

**WORLD HEALTH ORGANIZATION
UNDP/WORLD BANK/WHO SPECIAL PROGRAMME TDR**

Protocolo de evaluación de efecto insecticida en *Triatoma infestans*

1.- Evaluación de actividad insecticida al nivel de laboratorio

- 1.1. Material biológico.
- 1.2. Aplicación tópica de principios activos insecticidas
- 1.3. Exposición a superficies tratadas con insecticidas formulados
- 1.4. Efecto residual de insecticidas formulados sobre distintos soportes
- 1.5. Criterio de muerte.
- 1.6. Análisis estadístico de los resultados.

2.- Monitoreo de resistencia

- 2.1. A campo
 - 2.1.1. Material biológico
 - 2.1.2. Determinación y aplicación de dosis discriminante.
- 2.2. En laboratorio
 - 2.2.1. Material biológico
 - 2.2.2. Línea de base de susceptibilidad de insectos de campo y de laboratorio.
 - 2.2.3. Determinación y aplicación de dosis discriminante.
 - 2.2.4. Determinación de grado de resistencia.

3. Evaluación de actividad insecticida en campo

- 3.1. Requerimiento
- 3.2. Selección de muestra de casas
 - 3.2.1. Infestación
 - 3.2.2. Tipo de vivienda
- 3.3. Tamaño de muestra de casas
- 3.4. Evaluación
 - 3.4.1. Métodos de evaluación
 - 3.4.2. Criterios de infestación
 - 3.4.3. Frecuencia de evaluaciones
 - 3.4.4. Bioensayo
- 3.5. Operación
- 3.6. Determinación de dosis
- 3.7. Determinación de resistencia en poblaciones de campo

1. Evaluación de actividad insecticida a nivel de laboratorio

1.1. Material biológico.

1.1.a. *Triatoma infestans*.

Se usan insectos provenientes de una cepa susceptible de *Triatoma infestans* criada en laboratorio en condiciones ambientales constantes: 25-30°C, 50-70 % HR y foto período 12:12 h. Los intervalos entre comidas no deberán ser mayores a 15 días.

Se considera cepa susceptible a una colonia establecida en laboratorio (por lo menos 5 generaciones sin aporte de material externo) o una colonia iniciada por recolección de material de campo en zonas donde no hubo aplicación de insecticidas (por lo menos en 5 años).

Para los ensayos toxicológicos se usan ninfas V de 15-20 días en el estadio y 7 días de ayuno. Por ejemplo, se seleccionan ninfas V recién mudadas, a los 7-8 días se alimentan y 7-8 días después se utilizan en el ensayo (en estas circunstancias el peso de las ninfas es 140 ± 20 Mg.)

1.1.b. Otras especies de Triatominos.

Para cada especie de triatomo a utilizar, es necesario definir las condiciones ideales de cría y estandarizar las ninfas a utilizar en el bioensayo.

1.2. Aplicación tópica de principios activos insecticidas.

Se usan ninfas V según lo descrito en 1.1.

Se realiza la aplicación tópica de 1 μ l de solución acetónica del principio activo insecticida, en la parte dorsal del abdomen de cada insecto, con un microaplicador (por ejemplo: "*Arnold Hand Microapplicator Burkard, Rickmansworth, Herts, England*" o "*Microliter Syringe Hamilton 50 μ l con Repeating Dispenser, Hamilton Co*"). Se utilizan no menos de 10 ninfas por dosis y por repetición. En un primer ensayo se usan 4 niveles de dosis con un factor 1/10 entre cada dosis y en los ensayos finales se usan 4 niveles de dosis intermedias que lleven a por lo menos 3 puntos que registren entre 10 y 90 % de mortalidad.

Se tratan grupos de 10 insectos controles con el mismo volumen de acetona para análisis. Los insectos se colocan en recipientes de boca ancha con papel plegado en su interior y cubierto con tela gasa. Se registra mortalidad a las 72 horas.

Se utilizan los datos de mortalidad a las 72 horas para el cálculo de los parámetros estadísticos DL50 y DL95 y los respectivos intervalos de confianza. Todos los parámetros se expresarán en μ g / insecto.

