



Organización Panamericana de la Salud



Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud

OPS/DPC/CD/276/03
Original: Español

Iniciativa de Salud del Cono Sur (INCOSUR)

Guía para muestreo en actividades de vigilancia y control vectorial de la enfermedad de Chagas



Este documento no es una publicación formal de la Organización Panamericana de la Salud; sin embargo la Organización se reserva todos los derechos. El documento puede ser comentado, resumido, reproducido o traducido en parte o en su totalidad, pero no para la venta ni con fines comerciales. Las opiniones cuyos autores se mencionan son de exclusiva responsabilidad de dichos autores.



**Organización
Panamericana
de la Salud**

*Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud*



Guía para muestreo en actividades de vigilancia y control vectorial de la enfermedad de Chagas

Antônio Carlos Silveira

Odécio Sanches

diciembre de 2003

Índice

I.	Introducción.....	5
II.	Pesquisa entomológica por muestreo: Situaciones en que estaría indicada; Parámetros e Indicadores	7
II.1.	Establecimiento de líneas de base	7
II.2.	Evaluación de impacto del tratamiento químico domiciliar, seguimiento de rutina y vigilancia.....	8
II.3.	Evaluación de cumplimiento de la meta de interrupción de la transmisión vectorial	9
II.4.	Evaluación de cumplimiento de la meta de eliminación del vector	10
III.	Encuestas de seroprevalencia por muestreo: Situaciones en que estarían indicadas; Parámetros e Indicadores.	11
III.1.	Establecimiento de líneas de base	11
III.2.	Evaluación de impacto del control	11
III.3.	Demostración de la interrupción de la transmisión	12
IV.	Muestreo.....	13
IV.1.	Consideraciones generales: Muestra probabilística y por qué utilizarla.....	13
IV.2.	Algunos planes de muestra probabilística simple.....	13
IV.2.i.	Muestreo casual simple (m.c.s.), o aleatorio simple	13
IV.2.ii.	Muestreo sistemático	14
IV.2.iii.	Muestreo estratificado casual simple	15
IV.2.iv.	Muestreo por conglomerados	15
IV.3.	La cuestión estadística del tamaño de la muestra.....	16
IV.3.i.	¿Existe un tamaño de muestra que sea infalible?	16
IV.3.ii.	¿Que es lo que se pretende?	17
IV.3.iii.	Parámetros estadísticos fijados para la construcción de las tablas de tamaño de las muestras	
	18	
IV.4.	Planes de Muestreo	19
IV.4.i.	Estimación de los Índices de Dispersión (I.D), Infestación (I.I) y Seroprevalencia (P) para establecer líneas de base.....	19

IV.4.ii. Estimación de los Índices de Dispersión (I.D). e Infestación (I.I). en la rutina de operaciones y vigilancia 20

Estimación del Índice de Dispersión (I.D.) en localidades negativas de áreas bajo acciones de control; Informaciones existentes; Ilustración a través de ejemplo..... 20

Estimación del Índice de Infestación (I.I.) en áreas bajo acciones de control. Muestreo casual simple (o equivalente) de domicilios para la estimación de infestación en una localidad... 23

IV.4.iii. Estimación de la Seroprevalencia (P) en áreas bajo control a partir de encuestas serológicas 26

Estimación de Seroprevalencia (P) de la infección humana en la evaluación de impacto del control y en la demostración de la interrupción de la transmisión 26

IV.4. 3.b. Ilustración de muestreo estratificado, con partición proporcional, para muestreo de escolares en el grupo de edad de 7 a 14 años 28

V. **Aplicación de técnicas de muestreo en la práctica de los programas de control de la enfermedad de Chagas..... 35**

VI. **Apéndices 41**

Apéndice 1: Indicadores entomológicos de uso corriente * 41

Apéndice 2: Empleo de guía telefónica en sustitución a una Tabla de Dígitos Aleatorios..... 42

VII. **Referencias bibliográficas..... 44**

Bibliografía Recomendada..... 45

Textos clásicos y completos 45

Textos para estudios iniciales..... 45

I. Introducción

El propósito de un estudio estadístico es extraer información sobre una población. Una vez sea la población grande y no siendo posible, o justificable — en la mayor parte de los casos — estudiarla integralmente, las conclusiones deben ser derivadas del examen de solamente una parte de ella.

Así, levantamientos por muestreo son empleados para buscar informaciones sobre poblaciones o grupos poblacionales específicos, para los cuales un levantamiento por cobertura total o censo es impracticable, sea por el tamaño de la población, sea por su dispersión en grandes áreas, lo que demanda demasiado tiempo y elevados costos financieros.

En la vigilancia y control de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas, son varias las situaciones en que técnicas de muestreo pueden ofrecer información suficiente y confiable para orientar las acciones. Eso significa mayor racionalidad de las operaciones y reducción de los costos. En la práctica no es infrecuente ese tipo de abordaje, pero pocas veces se lo hace en bases epidemiológicas y estadísticas seguras.

La racionalidad de la operación depende básicamente de la selectividad de las intervenciones. El grado de selectividad posible está limitado por el hecho de que las técnicas corrientes de pesquisa entomológica ofrecen baja sensibilidad, sobretodo en situaciones en que la densidad vectorial es pequeña o mínima, como suele suceder en fases avanzadas de control. Ese supuesto debe ser imprescindiblemente considerado en la planificación del control, en el alcance de la búsqueda y en la constancia de la vigilancia sobre el vector domiciliado.

Por el hecho de que la detección del vector depende casi siempre de una densidad crítica de las poblaciones existentes, el monitoreo sobre áreas consideradas en algún momento negativas pero consideradas de riesgo — por el tipo de habitación existente, por su proximidad física con áreas infestadas, o otras condiciones — es absolutamente obligatorio. De otra parte no hace sentido que todas las unidades domiciliarias de todas las localidades, negativas en levantamientos entomológicos hechos por censo, se mantengan bajo intervención rutinaria y con integral cobertura.

También en el caso de estudios de seroprevalencia, que sirven para dimensionar el problema o para la evaluación de resultados, no es justificable que incluyan toda la población.

Esas son las razones que respaldan la proposición y producción de esa *Guía para muestreo en actividades de vigilancia y control vectorial de la enfermedad de Chagas*.

El planeamiento y ejecución de un levantamiento a través de muestreo, en su plenitud, es un complejo de actividades que empieza por la definición de los objetivos, la población de interés, los parámetros que serán estimados (levantamientos descriptivos) o comparados (levantamientos analíticos), definición y especificación de los instrumentos de medida y/o observación, definición y entrenamiento de las equipos para el trabajo de campo, supervisión, logística, además del planeamiento y seguimiento administrativo.

En función de la exigencia de simplicidad y brevedad de esa guía, que se pretende pueda tener uso irrestricto por el personal de operación de los programas de control, no especialista en los aspectos técnicos y en técnicas de muestreo, toda la complejidad del levantamiento por muestreo probabilístico no será abordada. Por eso mismo, fueron evitados temas como la presentación de resultados simples, como las expresiones de estimadores de error padrón, necesarios para la construcción de intervalos de confianza o para la realización de testes de hipótesis.

Por la intencional simplicidad del texto, en los aspectos de muestreo, no fueron citadas referencias específicas. Para los lectores o usuarios interesados en ampliar el conocimiento sobre el contenido de esta guía se presenta al final un conjunto de publicaciones, que se recomienda para eventual consulta.

II. Pesquisa entomológica por muestreo: Situaciones en que estaría indicada; Parámetros e Indicadores

II.1. Establecimiento de líneas de base

La pesquisa entomológica es la base para toda la intervención de control sobre la transmisión natural de la enfermedad de Chagas. El vector es el único elemento constituyente de la cadena de transmisión vulnerable al control, o a la tecnología hasta aquí disponible de control.

Conocer cual es el vector, donde está, en que extensión y con que frecuencia está presente en la habitación humana, es condición absolutamente imprescindible para la programación de las actividades de control.

Eso se hace inicialmente en levantamientos triatomínicos previos a cualquier intervención ofensiva con el tratamiento químico domiciliar o, eventualmente, cuando indicado, con el manejo físico de la habitación. En la fase más inicial se establecen las *líneas de base*, que sirven para precisar el área a ser objeto de las intervenciones y para que se disponga de un parámetro inicial de medida del impacto de las acciones de control, a partir de la determinación de un conjunto de indicadores entomológicos de empleo ya consagrado^{2,4,13,14} (en anexo, se presentan estos indicadores, y los datos necesarios para su construcción). Con base en la importancia mayor o menor que tienen para las operaciones de control, podrían ser categorizados en:

- i) **esenciales**, o mínimamente necesarios: *dispersión* y *infestación* — preferentemente discriminada para el intradomicilio (casa) y peridomicilio (anexos diversos y sitios en el entorno de la casa que pueden proporcionar condiciones de abrigo para los vectores);
- ii) **útiles** o convenientes: tasas de *infección natural* y *colonización*, ese ultimo especialmente importante en el caso de algunas de las especies de vector;
- iii) **complementares** o accesorios: tasas de *densidad* y *hacinamiento*, que representan ya un refinamiento de la información, aún que sean relevantes para la medida del riesgo de transmisión.

Hay especies autóctonas y especies introducidas, en área de donde no son nativas, y que por eso están presentes apenas en el ambiente domiciliar. El nivel de control posible es distinto. Para las especies introducidas se puede pretender la *eliminación*, como meta final; y para aquellas que sean nativas (autóctonas), no más do que *impedir la formación de colonias intradomiciliarias*. Con eso, la importancia relativa de los indicadores entomológicos de uso corriente está

influenciada por la(s) especie(s) presente (s). Así la colonización, como indicador, se podría también considerar esencial una vez sea autóctona la especie.

