad de persistencia de *T. infestans*. La teoría de la transmisión de agentes infecciosos<sup>39</sup> establece que la capacidad de persistencia de un patógeno (medida por el número de reproducción básico  $R_0$ ) aumenta con la

heterogeneidad en la distribución de hospedadores o vectores susceptibles e infectados, y así también aumenta el nivel de esfuerzo necesario para llevar al patógeno a la extinción.

El fabuloso poder de los modernos insecticidas ha generado un encantamiento y la peligrosa ilusión, en algunos, que con sólo aumentar la frecuencia de aplicación y la dosis de insecticida es posible llegar a la eliminación sostenida del *T. infestans* u otros insectos vectores a escala regional. Esta visión ignora la robustez de la especie para escapar a la extinción, y de la compleja trama social, económica y política en la que se desenvuelven los programas de control a nivel regional. Aquellas acciones probablemente desemboquen en: (i) un acelerado aumento en los incipientes niveles de resistencia a insecticidas observados en *T. infestans*, tal como desarrolla Eduardo Zerba en este Simposio; (ii) una continua y posiblemente insostenible erogación en insumos a largo plazo, salvo en distritos económica y políticamente favorecidos; y (iii) posibles efectos adversos a nivel ambiental en el largo plazo. Resulta paradójico el contraste entre la complejidad de algunos programas de control de plagas ejecutados en el mundo desarrollado, los que hacen un uso intensivo de los conocimientos y tecnologías existentes para lograr resultados más efectivos a menor costo total, con los programas de control de triatomos en América Latina prácticamente basados en la sola aplicación de insecticidas en forma homogénea. El manejo ambiental ciertamente tiene un importante rol que jugar en el control del *T. infestans*, particularmente en el peridomicilio<sup>5, 24, 30</sup>, pero falta desarrollar las acciones necesarias y su forma de implementación. La eliminación sostenida de *T. infestans* requiere de un enfoque científico, que no se centre sólo en los insecticidas sino que también incluya, al menos, al ambiente y los pobladores en el escenario político y social en que se desempeñan. La participación comunitaria es un paso esencial en este sentido, apuntando a la sostenibilidad de los programas. La insuficiente aplicación del conocimiento existente determina tácticas inadecuadas que retrasan el alcance de la eliminación del *T. infestans* a escala regional.

**Agradecimientos:** Los resultados presentados son frutos de un proyecto de colaboración a largo plazo entre investigadores de la Universidad de Buenos Aires, el Instituto Nacional de Parasitología Dr. Mario Fatala Chabén, el Servicio Nacional de Chagas, la Dirección de Epidemiología de la Nación, y la Universidad Rockefeller. Agradezco personalmente a mis colegas Delmi Canale, Mónica Castañera, Irma Castro, María Carla Cecere, Roberto Chuit, Joel E. Cohen, Estela Cura, Rodrigo De Marco, Marta A. Lauricella, Griseldo R. Roldán, Rodolfo Rotondaro, Elsa L. Segura, y Diego Vázquez, por su permanente apoyo durante alguna o todas las fases de este proyecto, superando las barreras institucionales y del paso del tiempo.