Deben realizarse al menos tres réplicas independientes de cada ensayo en distintos días.

Las condiciones ambientales post-tratamiento son 25 - 30°C y 50 - 70% HR.

1.3. Exposición a superficies tratadas con insecticidas formulados.

Se usan superficies circulares de vidrio plano y discos de papel de filtro cualitativo Whatman N° 1.

Las superficies se impregnan en forma homogénea mediante pipeta y en forma espiralada hacia el centro, con un volumen tal que 16 μ l de dilución acuosa del formulado impregnen 1 cm² de superficie. Por ejemplo, para una superficie de 9 cm de diámetro (64 cm²) se utilizará 1 ml de solución de formulado.

Se deja evaporar durante 24 horas.

Se exponen durante 60 minutos, por lo menos 10 ninfas V seleccionadas según 1.1.

Los insectos se pasan a recipientes limpios con papeles plegados y se registra la mortalidad a las 72 horas. Con los datos de mortalidad a las 72 horas se calculan los parámetros estadísticos CL50 y CL95 en μ g/cm² con sus respectivos intervalos de confianza.

Los ensayos se realizan al menos por triplicado independiente en distintos días.

Las condiciones ambientales post-tratamiento son 25 - 30°C y 50 - 70% HR.

1.4. Efecto residual de insecticidas formulados sobre distintas superficies.

Se impregnan superficies de vidrio o papel según 1.3, con la dilución del formulado insecticida tal que la concentración de principio activo sobre la superficie sea la recomendada para el control en campo.

A las 24 horas y luego una vez por mes se exponen durante 1 hora a las superficies tratadas, grupos de al menos 10 ninfas V, seleccionadas según 1.1.

Se registra la mortalidad a 72 horas. Se continúa el procedimiento según 1.3.

El efecto residual se informa como porcentaje de mortalidad en función del tiempo de envejecimiento del insecticida formulado en la superficie.

Esta metodología podrá ser adaptada a cualquier otra superficie en que interese evaluar efecto residual, dependiendo de las superficies más frecuentes en las áreas endémicas de cada país.

1.5. Criterio de muerte

Muchos insecticidas, como por ejemplo los piretroides, producen una gama de efectos que van desde la incoordinación hasta el volteo, pasando por una serie de etapas intermedias que hacen muy difícil el diagnóstico "vivo o muerto". En un intento por calificar estos insectos afectados y para unificar el diagnóstico se ha considerado el siguiente criterio de muerte:

Se considera 'muerto' el insecto que colocado sobre un papel de filtro no tiene actividad locomotora propia, ya sea en forma espontánea o cuando es estimulado con un pincel o una pinza.

1.6. Análisis estadístico de los resultados

Con los datos de porcentaje de mortalidad a 72 hs en función de dosis o concentración, se calcula el parámetro estadístico DL 50 ó CL 50, según método probit (Litchfield J. & Wilcoxon E., *J.Exp. Therap.* 96, 99 (1949))

Se recomienda unificar la metodología de cálculo de los parámetros estadísticos en un programa que seleccione y distribuya OMS - OPS.

En caso de no contarse con computadora se utilizará la metodología manual según papel probit descrita por Lichfield & Wilcoxon (cita anterior).

2.- Monitoreo de resistencia

2.1. A campo

2.1.1. Material biológico

Se usan ninfas V de *T.infestans* recolectadas en zonas donde se quiere monitorear resistencia.

2.1.2. Determinación y aplicación de dosis discriminante.

Se determina en laboratorio la línea de base de susceptibilidad de ninfas V de cepa susceptible (definida según 1.1). Se utiliza la metodología de exposición de insectos a papeles de filtro impregnados con distintas concentraciones de principios activos insecticidas disueltos en aceite de oliva (fosforados y carbamatos) o en aceite de silicona (piretroides). Para aplicar estas soluciones a papeles de filtro se realizan diluciones de cada concentración con 4 veces su volumen de acetona. Con estas diluciones de principio activo en aceite de oliva - acetona se impregna discos de papel de filtro (según 1.3.) de forma tal que la cantidad de aceite en cada papel es la misma y sólo varía la cantidad de principio activo insecticida. La cantidad de aceite final en el papel debe ser 3,7 Mg. aceite/cm² de papel tratado. Ejemplo: se pesa 1 mg de principio activo insecticida, se agrega 0,25 ml de aceite y 1ml de acetona para impregnar

un disco de papel de filtro de 9 cm de diámetro (64 cm² de superficie). En este caso la concentración final de principio activo en el papel es 15,6 µg /cm².