Determinar la *dispersión* del vector, lo que equivale decir, las localidades infestadas en un área (municipio), en un *levantamiento (línea de base)*, permite que se defina, en términos geográficos, donde se debe actuar. Es el indicador operacional inicial. Considerando la recomendación para que los dos primeros ciclos de rociado con insecticidas se hagan de forma selectiva por localidad infestada (lo que es especialmente indicado para especies autóctonas, en función de la meta de eliminación y de la posibilidad de que ocurran eventuales fallas en la pesquisa entomológica domiciliar) esa es información suficiente, para el planeamiento y ejecución del tratamiento químico domiciliar en esa etapa de trabajo.

Asimismo, considerando la necesidad de se disponer de información que adelante permita las evaluaciones de impacto y de cumplimiento de las metas establecidas, los demás indicadores podrán importar. Entre estos, indispensablemente infestación, y también colonización en el caso de las especies nativas.

Una vez se acepte que las *líneas de base* tendrán repercusión en todo trabajo posterior de control, desde que delimitan el área de actuación y, por otra parte, por el hecho de que se dispone de poca o de ninguna información previa (que permita establecer un tamaño de muestra que sea confiable) las posibilidades o la indicación para una pesquisa entomológica por muestreo están en esas circunstancias limitadas.

II.2. *Evaluación de impacto del tratamiento químico domiciliar, seguimiento de rutina y vigilancia*

El resultado esperado con el control químico, a principio, es la reducción en los valores de todos los indicadores entomológicos descritos, sobretodo cuando de una primera evaluación que se haga después de los dos ciclos iniciales de rociado. Esa evaluación puede ser realizada censando, con nueva pesquisa, las unidades domiciliares (UDs) positivas cuando del levantamiento triatomínico inicial (idealmente acreciendo aquellas “positivas” cuando de los rociados selectivos por localidad) o estimando, por muestreo, las tasas de *dispersión* y *infestación*, indicadores básicos también para ese tipo de evaluación.

Para el seguimiento de rutina y instalación de la vigilancia entomológica, las localidades positivas para triatominos y aquellas que les sean limítrofes—siempre que geográficamente próximas o funcionalmente relacionadas—deben obligatoriamente estar incluidas en la programación del ciclo subsiguiente. Las localidades en algún momento positivas, por especies para las cuales se busca la

eliminación como meta, se mantendrán bajo investigación hasta que negativas por un período mínimo y consecutivo de tres años, en concordancia con el concepto de eliminación adoptado para la eliminación de especies introducidas, al menos para *Triatoma infestans* e *Rhodnius prolixus*, consonante a lo que fue asumido por las Iniciativas del Cono Sur y de Centroamérica.^{3,6,8}

Conforme ya mencionado, la baja sensibilidad de las técnicas de pesquisa entomológica en uso, no confiere certeza a hallazgos negativos. Eso obliga a que periódicamente se confirme la ausencia del vector en áreas donde no se pudo comprobar su presencia. Una muestra de localidades negativas debe ser tomada a cada ciclo de operación de “vigilancia activa” que se cumpla, también porque localidades de hecho negativas pueden ser infestadas, una vez sean vulnerables y receptivas al vector.

La inclusión y exclusión de localidades en la vigilancia se hace a partir de la información a cada ciclo (anuales o bianuales en regla) de búsqueda por personal institucional y también a partir de la información generada por la vigilancia ejercida por la población. La programación de las actividades debe reunir, procesar e interpretar estos datos permanentemente, actualizando el área para las operaciones en el ciclo siguiente de trabajo.

Interesa observar que la pesquisa en las localidades negativas seleccionadas por muestreo será siempre hecha por personal entrenado, de los programas de control, una vez que ahí supuestamente no existirán unidades locales de vigilancia instaladas.

II.3. *Evaluación de cumplimiento de la meta de interrupción de la transmisión vectorial*

Los indicadores entomológicos en ese caso tienen un valor relativo y en cierto sentido apenas pronóstico, o de presunción de que la transmisión vectorial pueda haber sido interrumpida.

Aquí importan todos los indicadores entomológicos mencionados. La análisis debe hacerse tomando en cuenta las condiciones exigidas para que ocurra la transmisión vectorial domiciliar, o para que haya un “riesgo continuado” de transmisión^{7,9,11}: i) presencia del vector (*infestación*); ii) presencia del vector infectado (*infección natural* por *Tripanosoma cruzi*); y, iii) existencia de colonias domiciliares con vectores infectados (*colonización*). La colonización como condición necesaria se explica por las dificultades inherentes del propio mecanismo de transmisión, que hacen con que el repetido contacto del hombre con el vector sea requisito casi indispensable para que la infección ocurra.¹¹

De otra parte el tamaño de la población de vectores en la casa (*densidad*) y las chances de transmisión se relacionan estrechamente. Es fácil entender que cuando mayor la densidad, mayor será la probabilidad de que acontezca la transferencia del parásito.

Así el examen de los datos entomológicos, con el propósito de inferir sobre el corte de transmisión, debe comprender la análisis de todo el conjunto de datos e indicadores que se disponga.

Para áreas donde ni toda esa información sea disponible, a partir de la rutina de operaciones, encuestas entomológicas por muestreo pueden ser útiles.

II.4. *Evaluación de cumplimiento de la meta de eliminación del vector*

Considerando estrictamente la meta de eliminación, lo que importa es únicamente la presencia del vector en el ambiente domiciliar. O sea, *infestación* es el indicador exclusivo, tanto para la operación — un único ejemplar mismo que sea un adulto en el peri-domicilio debe ser bastante para intervenir — como para la evaluación.¹⁰

El número absoluto de ejemplares capturados puede tener grande relevancia, siempre que se disponga de ese tipo de registro, sobretodo en el caso de se haber hecho de forma sistematizada una búsqueda de tipo exhaustiva del vector, por personal de campo capacitado.

Hay que puntualizar y remarcar que en la demostración de la eliminación el indicador que tiene valor absoluto es la infestación, que puede estar disgregada por local de captura y estadio, para la medida del nivel de cumplimiento que se está alcanzando del “objetivo eliminación” en el curso de las operaciones.

Muestreos aleatorios con la finalidad precipua de comprobar la eliminación del vector tienen aplicación limitada. Apenas podrían tener empleo como información complementar, en situaciones en que interesa verificar la situación en áreas consideradas sin riesgo y que sean una fracción de aquella para la cual se pretende certificar la eliminación.

III. Encuestas de seroprevalencia por muestreo: Situaciones en que estarían indicadas; Parámetros e Indicadores.

Estudios de seroprevalencia de la infección chagásica como parte de las actividades de programas de control vectorial se realizan en situaciones determinadas con el objetivo de evaluar, sea la situación inicial, sea el impacto en el curso de las acciones o en la verificación de cumplimiento de la meta de interrupción de la transmisión. Casi siempre estos estudios se hacen por muestreo, y no hay ninguna razón para se realicen censos poblacionales, a no ser que el área tenga una población muy pequeña, algo como cien o menos de individuos.

III.1. Establecimiento de líneas de base

Una vez exista información suficiente para presumir la seroprevalencia en la población que se quiere estudiar, en el sentido de determinar un tamaño de muestra que sea estadísticamente confiable, las *líneas de base* deben hacerse por muestreo casual simple o equivalente, conforme descrito en la sección siguiente de la guía en que se presentan los planes de muestreo.

Lo que se considera recomendable es tomar la población general para ese tipo de estudio, o por lo menos que se pueda estimar la seroprevalencia para aquel (los) grupo (s) de edad que servirá (n) para las futuras medidas de impacto de las acciones de control vectorial.

III.2. Evaluación de impacto del control

Las evaluaciones de impacto, pueden tener una cierta periodicidad, y se prestan en ese caso al seguimiento de la situación epidemiológica, que puede ser relacionada a las actividades de control desarrolladas en determinados intervalos de tiempo. Así se puede tomar algunos grupos poblacionales específicos para estudio, como conscriptos en el servicio militar o escolares en un cierto grupo de edad, que además proporcionan facilidades para el planeamiento y ejecución de las encuestas de seroprevalencia.

Los grupos de edad que se considere evidentemente deben se prestar a la evaluación pretendida. Con eso se quiere decir que sobre ellos el impacto pueda ser percibido y mensurado. Para un área donde, por ejemplo, las acciones de control hayan sido iniciadas a 10 años, obviamente que no se podrá tomar grupos de edad mayores para estudio.

Otras veces se pretende evaluar alguna situación particular, como los resultados de determinada acción, técnica o metodología, o aún el impacto sobre determinada población o área, y las encuestas se harán mirando estos objetivos y serán por eso eventuales, conformes con el interés que circunstancial o momentáneamente pueda existir.

En esa Guía se ofrece como modelo para encuestas de evaluación de impacto el muestreo en la población escolar de 7 a 14 años de edad, lo que está justificado en el tópico correspondiente a los “Planes de Muestreo”.

III.3. Demostración de la interrupción de la transmisión

La interrupción de la transmisión en el ambiente domiciliar, desde el punto de vista de la prevención primaria de la enfermedad, es el máximo nivel de control que se puede lograr. Siendo primitivamente una enzootia, su eliminación o erradicación no es definitivamente viable.

En términos de los objetivos para el control del vector eso equivale a la inexistencia de poblaciones domiciliadas, con la completa eliminación de las especies introducidas; o la inexistencia de colonias domiciliadas para las especies autóctonas, situación en que el riesgo de transmisión pasa a ser no más do que accidental .

Como ya se hizo mención, en la práctica del control vectorial, se puede presumir que la transmisión fue detenida a partir de los indicadores entomológicos usuales. La comprobación de ese acontecimiento de forma concluyente requiere el estudio de la infección en la población humana, nacida desde cuando supuestamente hubo el corte de la transmisión. El grupo de menores de 5 años de edad se considera ser lo más indicado para estudio. Edades menores pueden no se prestar para ese propósito, porque presumible o comprobadamente, en esa situación, la infestación será focal, una vez exista, y la densidad de las poblaciones domiciliadas del vector extremadamente bajas. Eso implica que las chances de transmisión sean igualmente pequeñas y que pueda ocurrir más tardíamente.

