



## PROYECTO PILOTO DE MEJORAMIENTO DE VIVIENDAS DE ADOBE EN EL MARCO DE LA LUCHA CONTRA LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

Daniel Landívar<sup>1</sup>; Raquel Gonçalves<sup>2</sup>; Caryn Bern<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Técnico independiente, eldanicleto@gmail.com

<sup>2</sup>University of Warwick, Reino Unido, r.goncalves@warwick.ac.uk

<sup>3</sup>University of San Francisco, California, caryn.bern2@ucsf.edu.

**Palabras clave:** mejoramiento de viviendas, vinchuca, control vectorial, revoque, adobe, Bolivia

### Resumen

En las regiones donde la enfermedad de Chagas es endémica las condiciones habitacionales representan un factor determinante en la prevalencia de la enfermedad. El proyecto piloto llevado a cabo en Itanambikua, comunidad que sufre una altísima prevalencia de la enfermedad, tiene como objetivo realizar y monitorear actuaciones de mejoramiento de viviendas enfocadas en el control del vector causante de la trasmisión de la enfermedad, además de medir la incidencia de dichos mejoramientos y generar experiencias y datos que sirvan de herramienta para el diseño de futuros programas de control vectorial. Se han mejorado un grupo de viviendas y se ha realizado un seguimiento comparándolo con viviendas no intervenidas. Durante el desarrollo del proyecto se han realizado actividades encaminadas a adaptar las actuaciones al contexto geográfico, cultural y socioeconómico particular del chaco boliviano. Se ha optado por el uso de los materiales disponibles en la comunidad y que son accesibles sin desembolso económico, además del empleo de técnicas de mejora fácilmente replicables. A través de encuestas, reuniones de grupos focales, talleres, trabajos de mejoramiento y la interacción con todos los actores implicados se ha obtenido información que sirve de base a futuros proyectos. Como conclusión cabe indicar que el mejoramiento de las viviendas en las zonas afectadas por la enfermedad de Chagas es una actuación prioritaria, aunque no única, en la interrupción de la trasmisión vectorial. El mejoramiento de viviendas crea además las condiciones para que las medidas de control vectorial posteriores sean más eficaces.

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 La enfermedad de Chagas

La enfermedad de Chagas es una infección parasitaria causada por el protozoo *Trypanosoma cruzi* que es transmitida por un insecto llamado triatomineo. Él se alimenta de sangre humana o animal. El parásito está presente en los intestinos y las heces del triatomineo si previamente el insecto se ha alimentado de una persona o animal infectado. El triatomineo deposita sus heces sobre la piel mientras succiona la sangre, pudiendo las heces inocular el parásito en la herida provocada por la picadura o a través de la conjuntiva del ojo (Bern, 2015). Los individuos infectados experimentan una fase de infección aguda, que dura de 4-8 semanas. Como usualmente los síntomas no son específicos (fiebre, malestar, fatiga), la enfermedad es raramente detectada en la fase aguda. Sin tratamiento, los pacientes pasan a la fase crónica de la enfermedad, la cual dura toda la vida. Un 20-30% de los individuos infectados desarrollarán, en el transcurso de su vida, la cardiopatía chagásica, llegando a tener arritmias, defectos del sistema de conducción del corazón, provocando en los casos más graves la muerte súbita o la muerte por insuficiencia cardíaca.

En los últimos 25 años se ha avanzado sustancialmente el control de la transmisión vectorial de *T. cruzi*. En 1990 la prevalencia de infección en Latinoamérica era aproximadamente 18 millones de personas infectadas, pasando a ser 6 millones en 2010. Esta reducción se logró principalmente a través de programas de aplicación de insecticida en el domicilio y peri domicilio. Sin embargo, la enfermedad de Chagas sigue siendo responsable de una carga

de enfermedad en las Américas 7,5 veces mayor que la malaria, siendo la chagásica la etiología infecciosa más importante de las enfermedades crónicas del corazón en el mundo (WHO, 2014).

En la región del Gran Chaco, que ocupa parte del sur de Bolivia, el oeste de Paraguay y el norte de Argentina, la prevalencia sigue siendo muy alta (>50% en comunidades hiperendémicas) y la transmisión por vectores domésticos no ha sido interrumpida (Gurtler et al., 2007; Samuels et al., 2013). El control vectorial en el Chaco es un desafío mayor que en otras regiones, como por ejemplo los valles interandinos. En la región del Chaco la infestación ha sido siempre muy intensa debido a que la generalidad de las casas son de tierra no revocada, lo que configura un hábitat idóneo para los triatominos que disponen de muchos espacios donde refugiarse y formar colonias; además, la duración de la actividad del insecticida es bastante más corta que en otros climas más templados (Rojas de Arias et al., 2003).