Se establece la concentración discriminante como la CL99 obtenida de la curva concentración versus mortalidad según 1.7.

Se exponen grupos de no menos de 10 ninfas V durante 60 minutos a la concentración discriminante. La supervivencia reiterada (por lo menos 1 superviviente en dos de tres ensayos) indica un posible fenómeno de resistencia con sólo 3% de probabilidad de error. De ser así se realizará una determinación del grado de resistencia en laboratorio.

2.2. En laboratorio

2.2.1. Material biológico

Se usan ninfas I provenientes de la colonia susceptible de laboratorio, y de la primera generación (F1) del material recolectado a campo. El uso de la F1 del material recolectado a campo permite evaluar si la resistencia detectada tiene origen genético. Se usan ninfas I de la F1 para acortar la demora entre el momento de recolección de material a campo y la realización del ensayo.

En ambos casos las ninfas I tienen 5-7 días de edad y están ayunadas desde la eclosión (en estas circunstancias el peso es 1,2 +/- 0,2 mg.)

2.2.2. Línea de base de susceptibilidad

Se usan ninfas I provenientes de la cepa susceptible (según 1.1) y se seleccionan según 2.2.1. Se determina la curva dosis-mortalidad del principio activo insecticida por el método de aplicación tópica según 1.2., pero con un volumen de aplicación de 0,2 µl.

2.2.3. Determinación y aplicación de dosis discriminante

Según la línea base de susceptibilidad determinada de acuerdo a 2.2.2., se establece una dosis discriminante equivalente a la DL 99 de la cepa susceptible.

No menos de 10 ninfas I descendientes de insectos recolectados en campo (F1), se exponen a la dosis discriminante.

La supervivencia reiterada (por lo menos un superviviente en dos de 3 ensayos) de los insectos expuestos indica desarrollo de resistencia y justifica la determinación de grado de resistencia.

2.2.4. Determinación de grado de resistencia.

Se determinan las DL 50 según 2.2.2. para ninfas I de cepas susceptible y salvaje resistente.

Se establece el grado de resistencia de cada muestra según:

$$G.R = \frac{DL\ 50\ Cepa\ Salvaje}{DL\ 50\ Cepa\ Susceptible}$$

Cuanto mayor sea el GR mayor será la magnitud de la resistencia.

Recomendación :

Implementar un programa de aplicación de estos protocolos con uno o más insecticidas seleccionados en laboratorios de América Latina que dispongan de colonias de triatominos en cría. Esto a los fines de evaluar la aplicabilidad de los protocolos elaborados y realizar un metaanálisis estadístico de la dispersión de los resultados obtenidos.

3. Evaluación de actividad insecticida en campo

3.1. Requerimiento

Definir la probable dosis de aplicación a campo teniendo en cuenta los resultados obtenidos en laboratorio sobre la actividad y la residualidad de las formulaciones sobre distintas superficies que se pueden encontrar en campo.

3.2. Selección de casas a muestrear

3.2.1. Infestación

- a. Determinar el porcentaje de casas infestadas en el intra y peridomicilio, definiendo la especie o especies de triatominos objetivo de control.
- b. Estimar la densidad poblacional de triatominos de la especie en estudio por unidad domiciliaria, tratando por separado intra y peridomicilio.

3.2.2. Tipo de vivienda

a. Intradomicilio: La selección se hará de acuerdo a los objetivos experimentales. En general, para la evaluación de diferentes insecticidas o diferentes formulaciones de distintos insecticidas, es importante definir los tipos de materiales de construcción más frecuentes y asociados al lugar preferentemente colonizado por el insecto (pared, techo, etc.).