IV. Muestreo

IV.1. Consideraciones generales: Muestra probabilística y por qué utilizarla

Una muestra de una población especificada es siempre formada por una parte, o un subconjunto, de esa población.

Población, en estadística, es un conjunto cualquier de elementos, no necesariamente de personas. Puede-se emplear población con referencia a unidades de salud, de casas, localidades, etc.

Una muestra es probabilística cuando los sujetos o elementos de una población son seleccionados con una probabilidad conocida y diferente de cero.

Muestras intencionales, muestras por conocimiento (experiencia, "expertise") muestras por cuotas, muestras ocasionales (no casuales, en el sentido probabilístico) no son muestras probabilísticas.

La ventaja de la muestra probabilística es que se puede asociar a los resultados obtenidos, a partir de los datos de la muestra, una precisión y una confiabilidad estadística, lo que no ocurre cuando la muestra no es probabilística. Esa es la razón por la cual cuando se hace un levantamiento por muestreo se busca emplear la probabilidad: poder garantizar confianza y precisión.

El tamaño, N , de una población es el número de elementos que la componen. El tamaño, n , de una muestra es el número de elementos que la componen.

Una población estará bien definida cuando estuvieren bien caracterizados sus elementos.

IV.2. Algunos planes de muestra probabilística simple

IV.2.i. Muestreo casual simple (m.c.s.), o aleatorio simple

Un plan de muestreo es de tipo casual simple cuando cada elemento, en la población, tiene la misma probabilidad de ser seleccionado para hacer parte de la muestra.

En el proceso de selección de una m.c.s. algunos procedimientos deben ser seguidos. En el sentido de ilustrar estos procedimientos, supongamos

una población de $N = 100$ elementos, de la cual se desea, por razones de naturaleza estadística, una m.c.s. de tamaño $n = 10$, o sea, se pretende muestrear 10% de la población ($f = \frac{n}{N} = \frac{10}{100} = 0,1$ o 10% es denominada fracción muestral).

Para seleccionar una m.c.s. es imprescindible:

1. listar la población, eso es, identificar todos sus elementos;
2. rotularlos, de 1 a N , en el presente caso, de 001 a 100;
3. con el empleo de una tabla de dígitos aleatorios (en anexo se exemplifica como una guía telefónica común puede sustituir, para los efectos de selección de una m.c.s., una tabla de dígitos aleatorios), seleccionamos 10 números entre 001 e 100;
4. los rótulos de los elementos poblacionales, en la lista, correspondientes a los números seleccionados, constituirán la muestra.

Importa observar que en grandes poblaciones raramente se utiliza m.c.s. en función de los elevados costos para componer una lista.

IV.2.ii. Muestreo sistemático

Un muestreo sistemático, algunas veces considerado como pseudo probabilístico, y generalmente utilizado en sustitución a la m.c.s. — cuando hayan las condiciones necesarias para tal — consiste en seleccionar n de N a intervalos iguales.

Supongamos la misma población anterior, con $N = 100$ y una muestra $n = 10$, lo que equivale a $f=0,1$.

Definimos $k=\frac{1}{f}$, como paso, o intervalo, de muestreo.

En ese ejemplo, tendríamos $k=\frac{1}{0,1}=10$.

Seguidamente seleccionase un número aleatorio entre 1 e k ; en ese caso entre 01 y 10. Ese primer número, seleccionado de forma aleatoria, llamase inicio casual. Apliquemos como número seleccionado el 07.

Usándose la lista de elementos poblacionales, a partir del inicio casual, acrecentase k (en la situación considerada, 10) a cada elemento seleccionado anteriormente. Así, en nuestro ejemplo, la muestra será constituida por los sujetos cuyos rótulos son: 07;17;27; 37;47;57;67;77;87;97.

Algunas dificultades pueden ocurrir cuando k no es un número entero o no tiene un valor próximo al entero.

IV.2.iii. Muestreo estratificado casual simple

Una población se dice estratificada, según una determinada característica, cuando esa población puede ser subdividida en distintos grupos, de tal modo que haya grande homogeneidad dentro de los grupos y grande heterogeneidad entre los grupos. Cada grupo constituye un estrato. Por ejemplo, se puede considerar una población de personas estratificada por grupos socioeconómicos, por grupos de nivel de escolaridad, por naturaleza del local de habitación (medio rural o urbano); una población de hospitales estratificada por el tipo de mantenedor (privado, filantrópico, o público); etc.

Una muestra es estratificada casual simple cuando, definidos los estratos, seleccionamos una *m. c. s.* (o equivalente) dentro de cada estrato.

Los estratos pueden tener tamaño variable. Una forma de seleccionar una *m.c.s.* estratificada, de modo que los estratos mayores contribuyan con más elementos para el tamaño final de la muestra, sería hacer la selección con una partición proporcional.

A seguir, en el tópico en que se trata de las encuestas serológicas en escolares, se detallan los procedimientos para el empleo del muestreo estratificado casual simple, con partición proporcional

IV.2.iv. Muestreo por conglomerados

Algunas veces el interés es el estudio de personas sin que sea posible muestreárlas directamente, por el alto costo del listado. En ese caso se puede hacer uso de un muestreo de domicilios, o sea, de los lugares donde viven las personas. Las personas serán las unidades de análisis y los domicilios las unidades de muestreo.

En la situación más simple un conglomerado es una reunión de unidades de análisis. Así como el domicilio es un conglomerado de personas, una enfermería en un hospital es un conglomerado de camas hospitalarias, un barrio en una ciudad es un conglomerado de manzanas, que por su vez es un conglomerado de casas.

Un muestreo por conglomerados es aleatorio simple, en un estadio, cuando definida la población de conglomerados se hace, entre los mismos, una selección casual simple. Por ejemplo, se puede considerar un municipio como constituido en el área rural por localidades, como conglomerados y, a partir de un listado de las mismas, seleccionar una *m.c.s.*

En un muestreo involucrando grandes áreas y grandes poblaciones, como en un levantamiento nacional o macroregional (uno o más estados, provincias o departamentos) es posible o recomendable establecer conglomerados en varios estadios. Por ejemplo, defínesel municipio como conglomerado de 1º estadio; barrios o localidades dentro del municipio como conglomerados de 2º estadio; manzanas o segmentos de domicilios como conglomerados de 3º estadio; domicilios dentro de manzanas o segmentos como conglomerados de 4º estadio; etc.

El estudio por conglomerados en múltiples estadios presenta la ventaja de reducción de los costos de muestreo, además de permitir facilidades operacionales en el trabajo de campo. En contrapartida, la desventaja está en una baja precisión de las estimativas.

En esta guía se propone el uso de muestreo por conglomerados en uno solo estadio.

IV.3. La cuestión estadística del tamaño de la muestra

IV.3.i. ¿Existe un tamaño de muestra que sea infalible?

- ¿Cuál es el tamaño que debe tener mi muestra?
- ¿Treinta (30) es suficiente?
- ¿Una fracción de 30% es bastante?

Estas son preguntas que se hace con frecuencia a los estadísticos, especialista o no en muestreo. Hay que considerar:

Primero: que el número 30 fue mencionado de forma intencional, porque parece haber un mito con respecto a él—mito para el cual no existe ninguna justificativa racional o lógicamente basada ;

Segundo: la respuesta sensata es que depende de lo que se pretende, de cual (o cuales) es (son) el (los) objetivo (s) del levantamiento que se propone; y de que es lo que se conoce sobre el fenómeno de interés y sobre la población a ser estudiada.

En cualquier circunstancia la determinación del tamaño de la muestra, para cualquier que sea el plan de muestreo probabilístico, depende de la existencia de las siguientes informaciones;

- a. el valor de variancia poblacional de la característica a ser estimada o comprobada;

- b. límite de error de estimación, que caracteriza la precisión — sea error absoluto o error relativo — o la fijación de la distancia entre las hipótesis bajo teste, en el caso de levantamientos analíticos;
- c. cual es el nivel de confianza, en el caso de levantamientos descriptivos, o cual el nivel de significancia y el poder del teste, en levantamientos analíticos.

Adicionalmente, dependiendo del plan de muestro a ser adoptado pueden ser necesarias informaciones sobre los costos del muestreo, por unidad de muestra, e informaciones sobre correlación entre los elementos que serán muestreados.

En síntesis, sin ninguna información previa es muy difícil, hasta mismo en términos especulativos, fijar un tamaño de muestra en un muestreo probabilístico.

IV.3.ii. ¿Que es lo que se pretende?

El objetivo principal de las encuestas muestrales propuestas es estimar o, en términos no técnicos, evaluar tres indicadores relacionados al control de la enfermedad de Chagas, en municipios (o en unidades político administrativas equivalentes) de distintas regiones de distintos países, donde se ejecutan acciones de control de la enfermedad.

Los indicadores propuestos son:

- a. Índice (o tasa) de Dispersión, que aquí se va designar *I.D.*;
- b. Índice (o tasa) de Infestación, que se va designar *I.I.*;
- c. Prevalencia de seropositividad, que se va denotar por *P.*, obtenida a partir de encuestas serológicas en dos poblaciones específicas: i) niños en el grupo de edad de 0 a 5 años; y, ii) escolares en el grupo de edad entre 7 y 14 años.

Todos tienen la naturaleza de una proporción y son expresos en porcentaje.

Eses parámetros se está considerando como aquellos indispensables en el establecimiento de las líneas de base, así como para la rutina de las operaciones y en la evaluación de resultados de las acciones de control.

A partir de eso, esta guía establece planes de muestreo con tablas de tamaño de muestras correspondientes, de ejemplos ilustrativos de cómo utilizarlas, además de los procedimientos a seguir en la selección de las muestras.