## **1.2 El mejoramiento de viviendas como medida de control vectorial**

Para lograr controlar la infestación es necesario el control integrado de los vectores (Tusting; Willey; Lines, 2016; Lardeux et al., 2015). Una de las medidas de control más importantes para disminuir la intensidad de colonización del vector es el mejoramiento de las viviendas (Ríos et al., 1994). Además de eliminar espacios susceptibles de ser colonizados por los triatominos con la mejora de la superficie de las paredes, se aumenta la eficacia del insecticida y se alarga la duración de su efecto.

La mayoría de las casas en comunidades rurales del Chaco boliviano están construidas por sus dueños con materiales locales (tierra, arena, palos, fibras vegetales). En la región los programas de mejoramiento de viviendas normalmente utilizan materiales industrializados y métodos de construcción no tradicionales. Estos programas son costosos al emplearse materiales no accesibles y técnicas constructivas de difícil apropiación, con lo que solo un porcentaje pequeño de casas pueden ser mejoradas, siendo proyectos no sostenidos en el tiempo, ni replicados sin la aportación de fondos externos. La hipótesis central del presente estudio es que un programa de mejoramiento desarrollado con materiales y constructores locales puede ser mucho más eficiente en costo-efectivo, y además ser sostenible en el tiempo y replicable.

## **1.3 Contexto geográfico**

La comunidad guaraní de Itanambikua se encuentra enclavada en la vasta eco región del Gran Chaco Americano que ocupa 1,3 millones de kilómetros cuadrados de Argentina, Paraguay y Bolivia. Itanambikua se sitúa en el Sureste de Bolivia a orillas del río Parapeti, a una altitud de 800 m; de acuerdo con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, las precipitaciones medias anuales son de 780 mm y la temperatura media de 21,7°C; sus inviernos son secos, y los veranos lluviosos y cálidos. Las precipitaciones pueden ser torrenciales acompañadas de fuertes vientos.

## **1.4 Contexto cultural y demográfico**

El municipio de Camiri, además de la ciudad del mismo nombre, engloba 19 comunidades del grupo ava guaraní. Itanambikua fue fundada en 1948 por guaraníes procedentes de las comunidades más alejadas dentro del municipio de Camiri, pasando a convertirse en la comunidad más numerosa del municipio. Según el censo llevado a cabo por su centro de salud, Itanambikua contaba, a la fecha del estudio, con 1200 habitantes. Cabe destacar que la población ha experimentado un importante crecimiento en la última década pues, de acuerdo a los resultados del censo comunitario efectuado por el colegio Juan Pablo Rivero, en el 2004, la Comunidad de Itanambikua contaba con 784 habitantes (Machaca, 2013).

Este incremento demográfico ha afectado al entorno, consumiendo recursos como la madera de secciones suficientes para la construcción de las cubiertas y el pasto utilizado tradicionalmente para la elaboración de adobes y revoques. Para la recolección de estos

materiales cada vez es necesario alejarse más de la comunidad, lo que supone un factor limitante a la hora de optar por la construcción tradicional.

La forma de organización administrativa en Itanambikua es la propia de las comunidades guaraníes de la zona, que cuentan con la figura del *mburuvicha* como representante máximo de la comunidad frente a las administraciones y organizaciones, además de contar con una organización interna con consejos sectoriales.

### 1.5 Contexto económico

La proximidad a la ciudad de Camiri es el factor que más influye en la dinámica económica de la comunidad de Itanamabikua. En el municipio de Camiri la principal actividad económica es la petrolera; esta genera una importante demanda de mano de obra, aunque normalmente las personas contratadas en Itanambikua lo son para las tareas de menos especialización y peor pagadas. En cuanto a Itanambikua, la fuente de ingresos principales es la extracción de áridos del lecho del río Parapeti que son empleados por las constructoras de la zona. Esta extracción se realiza con medios manuales, lo que hace que demande gran cantidad de mano de obra, por otro lado, son muchas las mujeres contratadas en Camiri para la realización de labores domésticas. La producción agrícola se destina al consumo interno y se basa principalmente en el cultivo de maíz, que es el eje de la gastronomía y también protagonista en los acontecimientos sociales y culturales.