En el caso de *T. infestans*, encontrada frecuentemente en paredes de la vivienda, si hubiera una gran variabilidad en los materiales de construcción, habría que seleccionar para cada grupo experimental números similares de viviendas de cada tipo : adobe, barro, mampostería, etc.

Si el investigador pretende además evaluar los efectos de distintas superficies sobre el efecto insecticida debe elegir números semejantes de las distintas superficies. Se debe considerar que la inclusión de más de un factor en el experimento, tiene como consecuencia un aumento en el tamaño de las muestras (número de viviendas) a utilizar.

b. Peridomicilio: Si el objetivo del experimento es evaluar la acción del producto sobre las infestaciones peridomiciliarias, entonces se deberán adoptar criterios semejantes a los descritos para el intradomicilio (presencia de gallineros, conejeras, corrales, etc.)

3.3. Tamaño de la muestra

Tratamiento o grupo experimental: Incluye el efecto del factor o combinación de factores a estudiar en el experimento. Ejemplo: Si se quiere estudiar el efecto de tres insecticidas distintos, deberán seleccionarse tres grupos experimentales o tratamientos. Si se pretende estudiar el efecto de tres insecticidas distintos sobre tres tipos diferentes de superficies de paredes, habrá que seleccionar nueve grupos experimentales o tratamientos.

En todos los casos se recomienda (dentro de lo posible) que exista un grupo experimental control, tratado con un insecticida en formulación y dosis con resultados conocidos para el área de trabajo seleccionada para el experimento.

Como mínimo recomendable que permita mantener una muestra suficientemente grande para lograr una evaluación significativa a través de la experiencia (que puede durar un año o más), el estudio debería comenzar con grupos de 30 a 50 casas infestadas por tratamiento. De esta manera se asegura que al menos 20 casas infestadas al inicio alcancen el final de la prueba.

Si el objetivo es determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos se aplica la fórmula derivada de la prueba para diferencias de proporciones (Fleiss J.L.,

Statistical methods for rates and proportions, 2^o edición, Wiley, pag 262, 1981). Fleiss presenta tablas que permiten calcular los tamaños muestrales necesarios para distintos valores de proporciones, α y β .

En el siguiente ejemplo, se consideran proporciones de reinfestación variables, para uno de los tratamientos ($p_1 = 0,3 - 0,6$) frente a una proporción de reinfestación fija ($p_2 = 0,1$) del tratamiento estandar.

Número mínimo de viviendas infestadas necesario en cada grupo experimental, para detectar una diferencia significativa mínima entre las proporciones de reinfestación alcanzados luego de dos tratamientos alternativos. Cálculos basados en un $\alpha = 5\%$ y un $\beta = 20\%$.

proporción de reinfestación esperada *		Nº mínimo necesario de casas infestadas por grupo*
Trat. nuevo	Trat. estandar	
$p_1 = 0,3$	$p_2 = 0,1$	71
$p_1 = 0,4$	$p_2 = 0,1$	38
$p_1 = 0,5$	$p_2 = 0,1$	24
$p_1 = 0,6$	$p_2 = 0,1$	17

* al tiempo t post-intervención

Cuando no fuera posible obtener una evaluación de infestación inicial casa por casa es recomendable considerar un número suficientemente grande de viviendas que permita asegurar el número de casas infestadas deseado. Por ejemplo, en un área con 30-40 % de casas infestadas se puede tomar una muestra de 150 casas por grupo experimental.

Es también importante tener en cuenta si la infestación es intra o peridomiciliaria para asegurar grupos similares de infestacion para cada tratamiento.

Para poder comparar dos o más tratamientos con insecticidas, la selección de casas en un área experimental puede seguir una distribución por grupos de casas contiguas (bloques) o localidades o bien una distribución al azar. Esta última tiene la ventaja de distribuir el efecto de factores no controlados en forma equitativa entre todos los grupos experimentales por ejemplo: tipos de construcción, presión de reinfestación y hábitos de los habitantes.