IV.3.iii. Parámetros estadísticos fijados para la construcción de las tablas de tamaño de las muestras

- a. la confiabilidad estadística fue fijada en 90%;
- b. el error de estimación de la muestra, o de precisión, se fijo en términos de error relativo, denotado por ϵ .

En algunas casos se fijó $\epsilon = 0,5$ (o 50 %), lo que puede parecer demasiadamente grande. Esto sin embargo es justificable en situaciones tales como:

- i) los instrumentos y técnicas empleados en la medición de la proporción de interés son de tan baja sensibilidad que los llamados errores de medición tienen mayor peso que el error estadístico en la estimativa pretendida, mismo que ese sea muy grande;
- ii) cuando la proporción estimada es muy pequeña, digamos de unos 5% (0,05) o menos, un error relativo de 50% (0,5) significa que el intervalo de estimación esperado, para la confianza estadística fijada, será del orden de 0,025 a 0,075, lo que es muy distinto de que, por ejemplo, una situación en que la proporción esperada sea de unos 50% (0,5); con un error relativo de 50%, en esa hipótesis, habría la posibilidad de llegar a un intervalo de estimación como 0,25 a 0,75 (o 25% a 75%) y ahí sí con valores muy poco informativos y útiles.

Conforme el plan de muestreo tomado y el objetivo en foco, fueron adoptados diferentes valores para el error relativo, atendiendo no solo la cuestión de la precisión pero, también, su implicación con el tamaño de la muestra, lo que repercute sobre los costos de muestreo.

En la construcción de las tablas, fijados estos valores, se hizo variar el tamaño de la población y el valor de los indicadores de interés, y se buscó resumirlas y simplificarlas, teniendo en vista su empleo en trabajos de campo, por técnicos no especialistas en muestreo.

Las tablas serán presentadas de forma asociada con los respectivos planes de muestreo. Conviene observar, desde ya, que para pequeñas poblaciones, en general, las muestras tienden a ser grandes. De ahí resulta la indicación de cobertura total (CT) o censo de la población en estos casos.

IV.4. **Planes de Muestreo**

IV.4.i. **Estimación de los Índices de Dispersión (I.D), Infestación (I.I) y Seroprevalencia (P) para establecer líneas de base**

Cuando se pretende establecer las líneas de base, la dispersión, la infestación y la prevalencia de la infección humana son desconocidas. En consecuencia no existe información registrada con referencia a los posibles valores para estimar *I.D.*, *I.I.*, e *P.*, lo que dificulta el uso de muestras probabilísticas.

La cuestión del levantamiento por muestreo en esa situación debe ser basado en lo que es razonable, mucho más en la experiencia y conocimiento de quién planea y ejecuta do que propiamente en un abordaje de tipo estadístico.

A pesar de eso, algunas opciones de carácter exploratorio pueden ser consideradas. La decisión sobre cual de ellas tomar, entre aquellas aquí abordadas dependerá, además de lo razonable, de cuestiones relacionadas al tiempo y a los costos necesarios para realizar el levantamiento pretendido.

Una de las opciones sería un levantamiento no probabilístico, orientado por el conocimiento de algún modo ya existente por parte del personal responsable por su programación (muestreo por “expertise” y de conveniencia) que tomaría, secuencialmente en el tiempo, un número cualquier de localidades supuestamente infestadas. En la medida en que progrese el levantamiento, y ocurran los eventos, la información debe ser recolectada, registrada y analizada. Una vez estas análisis apunten para la evidencia de algún valor diferente de cero para *I.D.* y, por consecuencia de *I.I.*, se podrá tomar la decisión de realizar un levantamiento por muestreo probabilística, conforme se menciona adelante, usándose los valores encontrados para determinación del tamaño de la muestra.

Otra opción sería hacer una conjectura sobre los posibles valores para los indicadores, mismo que no existe el registro de informaciones y, a partir de ahí planear un levantamiento por muestreo probabilístico.

Una tercera opción, pero que puede ser poco factible en función de los costos, sobretodo cuando hay un grande número de localidades y de *U.D.* en el municipio, corresponde a lo que es casi siempre considerado lo ideal o como norma a seguir por los programas de control, que es el levantamiento entomológico por cobertura integral o censo. Si los resultados obtenidos indicaren haber la posibilidad de transmisión, y de que por eso pueda ocurrir infección humana, se podrá realizar una encuesta serológica para estimar *P*, partiendo de una conjectura sobre su posible valor, y tomando para tal, como referencia, los valores encontrados para *I.D.* e *I.I.* El tamaño de la muestra podría ser

determinado conforme presentado en continuación en las Tablas 3 o 4, mismo que la población de interés sea la población general. En ese caso no se debe considerar la columna del número de domicilios, que fue establecida para niños en los grupos de edad considerados. Para la población general el número de domicilios se obtiene haciendo la división del tamaño de la muestra (en las tablas) por el promedio estimado de personas por domicilio, según las informaciones más recientes que sean disponibles para el área.

IV.4.ii. Estimación de los Índices de Dispersión (I.D). e Infestación (I.I). en la rutina de operaciones y vigilancia

Considerando la definición de *I.D.* nuestra unidad de análisis es la localidad dentro de un especificado municipio. La localidad es un conglomerado de domicilios o de unidades domiciliarias (*U.D.*), los cuales, a su vez, son conglomerados de personas.

Para estimar *I.D.* la propuesta es muestrear, por *m.c.s.* o equivalente, localidades (grandes conglomerados) en uno solo estadio. Por tanto, la localidad es también nuestra unidad de muestra.

Para eso, conocido el tamaño de la población, eso es, el número total M de localidades que componen el municipio, todas serán rotuladas, de 1 a M , y listadas.

En la Tabla 1, para un supuesto valor poblacional para *I.D.*, llegase a cual es el valor apropiado do tamaño m de la muestra. Como se observa en el pie de pagina de la Tabla 1, se ha fijado la confiabilidad en 90% y el error relativo ε en 0,5 (o 50%).

IV.4.iii. Estimación del Índice de Dispersión (I.D.) en localidades negativas de áreas bajo acciones de control; Informaciones existentes; Ilustración a través de ejemplo

Supongamos un municipio ficticio, que denominaremos Río Bravo, donde están ya en ejecución actividades rutinarias de control de la enfermedad de Chagas.

Ese municipio está conformado por un total $M = 108$ localidades.

Los registros existentes, a partir de las actividades de rutina, permiten asumir un valor $I.D. = 0,3$ (30%) posible para ese municipio en aquél momento.

Con $I.D. = 0,3$ (30%), en las $M = 108$ localidades tenemos $108 \times 0,3 = 32,4$ localidades. En la práctica 33 localidades positivas. Por lo tanto serán $108 - 33 = 75$ localidades negativas. Esta es la población que nos interesa estudiar. En realidad

nuestro tamaño de población para los efectos de determinación de la muestra es $M = 75$.

Aún que se traten de localidades negativas, o consideradas como tal, la única información existente para el municipio, y que se puede tomar como referencia, es que $ID = 0,3$ (30%). Cualquier otro valor sería meramente especulativo. Así ese es el valor que en la Tabla 1 se empleará para determinar el tamaño m de la muestra. En esa tabla se ve que para $M = 75$ e $I.D. = 0,30$ se necesita hacer una muestra de $m = 19$ localidades

Tabla 1: Tamaños de muestra (m) de localidades para estimar el índice de dispersión $I.D^*$

<i>I.D.</i> <i>M</i>	0,05	0,10	0,20	0,30	0,50 o más
menos de 10	C.T.	C.T.	C.T.	C.T.	C.T.
10 — 14	C.T.	C.T.	8	7	5
15 — 19	C.T.	C.T.	11	9	6
20 — 24	C.T.	17	14	11	7
25 — 29	C.T.	20	16	13	8
30 — 39	C.T.	23	18	14	9
40 — 49	33	28	21	15	9
50 — 74	45	33	24	17	9
75 — 99	54	42	27	19	10
100 — 149	68	50	30	20	10
150 — o más	87	59	33	21	10

M: es el número de localidades en el municipio.

CT: hacer cobertura total o censo de todas las localidades.

(*) confiabilidad de 90 % y error relativo $\varepsilon = 0,5$

Para seleccionar la muestra probabilística de $m = 19$ entre $M = 75$ localidades se puede emplear una *m.c.s.*, o una muestra sistemática, si aplicable a la situación:

a) *Muestreo casual simple*

Identifíquese y rotulase las $M = 75$ localidades, les atribuyendo números, de 01 a 75 (operación de listado). Con una lista telefónica en manos, substituyendo a una tabla de dígitos aleatorios, tal como presentado en anexo, seleccionase 19 números entre 01 y 75. Suponiendo que en la secuencia, a partir de un punto cualquier en la lista, sean encontrados los números 09; 35; 41; 66; 05; 03; 22; 59; 07; 34; 10; 06; 08; 16; 23; 60; 02; 45; 42; las localidades cuyos rótulos coincidan con estos van hacer parte de la muestra seleccionada.

Colocase aquí la cuestión de una localidad negativa que, por las características físicas de los domicilios, tenga una probabilidad de infestación cero. En estas circunstancias se recomienda sea substituida por otra, todavía seleccionada de forma aleatoria.

b) *Muestreo sistemático*

Calcúlase el intervalo de muestreo $k = \frac{M}{m}$. En ese caso $k = \frac{75}{19} = 3,9$, que

nos es un número entero. Obviamente no se puede seleccionar a cada 3,9 localidades. Sin embargo 3,9 está muy próximo de 4. Seleccionase aleatoriamente un número entre 1 e 4. Este será el inicio casual. Suponiendo que el número seleccionado haya sido el número 3. Los números correspondientes a los rótulos 03; 07; 11; 15; 19; 23; 27; 31; 35; 39; 43; 47; 51; 55; 59; 63; 67; 71; 75, constituirán la muestra.

IV.4.iv. Estimación del Índice de Infestación (I.I.) en áreas bajo acciones de control. Muestreo casual simple (o equivalente) de domicilios para la estimación de infestación en una localidad.