## 2 OBJETIVOS

El objetivo del proyecto presentado es investigar métodos de mejoramiento de viviendas que sean sostenibles y replicables en poblaciones donde la enfermedad de Chagas es endémica.

El propósito central del mejoramiento en las casas intervenidas es asegurar que las paredes y los techos de las viviendas queden revestidos y no presenten escondites donde puedan establecerse los triatómicos. Los principios básicos en los que se basa el proyecto es el máximo aprovechamiento de los recursos naturales disponibles en la comunidad y el empleo de técnicas fácilmente reproducibles. Son objetivos del presente trabajo recabar información acerca de los aspectos básicos en los proyectos de mejoramiento de viviendas relacionados con la lucha contra la enfermedad de Chagas

## 3 DESARROLLO

### 3.1 Prolegómenos

Se ha investigado en la metodología de aplicación de revocos y pinturas, elaboración de mezcla, se han analizado costes. Se han explorado las formas de afrontar este tipo de trabajos dentro del ámbito comunitario para lo que se han puesto en marcha dinámicas de conformación de equipos de trabajo y la recuperación y puesta en valor de los conocimientos, habilidades y recursos locales.

Cuatro meses antes del comienzo de las obras de mejoramiento, se realizaron una serie de actividades complementarias con el objetivo de adaptar el diseño del proyecto a las características particulares de la comunidad, actuando de forma coordinada con las autoridades y entidades involucradas. Se mantuvieron diversas reuniones con las autoridades en las que se expusieron los métodos y el calendario a seguir. También se convocó a una reunión abierta en la que se hizo partícipe al conjunto de la comunidad de los objetivos y detalles del proyecto. Se establecieron contactos con las instituciones públicas responsables de los planes de lucha contra el Chagas, incluyendo la municipalidad, la jefatura Guaraní (*Capitanía Kaam*), el hospital municipal, y responsables del plan departamental de Chagas con el objetivo de actuar de forma informada y coordinada.

Una de las primeras actividades desarrolladas fue un encuentro de tres días en formato taller en el que participaron constructores locales y pobladores. Aunque no tenían

experiencia previa, estaban interesadas en el mejoramiento de sus viviendas. Se pusieron en común los conocimientos y experiencias de los participantes y se exploraron las posibilidades de los materiales disponibles. También sirvió para identificar a candidatos para formar parte del equipo de trabajo a contratar.

### 3.2 Los trabajos de mejoramientos

Se comenzó con una evaluación del conjunto de viviendas de la comunidad, identificando los materiales empleados y otras características destacadas. Basándose en estos datos, se seleccionaron 42 casas que cumplieron con estos criterios de selección:

- Casas de adobe (no incluye casas de tabique) con techos de chapa metálica.
- De uno a tres cuartos
- Distancia de treinta metros o más entre las casas seleccionadas

Estas características son las más comunes de entre las casas de la comunidad.

Las 42 casas seleccionadas fueron divididas de forma aleatoria, conformándose dos grupos: uno de 21 casas a ser mejoradas y otro de 21 casas en las que no se intervino y que constituyen el grupo de control. Los datos de cada grupo serán comparados en la fase de evaluación entomológica. Debido a la estacionalidad en la presencia del vector y la lentitud del proceso de re infestación, no se esperan los datos entomológicos hasta diciembre 2017.

Las características específicas de las viviendas que propician la proliferación de las vinchucas son las siguientes (figura 1):

- Viviendas con paredes agrietadas o con huecos y también los espacios entre la pared y las chapas del tejado y entre la pared y las estructuras de madera que soportan las chapas.
- Viviendas con techos con cielorrasos inconclusos, o realizados de forma precaria. Es frecuente encontrar cielos rasos a los que no se ha aplicado la capa de acabado, situación que favorece el acceso de los triatominos al espacio entre la chapa del tejado y el cielorraso.