## Bibliografía

- Schmuñis GA, Zicker F, Moncayo A. Interruption of Chagas' disease transmission through vector elimination. *Lancet* 1996; 348: 1171.
- Dujardin JP, Schofield CJ, Tibayrenc M. Population structure of Andean *Triatoma infestans*: allozyme frequencies and their epidemiological relevance. *Med Vet Entomol* 1998; 12: 20-9.
- Zerba EN, Licastro SA, Wood EJ, Picollo de Villar MI. Insecticides: Mechanisms of action. In: Chagas disease vectors, vol. III, Brener RR and Stoka AM (ed), Boca Raton: CRC Press, 1987; pp 101-23.
- Soler CA, Schenone H, Reyes H. Problemas derivados de la reaparición de *Triatoma infestans* en viviendas desinsectadas y el concepto de reinfestación. *Bol Chil Parasitol* 1969; 10: 83-7.
- Cecere MC, Gürtler RE, Canale D, Chuit R, Cohen JE. The role of the peridomiciliary area in the elimination of *Triatoma infestans* from rural Argentine communities. *Pan Am J Public Health* 1997; 1: 273-9.
- Dujardin JP, Cardozo L, Schofield C. Genetic analysis of *Triatoma infestans* following insecticidal control interventions in central Bolivia. *Acta Trop* 1996; 61: 263-6.
- Dujardin JP, Bermudez H, Schofield CJ. The use of morphometrics in entomological surveillance of sylvatic foci of *Triatoma infestans* in Bolivia. *Acta Trop* 1997; 66: 145-53.
- Schofield CJ, Matthews JN. Theoretical approach to active dispersal and colonization of houses by *Triatoma infestans*. *J Trop Med Hyg* 1985; 88: 211-22.
- Schofield CJ, Lehane MJ, McEwen P, Catala SS, Gorla DE. Dispersive flight by *Triatoma infestans* under natural climatic conditions in Argentina. *Med Vet Entomol* 1992; 6: 51-6.
- Lehane MJ, McEwen PK, Whitaker CJ, Schofield CJ. The role of temperature and nutritional status in flight initiation by *Triatoma infestans*. *Acta Trop* 1992; 52: 27-38.
- Schweigmann N, Vallvé SL, Muscio O, Ghilini M, Alberti A, Wisnivesky-Colli C. Dispersal flight by *Triatoma infestans* in an arid area of Argentina. *Med Vet Entomol* 1988; 2: 401-4.
- Gualtieri JM, Ríos CH, Cichero JA, Vázquez R, Carcavallo RU. Ensayo de campo con Decametrina en su formulación líquido emulsionable y floable en el control del *Triatoma infestans* en la Provincia de Córdoba. *Chagas (Argentina)* 1984; 1: 1-20.
- Paulone I, Chuit R, Pérez A, Wisnivesky-Colli C, Segura EL. Field research on a epidemiological surveillance alternative of Chagas' Disease transmission: The Primary Health Care (PHC) strategy in rural areas. *Rev Arg Microbiol* 1988; 20 (Suppl.): 103-5.
- Gürtler RE, Petersen RM, Cecere MC, et al. Chagas disease in north-west Argentina: risk of domestic reinfestation by *Triatoma infestans* after a single community-wide application of deltamethrin. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1994; 88: 27-30.
- Gorla DE. Recovery of *Triatoma infestans* populations after insecticide application: an experimental field study. *Med Vet Entomol* 1991; 5: 311-24.
- Schofield CJ. Population dynamics and control of *Triatoma infestans*. *Ann Soc Belge Méd Trop* 1985; 65 (Suppl 1): 149-64.
- Chuit R, Paulone I, Wisnivesky-Colli C, et al. Results of a first step toward community-based surveillance of transmission of Chagas disease with appropriate technology in rural areas. *Am J Trop Med Hyg* 1992; 46: 444-50.
- Pinto Dias JC, Borges Dias R. Participação da comunidade no controle da doença de Chagas. *Ann Soc Belge Méd Trop* 1985; 65 (Suppl 1): 127-36.
- Segura EL, Esquivel ML, Salomón O, et al. Participación comunitaria en el Programa Nacional de Control de la Transmisión de la Enfermedad de Chagas. *Medicina (Buenos Aires)* 1994; 54: 610-1.
- Segura EL, Esquivel ML, Salomón O, et al. Alternativas de control de la transmisión de *Trypanosoma cruzi*. En: *Enfermedad de Chagas*, Storino R & Milei J, eds. Doyma, Buenos Aires, 1994.
- Paulone I. Factores socioeconómicos, culturales y ecológicos asociados a las reinfestaciones por *Triatoma infestans*, en viviendas rurales de un área de Santiago del Estero, bajo vigilancia entomológica. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, 1995: pp 66.
- Cecere MC, Gürtler RE, Chuit R, Cohen JE. Effects of chickens on the prevalence of infestation and population density of *Triatoma infestans* in rural houses of north-west Argentina. *Med Vet Entomol* 1997; 11: 383-8.
- Soler CA, Knez NR, Neffen LE. Importancia del estudio de los factores socio-económicos en la Enfermedad de Chagas-Mazza. La Rioja. Focos Peridomésticos. Monografía, Servicio Nacional de Chagas-Mazza, La Rioja, Argentina, 1977.
- Ronderos RA, Schnack JA, Mauri RA. Resultados preliminares respecto de la ecología de *Triatoma infestans* (Klug) y especies congénéricas con referencia especial a poblaciones peridomiciliarias. *Medicina (Buenos Aires)* 1980; 40 (Supl 1): 187-96.
- Begon M, Townsend CR, Harper JL. Ecology: Individuals, populations, and communities. Blackwell, 3ra. ed, 1998.
- Ferro EA, Arias AR, Ferreira ME, Simancas LC, Ríos LS, Rosner JM. Residual effect of lambda-dacyhalothrin on *Triatoma infestans*. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1995; 90: 415-9.
- Diotaiuti L, Teixeira Pinto C. 1991. Biological susceptibility of *Triatoma sordida* and *Triatoma infestans* to deltamethrin and lambda-dacyhalothrin under field conditions. *Rev Soc Bras Med Trop* 1991; 24: 151-5.
- Guillén G, Diaz R, Jemio A, Alfred Cassab J, Teixeira C, Schofield CJ. Chagas disease vector control in Tupiza, southern Bolivia. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1997; 92: 1-8.
- Gürtler RE, Cecere MC, Canale D, Castañera MB, Chuit R, Cohen JE. Monitoring house reinfestation by vectors of Chagas disease: a comparative trial of detection methods during a four-year follow-up. *Acta Trop* 1999; 72: 213-34.
- Wisnivesky-Colli C. La importancia del peridomicilio en un programa de eliminación de *Triatoma infestans*. *Rev Soc Bras Med Trop* 1993; 26 (Supl III): 55-63.
- Jurberg J, Galvao C, Lent H, et al. Revalidação de *Triatoma garciabesi* Carcavallo, Cichero, Martínez, Prosen & Ronderos, 1967 (Hemiptera-Reduviidae). *Ent Vect (Rio de Janeiro)* 1998; 5: 107-22.
- Canale DM, Cecere MC, Chuit R, Gürtler RE. Spatial segregation and persistence of colonisation by *Triatoma sordida* and *Triatoma guasayana* in a rural area of north-west Argentina: a longitudinal study.
- Abalos JW, Wydgozinsky P. Las Triatominae Argentinas (Reduviidae; Hemiptera). Instituto de Medicina Regional, Tucumán (Argentina). Monografía No. 2, 1950: pp 179.
- Cecere MC, Castañera MB, Canale DM, Chuit R, Gürtler RE. *Trypanosoma cruzi* infection in *Triatoma infestans* and other triatomines: long-term effects of a control program in a rural area of northwestern Argentina. *Pan Am J Public Health*, en prensa.
- Gürtler RE, Cecere MC, Rubel DN, et al. Chagas disease