Por la definición del *I.I.*, la unidad de análisis y también la unidad muestreal, es la unidad domiciliar (*U.D.*), constituida por la casa (intradomicilio) y su correspondiente peridomicilio.

En áreas rurales las *UD* están distribuidas, en el espacio, de modo totalmente irregular, no siguen el trazado geométrico de las manzanas de áreas urbanas. Eso dificulta el agrupamiento de las unidades en pequeños conglomerados conteniendo algunos pocos domicilios. No obstante, en áreas donde están en ejecución rutinaria las acciones de control de la enfermedad de Chagas, mantienen (o deberían mantener) un registro actualizado de las *U.D.* y de su localización en la varias localidades que componen el municipio.

La tabla 2 indica como encontrar el número *n* de domicilios que irán formar la muestra entre los *N* domicilios de una determinada localidad, para un valor esperado de infestación (*I.I.*), usando una *m.c.s.*, o equivalente.

Hay a principio que distinguir dos situaciones posibles;

- a) la localidad es sabidamente infestada;
- b) la localidad es negativa, o considerada negativa, y fue seleccionada para pesquisa entre aquellas que componen el municipio (para Río Bravo serían las 19 localidades a investigar por muestreo).

En la primera situación, para determinación del tamaño de la muestra de domicilios, empleándose la Tabla 2 o 2a, considérese la infestación conocida para cada una de las localidades. En el segundo caso la infestación a ser considerada debe ser el *I.I.* conocido para el municipio.

Una localidad cualquiera puede contener desde un muy pequeño número de *Uds*, algo como 5 o 6, hasta 100 o más. Del punto de vista de la teoría y práctica de muestreo, se tratan de poblaciones extremadamente pequeñas que, con rigor, no comportarían un muestreo. No obstante, ocurre que la dispersión de las *UDs* en el área geográfica donde se sitúa la localidad puede demandar un gran esfuerzo de trabajo de parte del personal de campo, por la necesidad de desplazamiento por largas distancias. Además puede representar un aumento importante de los costos.

La consecuencia del pequeño tamaño de la población (número *N* de *UDs* menor de que 50) es que se tiene que recurrir a grandes tamaños *n* de muestras, resultando en tener que hacer el muestreo de más de 50% de las *UDs* de la localidad. Eso se puede comprobar muy fácilmente por un rápido examen de la Tabla 2 a, complementar a la Tabla 2.

Tabla 2: Tamaños de muestra (*n*) de unidades domiciliarias (UDs) para estimar el índice de infestación *I.I* *

<i>I.I.</i> <i>N</i>	0,05 o menos	0,10 — 0,19	0,20 — 0,29	0,30 — 0,39	0,40 — 0,49	0,50 o más
menos de 49	C.T.	C.T.	40	36	31	29
50 — 99	50	50	50	47	39	36
100 — 149	100	95	87	63	50	44
150 — 199	150	120	94	73	57	49
200 — 299	173	152	112	84	62	54
300 — 399	275	183	129	93	67	57
400 — 499	334	207	140	99	70	59
500 — 749	421	238	154	105	74	61
750 — 999	521	267	165	111	76	63
1000 — o más	634	293	179	115	79	64

N: es el número de domicilios en la localidad
 CT: hacer cobertura total o censo de las UDs
 (*) confiabilidad de 90 % y error relativo $\mathcal{E} = 0,2$

Tabla 2a : Tamaños de muestra (n) de unidades domiciliarias (UDs) para estimar el índice de infestación $I.I$ en una localidad con menos de 50 UDs *

<i>I.I.</i> <i>N</i>	0,05 o menos	0,10 — 0,19	0,20 — 0,29	0,30 — 0,39	0,40 — 0,49	0,50 o más
menos de 10	9	9	9	9	9	9
10 — 14	10	10	10	10	10	9
15 — 19	15	15	15	14	13	13
20 — 29	20	20	19	18	17	16
30 — 39	30	29	27	26	23	21
40 — 49	40	38	35	32	29	26

N: es el número de domicilios en la localidad

(*) confiabilidad de 90 % y error relativo $\mathcal{E} = 0,2$

Considerando lo observado, se recomienda como lo más sensato que, en el caso de pequeñas localidades, se haga una cobertura total (C.T.). Si la situación específica y concreta que se tiene apunta para la conveniencia de una muestra, el tamaño n está indicado en la Tabla 2 a. Conocido n , se hace el listado de las N UDs de la localidad, y se selecciona n números aleatorios entre 1 y N . Los números seleccionados corresponden a los números rótulos de las UDs que constituirán la muestra.

IV.4.v. Estimación de la Seroprevalencia (P) en áreas bajo control a partir de encuestas serológicas

IV Estimación de Seroprevalencia (P) de la infección humana en la evaluación de impacto del control y en la demostración de la interrupción de la transmisión

Se propone hacer estudios de seroprevalencia básicamente en dos grupos de edad, con objetivos distintos: i) para evaluar resultados del impacto en el curso de las acciones de control vectorial, encuestas entre escolares, en el grupo de 7 a 14 años; ii) para demostrar la interrupción de la transmisión, en el grupo de niños de 0 a 5 años de edad.

En el primer caso la justificación está en las grandes facilidades operacionales que encuestas entre escolares ofrecen. Además, corresponde a un grupo de edad joven, lo que es deseable en función del interés en se evaluar el control ejercido en un periodo más o menos reciente, cuando cumplidos de siete a catorce años de control. Para una real medida de impacto, las líneas de base deberán haber incluido ese grupo de edad, o la seroprevalencia en el mismo debe haber sido determinada, si la encuesta inicial se hizo en la población general.

Para demostrar el corte de transmisión, la opción por el grupo de 0 a 5 años — considerada ya un padrón a seguir en normativas de la OPS y en directrices técnicas de programas nacionales⁵ — fue asumida en función del interés, en ese caso particular, de se comprobar que ya no ocurren nuevos casos de infección chagásica en el área objeto de estudio. La adopción de un intervalo menor de edad podría no servir para la detección de nuevos casos, por el hecho de que las dificultades inherentes al mecanismo de transmisión por vía vectorial exigen repetidos contactos con el vector infectado, lo que significa, en otros términos, que exige tiempo.

Tomando una vez más como ejemplo el municipio de Río Bravo, supongamos que los indicadores entomológicos apunten para la probable interrupción de la transmisión en el área y que se busque verificar, a través de encuesta serológica, la confirmación de esa sospecha.

Admitiese que casos nuevos, producidos por otros mecanismos de transmisión, sobretodo por vía trasplacentaria (congénita), puedan existir, y que eso no represente más do que 1% de seroprevalencia de la infección en el grupo de edad estudiado (0 a 5 años).

Como en ese municipio existe un número de $N = 2268$ domicilios, el número total esperado de niños en el grupo de edad de 0 a 5 años es de $N_c = 908$, haciendo ($\frac{2268}{2,5}$).

Aquí se tomó el número esperado de un niño a cada 2,5 domicilios, con base en datos estadísticos de algunos países. Eso puede no se aplicar al área investigada y, evidentemente, debe ser sustituido por un valor que se considere válido para el caso específico en cuestión.

Examinando la Tabla 3, observase que la población en foco $N_c = 908$ está en el intervalo (725 — 999) y que para una seroprevalencia esperada de $P = 0,01$, necesitase de una muestra de $N_c = 484$. En la columna al lado tenemos el número esperado de domicilios que deben ser muestrados, y que es de $n_d = 1\,210$ ($1\,210 = 484 \times 2,5$). Puede ocurrir que en la medida que avanza la encuesta obsérvese que el número esperado de domicilios no sea suficiente para que se tenga al final 484 niños. En esa eventualidad la muestra de domicilios debe ser ampliada, con selección aleatoria de nuevas *UDs*.

IV.4.vi. Ilustración de muestreo estratificado, con partición proporcional, para muestreo de escolares en el grupo de edad de 7 a 14 años

Evidentemente que el lugar, no apenas preferencial pero natural, para contactar y abordar escolares en el grupo de edad especificado es la escuela. Tal posibilidad hace la construcción de la muestra más simple del punto de vista operacional, con una gran reducción de los costos de muestreo. Para el grupo de edad fijado deben ser considerados escolares asistiendo clases de la 1^a a la 8^a series cuando existentes.

La propuesta para el estudio serológico de esa población es un muestreo casual simple, con dupla estratificación y partición proporcional. En un primer instante considerase las escuelas como estratos, aunque haya una tendencia natural de que se concentren en las áreas más pobladas. En un segundo instante considerase los escolares estratificados por grupos de series, como una forma aproximada de controlar la edad.

Algunos cuidados deben ser tomados para la selección de la muestra:

- a) considerar los escolares que efectivamente están frecuentando a la escuela y no aquellos inscritos al inicio del año escolar;
- b) evitar hacer el levantamiento en períodos en que la ausencia a las clases pueda ser, por diferentes razones, previsiblemente mayor.

Una vez identificadas las escuelas existentes, en cada una de ellas los escolares deben ser agrupados en 4 estratos, a saber: (1^a y 2^a series); (3^a y 4^a series); (5^a y 6^a series) y (7^a y 8^a series).

Determinase el número total de alumnos en condiciones de componer la muestra, eso es la población N_c . Para esa tarea los responsables por la programación de la encuesta deben contar con la colaboración de los maestros y directores de las escuelas.

A partir de ahí, con el empleo de las tablas 3 o 4, a elegir con base en el valor esperado para P , determinase el tamaño mínimo de la muestra. La distribución de la muestra por los estratos construidos debe ser hecho de forma proporcional, un modo de garantizar la representatividad numérica de los estratos.

Vale observar que la Tabla 4 es una extensión natural de la Tabla 3, aún que los intervalos de tamaños poblacionales sean distintos, como también el valor fijado para ϵ .