Figura 1. (A) Las grietas en las paredes constituyen escondites de la vinchuca; (B) Huevos de vinchuca dentro de una grieta en la pared; (C) Los tumbados no estucados también proveen refugios para los vectores (Créditos: Landivar)

El mejoramiento de casas consistió en los siguientes pasos:

#### Paredes

- Preparación de la superficie
- Revoco grueso
- Revoco fino estabilizado
- Pintura de cal en fresco
- Pintura de acabado de cal y mucilago de tuna

#### Techos

- Corrección de defectos estructurales o de impermeabilización
- Revestimiento con yeso en casos de cielorrasos inconclusos

Bajo la supervisión de un profesional experto en la construcción con tierra se convocó a todos los miembros de la comunidad a un primer taller en el que se realizó una primera puesta en común sobre los conocimientos y experiencias en construcción con materiales naturales disponibles en la comunidad. Posteriormente se conformó un equipo de trabajo compuesto por cuatro personas locales, tres de ellos tenían experiencia en construcción convencional y solo uno tenía experiencia previa en construcción en tierra. El grupo de albañiles pasó a ser de cinco, con la incorporación de uno de los beneficiarios que había adquirido los conocimientos en la mejora de su vivienda. Inicialmente se ensayaron los materiales disponibles, explorando sus características y posibilidades y de acuerdo con los resultados se establecieron las soluciones constructivas a emplear en los mejoramientos.

Previo al comienzo de los trabajos, la familia se responsabilizó de reunir los materiales disponibles en la comunidad necesarios: arena, agua, tuna y paja. Los materiales no disponibles en la comunidad (cal, chapas, clavos...) fueron adquiridos con fondos del proyecto.

Durante las labores de mejoramiento fue necesario el realojo de las familias. Se optó por proporcionar unas carpas de plástico. Como contraparte, los beneficiarios fueron las encargadas de abastecerse de los palos necesarios para la instalación que era llevada a cabo por las familias; en algunos casos las familias contaron con el apoyo y asesoramiento del equipo del proyecto en la instalación de las carpas.

La participación de las familias en los trabajos fue un aspecto relevante en el proyecto. Junto a la autoridad de la comunidad se alentó a los miembros de las familias a que participaran no solo como contrapartida a los beneficios obtenidos, sino como una oportunidad de aprender las técnicas empleadas y de ese modo, estar en condiciones de asumir el necesario mantenimiento periódico.

Por razones presupuestarias y de plazos no se contemplaron aspectos de mejora de las condiciones de confort térmico, ni otros aspectos de habitabilidad. Sí se acometieron tareas de consolidación estructural en los casos de riesgo de colapso de muros, o de seguridad e impermeabilidad de las cubiertas, muy vulnerables por las condiciones del clima local.

No se emplearon herramientas eléctricas ni utensilios costosos o de difícil manejo. Se recurrió en lo posible a elementos disponibles y de uso común. Los materiales adquiridos únicamente fueron la cal, el yeso y los elementos para la reparación de las cubiertas, como la madera y los elementos de anclaje de las mismas.

El abastecimiento de agua a la comunidad se realiza a través de una red general dividida en cuatro sectores procedente de una captación en el río Parapeti. El suministro domiciliario consta de una única toma situada en el patio junto a cada vivienda. El suministro llega a cada sector en días alternos, lo que hace imprescindible un almacenamiento en cantidad suficiente para los días en los que se interrumpe el suministro. El almacenamiento lo realiza cada familia en los elementos de que dispone; botellas, garrafas, bidones y cualquier recipiente disponible; en muchos casos estos elementos son insuficientes para las necesidades básicas de las familias. La orografía de la comunidad, con importantes diferencias de nivel, hace que el agua llegue con más dificultad a las viviendas situadas a mayor altitud. En esos casos, la familia se encargó del acarreo del agua necesaria para acometer los trabajos de mejora. Cabe destacar que las dificultades de suministro y acopio de agua son una limitación a las posibilidades de las familias de fabricar sus propios adobes y mezclas para revoques, tanto en la construcción de nuevas casas y ampliaciones de las existentes. Para solventar los problemas de abastecimiento durante el proyecto se proporcionaron bidones de 200 litros de capacidad para el acopio del agua necesaria

### **3.3 Suministro de medios para la continuación de los mejoramientos en la Comunidad una vez concluido el proyecto**

Una vez concluidos los trabajos en las viviendas incluidas en el proyecto piloto, se cedió a la Comunidad el uso de las herramientas utilizadas, también se donó cal para incentivar la continuación de los trabajos de mejoramiento de las viviendas.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Evaluación basal: tipologías constructivas locales

Las viviendas de Itanambikua se pueden agrupar en cuatro tipos constructivos básicos:

a) Viviendas construidas con adobe y tejado de chapa metálica.