- in north-west Argentina: infected dogs as a risk factor for the domestic transmission of *Trypanosoma cruzi*. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1991; 85: 741-45.
36. Marsden P, García-Zapata MTA, Castillo EAS, Prata AR, Macedo VO. Los primeros 13 años del control de la enfermedad de Chagas en Mambai, Goiás, Brasil, 1980-1992. *Bol Of Sanit Panam* 1994; 116: 111-17.
37. Gürtler RE, Cohen JE, Cecere MC, Chuit R, Segura EL. Influence of humans and domestic animals on the household prevalence of *Trypanosoma cruzi* in *Triatoma infestans* populations in northwest Argentina. *Am J Trop Med Hyg* 1998; 58: 748-58.
38. Castañera MB, Lauricella MA, Chuit R, Gürtler RE. Evaluation of dogs as sentinels of the transmission of *Trypanosoma cruzi* in a rural area of north-west Argentina. *Ann Trop Med Parasitol* 1998; 92: 671-83.
39. Anderson RM, May RM. *Infectious diseases of humans*. London: Oxford, 1991.

-----

*On peut dire que le scientifique vit dans deux mondes. D'un côté, le monde ordinaire, le monde public, qu'il partage avec les autres êtres humains. D'un autre côté, un monde privé où a lieu la recherche; monde avec ses passions, ses exaltations, ses désespoirs; monde où l'on peut monter au ciel ou descendre aux enfers. Les deux mondes sont plus ou moins étroitement liés selon les individus, selon les disciplines. Jalousie, compétitivité, besoin d'être reconnu sont des forces qui font partie du monde ordinaire, mais contribuent à pousser les individus dans le monde privé. De même, rêves et triomphes dans le monde privé se mêlent à de moins nobles recherches de récompenses dans le monde ordinaire.*

Puede decirse que el científico vive en dos mundos. Por un lado el mundo ordinario, el mundo público, que comparte con los demás seres humanos. Por otro lado, un mundo privado donde se desarrolla la investigación; un mundo con sus pasiones, sus exaltaciones, sus desesperanzas; un mundo donde es posible ir al cielo y bajar a los infiernos. Ambos mundos se hallan más o menos estrechamente ligados según los individuos o las disciplinas. Celos, competitividad, necesidad de sentirse reconocido son fuerzas que forman parte del mundo ordinario, pero que también impelen a los individuos en su mundo privado. Del mismo modo, sueños y triunfos del mundo privado se mezclan con la búsqueda menos noble de recompensas en el mundo ordinario.

François Jacob

*La souris, la mouche et l'homme*. Paris: Editions Odile Jacob, 1997, p 119  
(*El ratón, la mosca y el hombre*. Barcelona: Crítica, 1998, p 98)