Por otro lado, el muestreo al azar requiere un planeamiento y supervisión muy estrictos y una identificación muy clara de cada una de las viviendas para evitar confusiones, lo que puede tornar muy complicada esta metodología. Si en la localidad hay evidencias de que existen grupos de viviendas con características diferenciales de peridomicilio, tipo de construcción, grado de infestación, etc., entonces sería recomendable realizar un muestreo aleatorio estratificado. Cada estrato consiste en un grupo aproximadamente homogéneo de viviendas con algunas características comparables; por ejemplo, casas con pared de barro ó casas con pared de mampostería. Los tratamientos se asignan aleatoriamente dentro de cada estrato.

El muestreo por bloques o localidades para cada uno de los tratamientos necesita cuidados para asegurar homogeneidad entre ellos con respecto a las características de las viviendas y de los datos entomológicos pre tratamiento. La ventaja de este diseño es que no se produce interferencia entre los grupos debida a la falla de alguno de los tratamientos. Si fuera posible, sería conveniente elegir varios bloques distribuidos a lo largo de todo el área experimental.

3.4. Evaluación

3.4.1. Métodos de evaluación

a.- Captura por hora / hombre

Consiste en la captura de triatominos vivos por uno o dos hombres entrenados, equipados con linterna y pinzas y un agente expurgante como el piretro ó la tetrametrina.

El tiempo de búsqueda puede variar de 10 minutos a una hora por casa. Al final se calcula el número de triatominos capturados por una hora/hombre.

b.- Métodos continuos de detección

I.- Cajas de cartón perforadas con papel plegado en su interior (cajas de Gomez Nuñez, sensores María, Serena, etc) u hojas de papel o almanaques, pegados a la pared (dos por habitación). Se inspeccionan periódicamente en busca de señales de triatominos (deyecciones, exuvias, huevos y los propios triatominos vivos o muertos)

II.- Captura por los moradores

Cualquiera de los tres métodos (captura por hora/ hombre, cajas de cartón y/o captura por los moradores) pueden ser utilizados para la evaluación, pero se sugiere que al menos se utilicen dos métodos, de los cuales uno sería la captura por hora / hombre y que se realice antes del rociado y a los tres, seis y doce meses después del rociado, siguiéndose cada seis meses mientras es necesario.

3.4.2. Criterios de Infestación

Se considera que una casa está infestada ante el hallazgo de un triatominos vivo (ninfa o adulto) o de huevos embrionados de la especie objetivo de control.

Pueden ser calculados tres índices :

$$a.- \text{índice de infestación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ casas infestadas con triatominos}}{\text{N}^\circ \text{ casas examinadas}} \times 100$$

$$b.- \text{índice de colonización} = \frac{\text{N}^\circ \text{ casas con ninfas}}{\text{N}^\circ \text{ casas con triatominos}} \times 100$$

$$c.- \text{índice de densidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ insectos capturados (hora/ hombre)}}{\text{N}^\circ \text{ casas infestadas (hora/hombre)}}$$

3.4.3. Frecuencia de evaluaciones

Se recomienda realizar evaluaciones cada tres meses con un mínimo de evaluaciones a los tres, seis y doce meses y posteriormente cada seis meses. Se continúa hasta que el índice de colonización se halle por encima del 30%.

Si hubiera casas recolonizadas antes de la finalización de la experiencia, se las vuelve a tratar, pero se las considera que permanecen como reinfestadas hasta el final del estudio.

3.4.4. Bioensayo

Se utilizan 10 ninfas V alimentadas a repleción una semana antes, colocadas en conos de material transparente (del tipo de los utilizados para ensayos con mosquitos según OMS) en contacto con las superficies tratadas (por lo menos dos conos por tipo de superficie y por grupo de tratamiento).

El tiempo de exposición a la pared es de 72 hs. y la determinación de la mortalidad se realiza tres días después de la transferencia de insectos a recipientes limpios.

Se consideran a los insectos volteados como muertos según 1.5.

3.5. Operación

Antes de la aplicación de insecticidas debe sacarse del domicilio todo alimento, agua, utensilios de cocina y animales domésticos. Los muebles pesados deben ser separados de las paredes. El rociado debe alcanzar todas las partes de las paredes, debajo del techo, marcos de camas y partes traseras de muebles.