Es la tipología más común, llegando al 60% de las viviendas. La fabricación de adobes corre, normalmente, a cargo de la familia que emplea para ello el suelo disponible al pie de la vivienda, aunque se dan al menos dos casos de especialistas en adobes dentro de la comunidad, que venden los adobes o son contratados para fabricarlos. La calidad general de los adobes depende del suelo disponible y de la experiencia de los fabricantes. Un factor determinante en la calidad de los adobes es el predominio de suelos limosos que proporciona adobes de calidad más bien baja debida a su gran vulnerabilidad frente a la humedad y la lluvia. Aun siendo baja la calidad general de los adobes resulta suficiente en cuanto a resistencias a la compresión para la tipología de las edificaciones a las que son destinados, pues son en todos los casos viviendas de una sola planta, con muros inferiores a 3,5m de altura. La calidad de los adobes y falta de revestimientos y aleros, hace que el estado de conservación, en general, sea muy deficiente. Las medidas de los adobes son las mismas en toda la comunidad; 28 cm (ancho) x 45 cm (largo) x 12 cm (alto). Los muros se construyen con un aparejo a soga, por lo que el espesor de los muros es siempre de 28 cm más los revestimientos en el caso de existir. Actualmente, la escasez de la fibra que se emplea tradicionalmente para compensar la fisura por retracción está limitando la fabricación de adobes. Esta fibra se obtiene de una gramínea que crece de forma espontánea en el entorno, pero que ha sufrido sobre-explotación, por lo que cada vez hay que ir más lejos para encontrarla. Según los trabajos de campo realizados en el proyecto el 39% de las superficies de las paredes de adobe en Itanambikua está sin revocar, y de los revoques existentes un 42% presenta riesgo entomológico por su deficiente ejecución o mal estado de conservación.

b) Viviendas de “tabique” (quincha) y tejado de zinc

Son el 6% de las viviendas en la comunidad. La técnica del “tabique” consiste en la colocación de palos verticales u “horcones” de 10/15 cm de diámetro a una distancia de unos 1,5 m a los que se amarran en ambas caras palos horizontales de unos 4 cm de diámetro colocados a unos 20 cm de distancia. Para el amarre de la madera se emplea una liana local a modo de cuerda, y en ocasiones cuerdas de plástico y materiales recuperados como cables eléctricos, tejidos, etc. Después se rellena el espacio generado con tierra extraída al pie de la construcción. El relleno no llega a cubrir del todo la estructura, circunstancia que acorta la durabilidad de la construcción al dejar la madera expuesta; son excepcionales las construcciones de tabique revocadas. Esta técnica se emplea sobre todo en cocinas y depósitos, aunque las familias de menos recursos y posibilidades siguen usándola para vivienda. A la fecha del proyecto, un 10% de las viviendas en construcción sigue empleando esta técnica. Desde el punto de vista entomológico es la más desfavorable, al presentar el mayor número de grietas y oquedades susceptibles de ser colonizados por los triatominos.

c) Viviendas de adobe con cubierta de teja construidas gracias a programas de vivienda

Hasta la fecha se han implementado en Itanambikua dos programas de vivienda. Uno, puesto en marcha por Caritas Camiri y otro gubernamental. Suman 37 viviendas, un 19% del total de la comunidad. Ambos casos optaron por el adobe para la construcción de los muros, que fueron fabricados por las familias como contraparte. Para los trabajos de albañilería contaron con albañiles profesionales contratados por los programas. En las viviendas promovidas por Caritas Camiri, los revestimientos se resolvieron con revoques de tierra y pintura de cal.

d) Viviendas construidas con ladrillo cerámico y tejado de chapa metálica.

Son el 11% de las viviendas. El uso del ladrillo cerámico para la construcción de viviendas en Itanambikua es reciente. Desde el punto de vista entomológico, si la colocación y rejuntado de los ladrillos es correcta no suponen riesgo entomológico, pero frecuentemente se observan situaciones de riesgo, como mala resolución de encuentros con la cubierta y carpinterías, o la costumbre de no rellenar los agujeros de los ladrillos en la parte exterior de las esquinas.

#### 4.2 Proceso de mejoramiento

Dos de las 21 casas escogidas se retiraron del proyecto por motivos personales. Por ese motivo, se mejoraron tan solo 19 viviendas. Las casas de intervención contaron con un total de 404 m<sup>2</sup> de superficie, de los cuales un 53% estaban correctamente instaladas, con elementos estructurales suficientes, buena fijación y estanqueidad, y en buen estado de conservación; en cambio en el 47% de las viviendas hubo que desmontar el tejado debido a su deficiente estado. Un 37 % de las cubiertas debieron ser desmontadas y fue necesario añadirles elementos estructurales, pues eran insuficientes para garantizar su seguridad (figura 2). Para la construcción de las cubiertas es costumbre en la comunidad el empleo de estructuras de madera de pequeñas secciones recolectada en los bosques cercanos; su instalación, en la mayoría de los casos, no garantiza la seguridad ni impermeabilidad de la cubierta, por lo que se hace necesario su desmontaje y reinstalación.