Hay que señalar que ambas las tablas sirven para determinar el tamaño de la muestra independientemente del grupo de edad, incluso para la población general, tal como ya referido en el tópico que trata de la estimación de P para establecer las líneas de base.

Tabla 3: Tamaños de muestra (*) de niños para encuesta serológica ()**

N_c	n_c	n_d	$P = 0,01$		$P = 0,02$		$P = 0,03$		$P = 0,04$		$P = 0,05$	
			CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	
até 99												
100 — 199	101	260	92	230	86	215	81	203	74	185		
200 — 299	185	463	160	400	140	350	124	310	111	278		
300 — 399	257	643	211	528	177	443	154	385	134	335		
400 — 499	320	800	251	628	205	518	174	435	149	373		
500 — 724	374	935	284	710	226	565	188	470	155	388		
725 — 999	484	1210	337	843	259	648	210	525	176	440		
1000 — 1249	568	1420	381	953	284	710	227	568	187	468		
1250 — 1499	633	1583	409	1023	290	748	244	610	198	495		
1500 — 1749	685	1713	430	1075	311	778	248	620	205	513		
1750 — 1999	728	1820	448	1120	319	798	253	633	209	523		
2000 — 2499	765	1913	461	1153	325	813	258	645	212	530		
2500 — 2999	882	2055	481	1203	337	843	263	658	214	535		
3000 o más	1065	2663	530	1325	348	870	286	715	225	563		

P : proporción de seropositivos

N_c : número de niños en la población

n_c : número de niños en la muestra

n_d : número de domicilios en la muestra

CT: cobertura total o censo

(*): ya corregida en 10% para eventuales recusas

(**): confiabilidad de 90% y error relativo $\varepsilon = 0,5$

Tabla 4: Tamaños de muestra (*) de niños para encuesta serológica ()**

P N_c n_c n_d	0,10		0,20		0,30 o más	
	n_c	n_d	n_c	n_d	n_c	n_d
até 99	46	115	39	98	32	80
100 — 199	80	200	61	153	45	113
200 — 299	127	318	83	208	57	143
300 — 399	156	390	95	238	62	155
400 — 499	177	443	102	255	66	165
500 — 724	193	490	107	268	68	170
725 — 999	217	543	113	283	71	178
1000 — 1499	233	583	118	295	73	183
1500 — 1999	251	628	122	305	74	185
2000 — 2999	261	653	124	310	75	188
3000 o más	295	738	129	323	77	193

P : proporción de seropositivos

N_c : número de niños en la población

n_c : número de niños en la muestra

n_d : número de domicilios en la muestra

(*): ya corregida en 10% para compensar eventuales recusas

(**) confiabilidad de 90% y error relativo $\varepsilon = 0,3$

Como ilustración considérese, aún, el municipio de Río Bravo, donde la situación escolar, cuando de la encuesta, es la siguiente:

- 1) número de escuelas con clases de 1^a a 8^a series: 8 ;
- 2) número de escolares frequentando las clases: 605 ;
- 3) seropositividad presumida entre los escolares: $P = 0,02$ o 2% .

Suponiendo que el levantamiento preliminar realizado por los responsables por la encuesta con la participación de las autoridades escolares haya llevado al siguiente cuadro de distribución poblacional (cuadro 1).

La supuesta seroprevalencia para esa población $P = 0,02$ está considerada en la Tabla 3. Ahí se ve que una población de 605 escolares, está en el intervalo (500 — 724), para el cual el tamaño mínimo de la muestra es 284 alumnos.

Cuadro 1: Distribución poblacional de escolares en el grupo de edad (7–14 años), asistiendo regularmente clases en las escuelas del municipio de Río Bravo, estratificada por escuelas y grupos de series escolares (*)

SERIES ESCUELAS	(1^a y 2^a)	(3^a y 4^a)	(5^a y 6^a)	(7^a y 8^a)	TOTAL
Primera	30	23	17	13	83 (13,72%)
Segunda	37	27	19	14	97 (16,63%)
Tercera	24	17	11	4	56 (9,26%)
Cuarta	28	21	13	9	71 (11,73%)
Quinta	29	17	14	7	67 (11,07%)
Sexta	33	26	12	8	79 (13,06%)
Séptima	27	30	18	13	88 (14,54%)
Octava	20	30	5	9	64 (10,58%)
TOTAL	228 (37,68%)	191 (31,57%)	109 (18,03%)	77 (12,72%)	605

(*) datos ficticios

los números entre paréntesis representan las proporciones, respectivamente, por líneas (escuelas) y por columna (series)

La razón entre el tamaño de la muestra $n_c = 284$ y el tamaño de la población $N_c = 605$ es : $\frac{248}{605} = \frac{n_c}{N_c} = 0,4694$ o 47% aproximadamente.

Para la partición proporcional se debe distribuir el tamaño de las muestras, en los estratos, en la misma proporción, o sea, si N_i es el tamaño de un estrato cualquier i , el tamaño de la muestra n_i , en ese estrato, debe ser tal que:

$$\frac{n_i}{N_i} = \frac{n_c}{N_c} \quad \text{o} \quad n_i = N_i \cdot \left(\frac{n_c}{N_c} \right)$$

Como $\frac{n_c}{N_c} = 0,47$ debemos tener $n_i = N_i \times 0,47$

Por ejemplo, en el primer estrato, con $N_1 = 83$ escolares debemos tener un tamaño de muestra de $n_1 = 83 \times 0,47 \cong 39$ escolares.

Igualmente, en las demás escuelas tendremos:

$$\begin{aligned} 2^{\text{a}} \text{ escuela} \quad n_2 &= 97 \times 0,47 \cong 46 \\ 3^{\text{a}} \text{ escuela} \quad n_3 &= 56 \times 0,46 \cong 26 \\ 4^{\text{a}} \text{ escuela} \quad n_4 &= 71 \times 0,47 \cong 34 \\ 5^{\text{a}} \text{ escuela} \quad n_5 &= 67 \times 0,47 \cong 32 \\ 6^{\text{a}} \text{ escuela} \quad n_6 &= 79 \times 0,47 \cong 37 \\ 7^{\text{a}} \text{ escuela} \quad n_7 &= 88 \times 0,47 \cong 42 \\ 8^{\text{a}} \text{ escuela} \quad n_8 &= 64 \times 0,47 \cong 30 \end{aligned}$$

La suma de estos tamaños de muestra, en las escuelas, corresponde a un total $n_c = 286$, superando en 2 el tamaño en la tabla. Eso es esperado en consecuencia de las aproximaciones en los cálculos.

La distribución de la muestra en cada escuela, pelos estratos de serie, se hace también de forma proporcional. Así en la 1^a escuela, los 30 alumnos en el estrato de (1^a y 2^a) series es representado por la fracción $\frac{30}{83}=0,36$; el estrato de (3^a y 4^a) series por $\frac{23}{83}=0,28$; el estrato de (5^a y 6^a) series por la razón $\frac{17}{83}=0,20$; el estrato de (7^a y 8^a) series por $\frac{13}{83}=0,16$; y así por delante, para las otras escuelas.

La muestra de 39 escolares en la 1^a escuela, quedará distribuida proporcionalmente, por las series, efectuándose los cálculos, conforme el ejemplo que sigue:

$$\begin{aligned} 1^{\text{a}} \text{ escuela:} \quad \text{series (1}^{\text{a}} \text{ y 2}^{\text{a}}\text{): } 39 \times 0,36 &\cong 14 ; \\ \text{series (3}^{\text{a}} \text{ y 4}^{\text{a}}\text{): } 39 \times 0,28 &\cong 11 ; \\ \text{series (5}^{\text{a}} \text{ y 6}^{\text{a}}\text{): } 39 \times 0,20 &\cong 8 ; \\ \text{series (7}^{\text{a}} \text{ y 8}^{\text{a}}\text{): } 39 \times 0,16 &\cong 6 . \end{aligned}$$

2^a escuela series (1^a y 2^a) : $46 \times 0,38 \cong 17$;
 series (3^a y 4^a) : $46 \times 0,28 \cong 13$;
 series (5^a y 6^a) : $46 \times 0,20 \cong 9$;
 series (7^a y 8^a) : $46 \times 0,16 \cong 7$.

Los cálculos siguen con la misma estructura, respetándose las proporciones para los grupos de series, dentro de cada escuela, y el tamaño de la muestra con que contribuye cada escuela para la muestra total.

El cuadro 2 siguiente presenta la distribución de esa muestra, que constituye una partición proporcional.

Cuadro 2: Distribución de muestras de escolares en el grupo de edad (7-14 años), por escuela y por grupos de series escolares en el municipio de Río Bravo, con partición proporcional (*)

SERIES ESCUELAS	(1 ^a y 2 ^a)	(3 ^a y 4 ^a)	(5 ^a y 6 ^a)	(7 ^a y 8 ^a)	TOTAL
Primera	14	11	08	06	39 (13,59%)
Segunda	17	13	09	07	46 (16,03%)
Tercera	11	08	05	02	26 (9,06%)
Cuarta	14	10	06	04	34 (11,84%)
Quinta	14	08	07	04	33 (11,50%)
Sexta	15	12	06	04	37 (12,89%)
Séptima	13	14	09	06	42 (14,63%)
Octava	10	14	02	04	30 (10,45%)
TOTAL	108 (37,63%)	90 (31,36%)	52 (18,12%)	37 (12,89%)	287

(*) datos ficticios

Compare las marginales del Cuadro 1 y del Cuadro 2, en términos de porcentuales (distribución proporcional).

Hay todavía una última cuestión a considerar: ¿cómo seleccionar los escolares para componer la muestra?