Se utilizan bombas Hudson-X-Pert o bombas manuales de presión constante, equipadas con manómetro capaz de medir hasta 60 psi, adaptadas con pico tipo Teejet 8002 o similar y que producen flujo de 750-800 ml/min a unos 50 psi. El rociado se realiza a una distancia de 45 cm de la superficie, resultando una franja rociada de 70-75 cm de ancho, superpuesta 5-10 cm de cada lado.

La velocidad de aplicación deberá ser 0,4-0,5 m/seg . En condiciones ideales se esperaría una velocidad de rociado de 35-45 ml/m² de la formulación diluida. Una carga de una bomba de 10 litros serviría para tratar 250 m². Teniendo en cuenta el porcentaje de ingrediente activo, se puede calcular la cantidad de formulación (F) necesaria para una carga.

$$F \text{ (g o ml)} = \frac{\text{dosis target (g. a. i.)} \times 250 \text{ (m}^2 \text{ estimados por bomba)}}{\text{concentración (\% formulación)}} \times 100$$

En el caso de técnicas nuevas de aplicación, hay que adaptarse a especificaciones del fabricante.

3.6. Determinación de dosis

La forma más común de controlar el dosaje aplicado depende de la calibración de las bombas (ml/min) y del entrenamiento del rociador para aplicar a velocidad constante y a distancia apropiada de la pared. No siempre la aplicación es homogénea ni la dosis aplicada es la real.

La forma más común de calcular la dosis real es tener en cuenta el volumen del insecticida diluido utilizado dividido por los metros cuadrados rociados. Otro método utilizado se basa en el análisis químico del insecticida depositado sobre las paredes.

3.7. Detección de resistencia en poblaciones de campo

Es necesario realizar un monitoreo de resistencia en áreas tratadas frecuentemente con insecticidas o donde se observan fallas en las campañas de control.

a. Captura de insectos

Se capturan triatominos en el estado de ninfa V.

b. Medición de resistencia

Se recomienda el uso de papeles impregnados con dosis diagnóstico, exponiendo ninfas V recolectados en el área y evaluadas según 2.1.2.

Anexo I: EVALUACION ECONOMICA

I. Metodología propuesta.

La metodología propuesta se basa en el análisis COSTO - EFECTIVIDAD que consiste en conocer cuánto cuesta obtener cada unidad del objetivo buscado para cada una de las intervenciones.

Se deben seguir los siguientes pasos:

1. Cuantificación de los costos de cada intervención
2. Cuantificación de la efectividad de cada intervención
3. Obtención del cociente COSTO - EFECTIVIDAD para cada intervención.

II. Cuantificación del coeficiente COSTO - EFECTIVIDAD

Se procederá a dividir, para cada intervención, el costo total actualizado entre el número total corregido de casas sobrevivientes. Ello nos arrojará los coeficientes costo - efectividad para cada una de las intervenciones. Como ejemplo:

$$\text{Costo Total / Casa/ Año de Protección} = \frac{\text{MA} + \text{SU} + \text{SP} + \text{IN} + (\text{SU} + \text{X}\% \text{SP} + \text{X}\% \text{IN}) \text{ n} \times 12}{\text{MO}}$$

donde: MA: Costo de Mapeo

SU: Costo de Vigilancia

SP: Costo de Fumigación

IN: Costo de Insecticida

X: Porcentaje de Casas para Tratarse por Tratamiento Selectivo

n: Número de Tratamientos Selectivos Necesarios Para Mantener un Nivel de Control de $\geq 90\%$ durante al menos un año.

MO: Meses con $\geq 90\%$ de Control.

Anexo II : Ejemplo de determinación de costos en Brasil.

Información básica sobre la determinación de costos operacionales del control de triatomas en Brasil.