Figura 2. Reparación de cubiertas

Localmente se denomina “tumbado” a los cielos rasos. El tipo más frecuente de “tumbado” en la zona se ancla a la estructura que soporta las chapas de zinc y precisa ser ejecutado simultáneamente a la instalación de la cubierta. Sobre las vigas principales instaladas en el sentido de la pendiente se coloca una malla de gallinero que queda fijada a su vez bajo los listones que se colocan perpendiculares a las vigas y que sirven para anclar las chapas de zinc. Una vez atirantada la malla se colocan sobre ella bolsas de cemento recicladas que se mojan previamente para facilitar su colocación. Inmediatamente después se vierte sobre ellas una mezcla de yeso, llamado “estuco” localmente. Una vez seco, se reviste, también con yeso, la parte inferior. A esta labor se la denomina “estucado”

En cuanto a los tumbados, en las viviendas mejoradas, se distinguieron cuatro circunstancias.

a) Un 57% de los techos no contaban con ningún tipo de tumbado, solo chapa.

- b) Un 6% presentaban tumbados completos y en buenas condiciones.
- c) Un 29% presentaban tumbados sin revestimiento inferior. Esto es muy desfavorable desde el punto de vista entomológico, pues la falta de sellado facilita su colonización por triatominos (figura 3).
- d) Un 7% de las viviendas presentaban tumbados contruidos con materiales reciclados y/o ramas. Estos tumbados improvisados suponen un riesgo de infestación, por lo que fueron eliminados.



Figura 3. Mejoramiento del tumbado por la necesidad de colocar la malla y el papel que sirven como soporte debe realizarse simultáneamente a la ejecución de la cubierta

Un elemento fundamental en el proyecto de mejoramiento fueron los revocos. Inicialmente se comenzó probando revocos confeccionados con la tierra disponible a pie de las casas a la que se le añadieron fibras vegetales para evitar las fisuras por retracción. Posteriormente y una vez seco el soporte, se procedió a pintar con jabelga, confeccionada con cal, arena, agua y mucilago de tuna en proporciones 1:1:1:1. El resultado fue que la jabelga se desprendió del soporte al ablandarse este con la lluvia. El alto porcentaje de limos presente en los suelos de la comunidad que se emplean para la confección de las mezclas hace muy sensible al agua a los revocos, lo que explica el deficiente estado de conservación general de los revocos en la comunidad.

Las labores de revocado comenzaron eliminando, si existían, los revocos en mal estado, después se regularizaba el soporte mediante un revoque grueso para posteriormente aplicar el revoque estabilizado y una primera capa de pintura de cal en fresco y la pintura de acabado.

Después de diversas pruebas, los mejores resultados se obtuvieron añadiendo al suelo disponible un árido recogido en el río Parapeti que discurre a un costado de la comunidad, y que los locales denominan “arenilla”. La “arenilla” tiene una granulometría heterogénea que va de los 0,1 mm hasta los 8 mm de diámetro con ausencia de finos. La cantidad de árido añadida a la mezcla varió entre el 50% y el 100% del volumen de suelo. Los revocos se realizaron en varias capas. Para los rellenos de juntas entre adobes erosionados y rellenos de grandes espesores se utilizó el árido sin tamizar. En los casos en los que los rellenos eran extremadamente gruesos se añadieron fibras vegetales procedentes del reciclado de gramíneas utilizadas en el relleno de colchones. Los espesores de la última capa de revoco fue de 8 mm y la mezcla se estabilizó con un 10% en volumen de hidróxido de calcio para evitar el reblandecimiento producido por la lluvia. Para los revocos de acabado se tamizó la “arenilla” haciendo que los áridos no superasen los 4 mm y de ese modo facilitar su aplicación. El hidróxido de cal adquirido en polvo se hidrató como mínimo 24 horas antes de su utilización. La corrección de la granulometría y la estabilización con cal mejoró notablemente la resistencia del revoque al agua.