- 1º) En cada estrato de series, ordenase los escolares por orden alfabético de sus nombres, dentro de cada escuela. Por ejemplo, en la 1^a escuela, construida esa orden, los alumnos son numerados de 00 a 30 en la (1^a y 2^a) series; en la 2^a escuela, de 00 a 37 en las (1^a y 2^a) series; en la 8^a escuela, son numerados de 0 a 9 en las (7^a y 8^a) series;
- 2º) En cada una de estas listas seleccionase, respectivamente, en la 1^a escuela, en las (1^a y 2^a) series, 14 números aleatorios; en la 2^a escuela (1^a y 2^a) series, 17 números aleatorios; y así por delante, hasta la 8^a escuela (7^a y 8^a) series, con la selección de 4 números aleatorios.

Los escolares cuyos rótulos, en las listas por escuela y por grupos de series, que correspondan a los números aleatorios irán hacer parte de la muestra.

V. Aplicación de técnicas de muestreo en la práctica de los programas de control de la enfermedad de Chagas

En el sentido de puntualizar algunas necesidades muy específicas, de adopción de técnicas de muestreo—percibidas por el personal de gerencia y ejecución de los programas de control, en su cotidiano de trabajo, y sobretodo en la planificación de las actividades—presentase a seguir un elenco de cuestiones de especial interés, en la forma de preguntas y respuestas.

Pregunta 1: ¿Para el seguimiento de las localidades negativas en la llamada vigilancia “activa”, cual es el tipo de muestreo que se debe hacer, y cual debe ser el tamaño de la muestra?

Respuesta: La respuesta está dada en el tópico “*Estimación de I.D. en localidades negativas de áreas bajo acciones de control. Informaciones existentes. Ilustración a través de ejemplo*”. O sea la estimación de *I.D.*.. (expresión la más precisa desde una visión o enfoque estadístico) en localidades negativas significa, en términos prácticos, y más comúnmente empleados por el personal de control, al seguimiento de localidades negativas por pesquisa entomológica directa.

Pregunta 2: ¿En las localidades positivas para triatominos, que a principio deben ser monitoreadas periódicamente por búsqueda activa, todas las unidades domiciliares deberán ser investigadas, independientemente de la infestación ?

Respuesta: La respuesta aquí depende más de cordura y juicio do que propiamente de orientación estadística. Desde el punto de vista del control no se puede pensar “independientemente de la infestación”. Si la infestación es alta, digamos 50% o más, es posible que sea más práctico y seguro que todas las *UDs* sean visitadas.

La cuestión de naturaleza estadística es otra. Se refiere al establecimiento de un tamaño de muestra para estimar la infestación vía *I.I.* Si el índice de infestación no es conocido, o si es bajo, se justifica una muestra, como indicado en esta guía, en el ítem IV.4.2.b., concerniente a la “*Estimación del Índice de Infestación (I.I.) en áreas bajo acciones de control. Muestreo casual simple (o equivalente) de domicilios para la estimación de infestación en una localidad*”.

Pregunta 3: ¿La mayor o menor vulnerabilidad y receptividad a la infestación, de las localidades o *UDs* negativas a muestrear, importan en la selección de la muestra ?

Respuesta: Es admisible la exclusión de localidades y/o *UDs* de la muestra seleccionada, cuando sea absolutamente improbable la presencia del vector, con base en conocimiento previo de las características físicas y ambientales del área en foco. En esa hipótesis, la localidad o *UD* seleccionada debe ser sustituida por otra, seleccionada también de forma aleatoria entre las restantes.

Por otra parte, la inclusión de localidades o *UDs* “sospechosas” no es admitida, en la muestra. Eso no significa que no deba ser investigada a parte de la muestra seleccionada.

Pregunta 4: ¿A partir de la notificación (por la población o unidades de vigilancia localmente instaladas), cual debe ser el alcance de la pesquisa entomológica para delimitación del foco de infestación ?

Respuesta: Esa no es, seguramente, una cuestión estadística, a pesar de su importancia para el control. Una respuesta adecuada a ella, demanda estudios y conocimientos que puedan ya existir, entre otros, de modelos de dispersión de las especies y de la situación particular de cada área, no que respecta a los riesgos, mayores o menores, de difusión del vector¹².

Pregunta 5: ¿En la comprobación de la interrupción de la transmisión — situación en que es deseable un mayor nivel de confianza — cuales serían los errores absoluto y relativo aceptables ?

Respuesta: La cuestión sirve para que se justifique los tamaños de muestra presentados en esta guía. Para que se pueda contestarla con algún embasamiento estadístico es necesario un poco más de elaboración teórica, aún que en un bajo nivel de complejidad.

Como los indicadores considerados tienen la naturaleza de una proporción, tome la letra *P* para representar una proporción cualquiera.

En el caso de *m.c.s.* (o equivalente, como la muestra sistemática) la relación entre el tamaño de muestra, confiabilidad y precisión estadísticas viene de la teoría de la construcción de un intervalo de confianza.

Esta relación se expresa por una fórmula matemática que es:

$$n = \frac{z^2 \cdot P (1-P)}{d^2}$$

donde: n : es el tamaño de la muestra;

z : es denominado factor de confianza y su valor depende de cuanto de confiabilidad se desea. Por ejemplo, para 90% de confiabilidad $z = 1,64$; para 95% de confiabilidad $z = 1,96$; para 99% de confiabilidad $z = 2,58$ [estos valores son determinados en una distribución de probabilidades denominada Normal Standard o $N(0;1)$ (normal cero uno)] ;

d : es la mitad (o semi amplitud) de lo correspondiente intervalo de confiabilidad y es tomado como la medida de precisión absoluta de la estimación de P , y por eso es llamado *error absoluto de estimación* ;

$P(1-P)$: mide la varianza absoluta del estimador p de P , siendo generalmente representado por σ_p^2 , o sea, $\sigma_p^2 = P(1-P)$.

Esta expresión de n se aplica tan solamente a poblaciones muy grandes que son consideradas de tamaño infinito, o cuando la relación $\frac{n}{N}$, que es la fracción muestral es menor que 0,05 o 5%.

Observe que:

- 1º) cuando z aumenta, eso es, si la confiabilidad aumenta, también aumenta n ;
- 2º) cuando $P(1-P)$, eso es, si la varianza absoluta aumenta, también aumenta n ;
- 3º) cuando d disminuye, eso es, cuando aumenta la precisión absoluta, también aumenta n .

Por otra parte, la razón $\frac{d}{P}$ entre el error absoluto y el valor de P es llamado de error relativo que se representa por ε , eso es, $\varepsilon = \frac{d}{P}$ o $d = \varepsilon \cdot P$.

Por manipulaciones matemáticas, una vez se introduzca en la expresión de n , εP en vez de d resulta la expresión:

$$n = \frac{\varepsilon^2 (1-P)}{\varepsilon^2 \cdot P}$$

Ahora, la cantidad $\frac{1-P}{P}$ es llamada varianza relativa de p y se expresa por $V_p^2 = \left(\frac{1-P}{P}\right)$. Ahí, tal como antes, n siempre aumenta cuando se busca una mayor confiabilidad, mayor precisión, que corresponde a un menor error relativo ε y cuando aumenta V_p^2 .

Mirando la expresión V_p^2 se ve que esta aumenta siempre más en la medida en que P disminuye.

$$\text{Por ejemplo: para } P = 0,8 \text{ (o 80\%): } V_p^2 = \frac{1-0,8}{0,8} = \frac{0,2}{0,8} = 0,25$$

$$\text{para } P= 0,5 \text{ (o 50\%): } V_p^2 = \frac{1-0,5}{0,5} = \frac{0,5}{0,5} = 1,00$$

$$\text{para } P= 0,2 \text{ (o 20\%): } V_p^2 = \frac{1-0,2}{0,2} = \frac{0,8}{0,2} = 4,00$$

$$\text{para } P= 0,1 \text{ (o 10\%): } V_p^2 = \frac{1-0,1}{0,1} = \frac{0,9}{0,1} = 9,00$$

$$\text{para } P= 0,01 \text{ (o 1\%): } V_p^2 = \frac{1-0,01}{0,01} = \frac{0,99}{0,01} = 99,00$$

En la situación de interrupción de la transmisión vectorial domiciliar se esperaría un P próximo de cero, desconsiderando los demás mecanismos de transmisión, y pensando en la posibilidad de transmisión vectorial accidental, en se tratando de especies autóctonas sin la presencia de colonias domiciliares, posiblemente algo como 0,001, o sea 1 por mil, o menos. En la hipótesis de se tratar de especie introducida, sin que existan otros vectores en el área, el cero absoluto es el valor esperado para P .

Apenas con el propósito de elucidar lo cuanto un aumento de precisión implica en el tamaño de la muestra, imaginemos un $P = 0,0005$ (5 en 10.000). Suponiendo que se pretenda una confiabilidad grande, como 95% ($z = 1,96$) y que se desea también una alta precisión estadística, lo que significa un bajo valor de error relativo, por ejemplo $\varepsilon = 0,1$ (o 10%). ¿ Para una población muy, muy grande, cual sería el valor de n , en estas condiciones ? Usando la expresión matemática de n en términos de ε , se tiene:

$$n = \frac{1,96^2 x (1-0,0005)}{(0,1)^2 x (0,0005)} = \frac{3,8416 x 0,9995}{0,01 x 0,0005} = \frac{3,839679}{0,000005} = 767.935,8 \cong 767.936$$

En la presente guía se trabaja básicamente con poblaciones, al máximo, en nivel de municipio, donde con pocas excepciones, la población de niños en el grupo (0 – 5 años) llega a ser 1.000 o poco más. ¿ Como proceder para informarse sobre n , en la situación teórica ahora propuesta ?

En esta situación, en la teoría y práctica de muestreo se tiene lo que se llama población finita. En esa teoría se puede demostrar que la relación entre el tamaño n_0 de la muestra en la población finita y el n de la población infinita es:

$$n_0 = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}} \text{ donde } N \text{ es el tamaño de la población finita}$$

Poniendo $n = 767.936$ y $N = 1.000$ se tiene

$$n_0 = \frac{767.936}{1 + \frac{767.936}{1.000}} = \frac{767.936}{1 + 767.936} = \frac{767.936}{768.936} = 998,7 \approx 999$$

o sea, se debe tomar una muestra de tamaño $n_0 = 999$, entre la población $N = 1.000$ existente.