1. STAFF

1 a. Equipo/ grupo de campo (100 % del tiempo)

		Ingreso/trabajador
3 Guardias	Salario	U\$S 96,00
1 Jefe de guardia	Beneficios	U\$S 40,30
1 Chofer	Perdium	U\$S 11,85 x 20
	total	U\$S 373,40 x 5(equipo)=
		U\$S 1.867,00

1 b. Supervision y equipo de servicios técnicos (25% del tiempo)

1 Inspector		
1 Chofer	<u>U\$S 373,4 x 3 x 25=</u>	280,0 ó 373,40*
1 Técnico	100	
2 para vigilancia*		

2. Transporte

2 a. Combustible para 100 km/día (3 km/litro a aproximadamente U\$S 0.5/litro).

2 b. Mantenimiento y devaluación de los vehículos correspondiente al 100% de 2a-US\$ 416,00 al mes.

Teniendo en cuenta esta información fue posible calcular los costos operacionales para cada casa tratada y para las varias actividades realizadas durante las campañas, de acuerdo a la metodología de SUCAM. Por ejemplo: mapeo, vigilancia, rociados, evaluaciones postratamiento y tratamientos selectivos:

COSTO OPERACIONALES POR CASA

1. MAPEO

8 casas/hombre/día durante 20 días/mes = 480 casas/mes

Salario del equipo de campo	US\$ 1867,00
Supervisión y técnica	US\$ 280,00
Transporte	US\$ 832,00
total	US\$ 2979,00: US\$ 6,2/casa

2. VIGILANCIA

6 casas/hombre/día= 360 casas/mes

Salario del equipo de campo	US\$ 1.867,00
Supervisión y técnica	US\$ 373,00
Transporte	US\$ 832,00
total	US\$ 3.072,00: US\$ 8,5/casa

3. ROCIADO

4 casas/ hombre/ día= 240 casas/ mes

Salario del equipo de campo	US\$ 1.867,00
Supervisión y técnica	US\$ 280,00
Transporte	US\$ 832,00
total	US\$ 2.979,00: US\$ 6,2/casa

4. EVALUACION DESPUES DEL TRATAMIENTO + TRATAMIENTO SELECTIVO (X% de las casas)

Costo de vigilancia + X% del costo de rociado + X% del costo de insecticida/casa (generalmente más barato que el costo de rociado de todas las casas sin vigilancia).

Para calcular el costo medio del insecticida rociado en cada casa, para cada tratamiento grupal, la siguiente fórmula y parámetros fueron considerados.

COSTO DE INSECTICIDA/CASA

Costo de insecticida/casa= $\frac{\text{dosis} \times \text{área tratada} \times \text{precio de la fórmula}}{\text{concentración} \times 10}$

Dosis: g.i.a./m²

Area tratada: área tratada promedio de unidades domiciliarias. (250m² en este ensayo)

Precio: en US\$/ kg o litro de formulación

Concentración: de la fórmula antes de diluir

EG: BHC

Dosis: 0,8 g

Area: 250 m²

Precio: US\$ 4,00

Concentración: 30 %

Costo: $\frac{0,8 \times 250 \times 4,0}{30 \times 10} = \text{US\$ } 2,7/\text{casa}$

Finalmente, la fórmula para el costo total de cada casa que va a ser mantenida libre de infestación durante el período de un año, puede ser desarrollado así:

COSTO TOTAL/ CASA /PROTECCION POR UN AÑO

$$\text{Costo/casa/año: } \frac{\text{MA} + \text{SU} + \text{SP} + \text{IN} + (\text{SU} + X\% \text{ SP} + X\% \text{ IN}) n \times 12}{\text{MO}}$$

MA: Mapeo= 6,2 (US\$/casa)

SU: Vigilancia = 8,5 (US\$/casa)

SP: Rociado = 12,8 (US\$/casa)

IN: Costo de insecticida/casa

X: porcentaje de casas a ser tratada en tratamientos selectivos

n: número de tratamientos selectivos necesarios para mantener control mayor o igual al 90% por lo menos por un año.

MO: Meses con alrededor del 90% control

EG :HCH

$$\text{costo/casa: } \frac{6,2 + 8,5 + 12,8 + 2,7 + (8,5 + 0,38 \times 12,8 + 0,38 \times 2,7) \times 3 \times 12}{12} = \text{US\$ } 73,4$$