En cuanto a las pinturas se optó por la aplicación de una primera capa sobre el revoque fresco para lograr un mejor agarre sobre el soporte; para esta primera capa de pintura se usó únicamente hidróxido de cal en polvo que se hidrató el día anterior y no se le añadió ningún aditivo (figura 4). Esta acción de pintura en fresco también sirvió para proteger los revocos inmediatamente a su aplicación, pues al estar en época de lluvias estas pueden aparecer de forma repentina. Esta medida resultó muy eficaz garantizando la integridad de los revocos hasta su completo endurecimiento.



Figura 4. Mejoramiento de paredes

Una vez seco el revoque se procedió a aplicar pintura de cal como acabado. La pintura fue preparada con mucilago de una tuna abundante en la comunidad del genero *Opuntia*, mas hidróxido de calcio y agua. El procedimiento seguido para la preparación del mucilago fue trocear las pencas en pedazos de unos 5x5 cm y dejar las en remojo en agua, en una proporción; de 1 volumen de tuna por 3 volúmenes de agua, sin quitar las espinas, pues estas con el remojo se ablandan y no suponen ningún inconveniente en la manipulación. En función de las temperaturas se dejó reposar entre 3 y 6 días hasta la formación del mucilago. Se mezcló el mucilago con hidróxido de cal en polvo en proporción en volumen de 1 a 1 y se dejó reposar varios días. La mezcla del mucilago con el hidróxido de calcio tiene una vida útil indefinida siempre que esté protegida por una lámina de agua, en cambio, el mucilago por si solo se deteriora a los pocos días de su preparación si las temperaturas son altas. La preparación de la pintura estuvo entre las primeras labores acometidas al comenzar el mejoramiento de cada vivienda, buscando de ese modo el tiempo necesario para la elaboración del mucilago y la correcta hidratación del hidróxido de cal antes de su aplicación. En el momento de pintar se añadió a la pintura el agua necesaria para lograr una buena trabajabilidad y que las capas de pintura no tuviesen un espesor excesivo.

### 4.3 Análisis de costes

En cuanto a los costos del proyecto, la mayor inversión fue la contratación del equipo de albañiles locales que supuso el 54% del total de la inversión. El costo de los materiales y herramientas supuso un 19% del gasto, y los gastos de elaboración del proyecto de intervención, supervisión y coordinación de los trabajos supusieron el 22% del costo total. Se mejoraron un total de 2.181 m<sup>2</sup> de superficies de paredes. Los costos por m<sup>2</sup> de mejoramiento de paredes fueron de US\$ 0,25 en materiales y US\$ 3,35 de mano de obra. En cuanto a las cubiertas fueron un total de 179 m<sup>2</sup> los que debieron ser desmontados y reinstalados convenientemente, lo que supuso un costo de 9,7 US\$/m<sup>2</sup> incluyendo los materiales y la mano de obra. La aplicación sobre los “tumbados” que se encontraban sin el “estuco” de acabado supuso un gasto de 8,4 US\$/m<sup>2</sup>.

El costo medio de mejoramiento por casa, teniendo en cuenta que la media de superficie de las casas de intervención es de 26 m<sup>2</sup> de superficie construida, fue de 662 US\$, mano de

obra y materiales incluidos; en esa cifra no se incluye los trabajos en los tumbados, pues su inclusión distorsionaría los resultados, ya que son tareas que se realizaron en solo cinco de las viviendas y tuvieron un costo comparativamente alto. El costo por m<sup>2</sup> de “estucado” fue de 6,6 US\$ por m<sup>2</sup>. Sin tener en cuenta los tumbados, el mejoramiento de paredes supuso el 62% de los costos y la reparación de cubiertas el 38%.

## 5 DISCUSIÓN

El mejoramiento de viviendas es una herramienta importante dentro de las actuaciones de control de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas. Si bien debe ser combinado con otras actuaciones, el mejoramiento supone un cambio cualitativo importante que influye notablemente tanto en las condiciones de vida generales de las familias, como en las medidas de control vectorial, además de aumentar eficacia de otras medidas de control entomológico como son las fumigaciones, al alargar el efecto residual de los insecticidas, y facilitar la búsqueda de triatominos, al proporcionar superficies claras y lisas

Otro efecto beneficioso del uso de la cal como acabado es su facultad de reflejar la energía del sol, evitando el sobre calentamiento de los muros (figura 5).