No hace sentido, en una situación como esa, el muestreo. Se debe hacer el censo o la cobertura total de la población. Al proponer una situación como esa se quiso ejemplificar, con una condición de extrema exigencia de confiabilidad y alta precisión relativa (bajo error relativo), el “precio” que se debe pagar por eso, para un evento muy raro (P de 5 en 10.000).

Por eso en esta guía se trabajó con una confiabilidad menor y un error relativo mayor. Caso contrario, en la mayor parte de los casos se tendría que hacer una cobertura total.

Asimismo, hay que considerar que, en la situación concreta de demostración de la interrupción de la transmisión vectorial, el valor de P es otro. Los demás mecanismos de transmisión, como el transfusional y, notadamente, la transmisión congénita — a pesar de la reducción ya habida en su importancia en la manutención de la endemia ¹ — podrán seguir produciendo nuevos casos de infección, así como no se puede dejar de considerar, en algunas circunstancias, el riesgo remaneciente de transmisión vectorial accidental, como ya mencionado.

Levando en consideración estos hechos parece ser realista admitirse un $P = 0,01$ (1%) como promedio en las posibles situaciones concretas a estudiar. Una vez se pretenda un mayor nivel de confianza do que aquel tomado en la construcción de las Tablas 3 y 4 de la guía, se podría fijar una confiabilidad de 95% ($z = 1,96$) y un error relativo $\epsilon = 0,15$, lo que proporcionaría una precisión mayor. Colocando estos valores en la formula para n , resulta un valor de $n = 16.903$, para una población infinita. A partir de ese valor y calculando algunos tamaños de muestra para diferentes tamaños de población finita, tendríamos:

<i>N</i>	<i>n</i>
500	485
1.000	944
1.500	1.378
2.000	1.788
3.000	1.548
4.000	3.234
5.000	3.858
10.000	6.283
20.000	9.160
30.000	10.818
50.000	12.632

VI. Apéndices

Apéndice 1: Indicadores entomológicos de uso corriente *

Dispersión =	$\frac{\text{localidades con captura domiciliar de triatominos}}{\text{localidades pesquisadas}}$
Infestación Domiciliar ⁽¹⁾ =	$\frac{\text{UDs con captura de triatominos}}{\text{UDs pesquisadas}}$
Colonización ⁽²⁾ =	$\frac{\text{UDs con captura de ninfas de triatominos}}{\text{UDs con captura de triatominos}}$
Infeción Natural =	$\frac{\text{número de ejemplares de triatominos infectados por } T. cruzi}{\text{número de ejemplares de triatominos examinados}}$
Densidad =	$\frac{\text{número de ejemplares de triatominos capturados}}{\text{número de UD s pesquisadas}}$

(1) la infestación domiciliar (para UD: unidad domiciliar) frecuentemente, por interés epidemiológico, se discrimina para el intradomicilio y el peridomicilio

(2) la colonización que particularmente importa es del intradomicilio

* proporciones que usualmente se expresan como porcentajes

Apéndice 2: Empleo de guía telefónica en sustitución a una Tabla de Dígitos Aleatorios

La Tabla de Dígitos Aleatorios es un instrumento utilizado para seleccionar una *m.c.s.* Está constituida por un conjunto de números generados de forma aleatoria a través de procedimientos diversos, como por ejemplo electrónico (un programa de computación). Raramente está disponible fuera del ámbito de la práctica estadística o de muestreo. Cuando se hace necesario su uso, en sustitución se puede utilizar una guía telefónica, como un artificio plenamente válido.

Los números de teléfonos constantes de cualquier guía son compuestos de un prefijo, que indica la línea, y de una secuencia generalmente de cuatro dígitos, que indica el número del teléfono propiamente. Esta secuencia final de cuatro dígitos aparece en la guía en un orden aleatorio, y por eso puede ser utilizada en reemplazo de la Tabla de Dígitos Aleatorios.

Por ejemplo:

Nombre	Teléfono	Nombre	Teléfono
.....	636 – 4720	.....	.....
.....	634 – 4486	.....	.....
.....	636 – 0108	.....	.....
.....	636 – 1746 (*)	.....	.....
.....	634 – 5924	.....	.....
.....	635 – 1122	.....	.....
.....	635 – 1391	.....	.....
.....	634 – 0546	.....	.....
.....	636 – 1873	.....	.....

Para seleccionar una secuencia de números aleatorios, como es la exigencia de selección de una *m.c.s.*, se procede como indicado a seguir (suponiendo que se deba seleccionar 10 números entre 01 y 99):

- 1º se abre la guía telefónica en una página cualquier (mejor solicitar que otra persona lo haga, evitando con eso interferencia en la elección de la página);
 - 2º con los ojos cerrados se apunta y marca un punto cualquier de la página abierta;
 - 3º como necesitamos de números con dos dígitos y la secuencia es constituida de cuatro dígitos, hay que decidir previamente se tomamos los dos primeros dígitos, los dos últimos, los centrales o el primer y el último;

- 4º suponiendo que haya sido marcado el número señalado en el ejemplo presentado con (*) y que se haya decidido considerar los dos primeros, la secuencia sería: 17; 59; 11; 13; 05; 18;... etc., hasta completar los 10 números; caso se tome los dos últimos dígitos la secuencia sería: 46; 24; 22; 91; 46; 73;...etc. (ocurriendo repetición de números, como es el caso del 46 en esa secuencia, debe-se eliminarlo, haciendo su sustitución por el siguiente, hasta completar el total de números necesarios).

VII. Referencias bibliográficas

1. DIAS, J.C.P.; SILVEIRA, A.C.; SCHOFIELD C.J The impact of Chagas disease
2. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. *Informe de um Grupo de Estudio Sobre Estrategias de Control de la Enfermedad de Chagas*. Washington: PAHO, 1984, 58p.: il
3. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. *I Reunión de la Comisión Intergubernamental del Cono Sur para la Eliminación de T.infestans y la Interrupcion de la Transmision la Tripanosomiasis Americana Transfusional*. Ed. OPS/HCP/HCT/PNSP/92.18, Buenos Aires, 1992.
4. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Iniciativa Cono Sur. *Informe del Taller sobre definición de indicadores para la certificación de la eliminación del Triatoma infestans*, OPS/HCT/94-20, 1993.
5. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. *Guía de Evaluación de los procesos de control de triatominos y del control de la transmisión transfusional de T. cruzi*. Ed. OPS/HCP/HCT/196/02, Montevideo, Uruguay, 2002.
6. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. *Informe de la Reunión Internacional para el establecimiento de criterios de certificación de la eliminación de Rhodnius prolixus*. Ed. OPS/DPC/CD/245/03, Guatemala, 2003.
7. RABINOVICH, J.E.; WISNIVESKY-COLLI, C.; SOLARZ, N.D.; GURTNER, R.E. Probability of transmission of Chagas disease by *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) in an endemic area of Santiago del Estero, Argentina. *Bull. World Health Organization* 68: 737-746, 1990.
8. SCHMUNIS, G.A. ; ZICKER, F.; MONCAYO, A. Interruption of Chaga's disease transmition through vector elimination. *The Lancet* 348: 1171, 1996
9. SCHOFIELD, C.J. The behavior of Triatominae (Hemiptera, Reduviidae): a review. *Bull. Ent. Res.* 69: 363-379, 1979.
10. SILVEIRA, A . C. Indicadores operacionais para um programa de eliminação do *Triatoma infestans*. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 26 (Supl III): 51-54, 1993.

11. SILVEIRA, A. C.. Profilaxia. *In: Trypanosoma cruzi e Doença de Chagas.* 2.ed. Rio de Janeiro, Guanabara-KOOGAN, p. 75-87, 1999
12. SILVEIRA, A.C. Modelos alternativos de vigilância e controle da doença de Chagas para fases avançadas dos programas. *In: Grupo de Trabajo OPS para Consulta en Planificación Operativa, Estrategia y Evaluación de Etapas Avanzadas de Control Antivectorial en Enfermedad de Chagas.* Montevideo, Uruguay, 13 y 14 de noviembre de 2001. (OPS/HCP/HCT/194/01)
13. WHO Control of Chaga's disease. Report Expert Committee. Geneve. *Technical Report Series 811*, 95 p., 1991.
14. WHO Control of Chaga's disease. Report Expert Committee. Geneve. *Technical Report Series 905*, 95 p., 2000.

Bibliografía Recomendada

Textos clásicos y completos

- A.1. COCHRAN, W.G. *Sampling Techniques.* 3rd. ed. Wiley, New York, 1977.
- A.2. HANSEN, M.H.; HURWITZ, W.N. and MADOW, W.G. *Sample Survey Methods and Theory.* Vol. 1 and 2. Wiley, New York, 1953.
- A.3. KISH, L. *Survey Sampling.* Wiley, New York, 1965.
- A.4. SUKHATME, P.V. *Sampling Theory of Surveys and Applications.* Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1954.
- A.5. YATES, F. *Sampling Methods for Censuses and Surveys.* 3rd ed, . Hafner Publishing Co. New York, 1960

Textos para estudios iniciales

- A.6. KALTON, G. *Introduction to Survey Sampling .* Sage Publications. Newbury Park, 1983.
- A.7. LEVY, P. and LEMESHOW, S. *Sampling for Health Professionals.* Lifetime Learning Publications, 1980.

- A.8. LEVY, P. and LEMESHOW, S. Sampling of Populations: Methods and Applications. Wiley, New York, 1991.
- A.9. SCHEAFFER, R.L.; MENDENHALL, W. and OTT, L. Elementary Survey Sampling. 2nd ed. Duxbury Press, Scituate, M.A., 1979.
- A.10. SUDMAN, S. Applied Sampling. Academic Press, New York, 1976.