Figura 5. Tres de las 19 casas mejoradas

Se observa en Itanambikua que son pocas las personas que en la actualidad optan por revestir su casa de adobe con revoques de tierra, y las que lo hacen obtienen malos resultados en cuanto a la durabilidad de los revestimientos. Es por ello que un alto porcentaje de las personas que toman la decisión de mejorar sus casas, y consiguen los medios para ello, optan por hacerlo con la mezcla convencional de arena y cemento. Es frecuente que, para tratar de paliar los efectos del inevitable desprendimiento de los revoques cementosos sobre las superficies de tierra, se usen mallas y clavos metálicos. El resultado sigue siendo, invariablemente, el desprendimiento, lo que genera cavidades entre el revoque y el muro, creándose un ambiente muy propicio para el establecimiento de los triatominos.

En cuanto a los costos, los resultados obtenidos están condicionados por la pequeña escala de la intervención y por ser un proyecto experimental. Hay que tener en cuenta que se debieron comprar todas las herramientas necesarias, y que a una escala mayor, la

repercusión de esa inversión por casa mejorada es menor. También, la fuerza de trabajo contratada fue importante, pues era necesario cumplir con un calendario establecido teniendo en cuenta que las encuestas entomológicas posteriores están condicionadas por el ciclo biológico del triatmino.

## 6 CONCLUSIÓN

Afrontar la problemática del mejoramiento de viviendas pasa necesariamente por aprovechar los recursos locales tanto materiales como humanos. Esto, además de hacer viables y sostenibles las actuaciones, hará que sean perdurables en el tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Bern, C. (2015). Chagas'disease. *The New England Journal of Medicine*, 373: 456-466.
- Gurtler R. E.; Kitron U.; Cecere M. C.; Segura, E. .L; Cohen, J. E. (2007). Sustainable vector control and management of Chagas disease in the Gran Chaco, Argentina. *USA: PNAS*, 104 (41), p.16194-16199
- Lardeux, F.; Depickere, S; Aliaga Chavez, T; Zambrana, L. (2015). Experimental control of *Triatoma infestans* in poor rural villages of Bolivia through community participation. *Transactions of the Royal Society Tropical Medicine and Hygiene*, 109(2): 150-158. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25604766>
- Machaca G. C. (2013). La participación social en la educación de Bolivia en el contexto de la implementación de la EIB (2007). Cochabamba, Bolivia: FUNPROEIB Andes.
- Ríos, S. et al. (1994). Control de la enfermedad de Chagas por la vía del mejoramiento de la vivienda. Tres Volúmenes. Asunción, Paraguay: Centro de Tecnología Apropiaada de la Universidad Católica e Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Asunción
- Rojas de Arias, A; Lehane, M. J.; Schofield, C. J., Fournet, A, (2003). Comparative evaluation of pyrethroid insecticide formulations against *Triatoma infestans* (Klug): residual efficacy on four substrates. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 98: 975-980.
- Samuels A. M. et al. (2013). Epidemiology of and impact of insecticide spraying on Chagas disease in communities in the Bolivian Chaco. *PLoS Negl Trop Dis* 7(8): e2358. Disponible en <https://malarijournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12936-016-1349-8>
- Tusting LS, Willey B, Lines J (2016). Building malaria out: improving health in the home. *Malaria Journal* 15: 320.
- World Health Organization (WHO, 2014). Global burden of disease estimates for 2000–2012. Recuperado de [http://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/estimates/en/index2.html](http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates/en/index2.html).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Don Ernesto Arteaga, el *mburuvicha* de Itanambikua, al Dr. Orin Courtenay, Arq. Giusi Meli, Arq. Vittorio Zolezzi, Lic. Alba Lucia Morales, Dr. Diego Weinberg, Dr. Edson Saenz y los albañiles del equipo; Don Delfín Curinda, Don Carlos Rivero, Don Marcelo Sánchez, Don Adrian Villa, y Don Guido Ballay y los pobladores de la comunidad de Itanambikua.

## AUTORES

Daniel Landívar, constructor con 20 años de experiencia, 7 de los cuales vinculados a proyectos de cooperación. Especializado en el uso de materiales naturales disponibles en el entorno.

Raquel Gonçalves, estudiante de doctorado en ciencias biológicas, Universidad de Warwick, Reino Unido (2014-presente) Programa Ciencias sem Fronteiras CNPq.

Caryn Bern, médica y epidemióloga, profesora en el Departamento de Epidemiología y Estadística, Universidad de California San Francisco, San Francisco CA, EEUU (2012-presente); medica-epidemióloga, Centros de Control y Prevención de Enfermedades (U.S.CDC), Atlanta GA EEUU (1990-2011).