

GRUPO CONSULTIVO ESTRATÉGICO Y TÉCNICO PARA
ENFERMEDADES TROPICALES DESATENDIDAS

GRUPO DE TRABAJO SOBRE MONITOREO Y EVALUACIÓN

DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UNA
ENCUESTA SOLO SOBRE TRIQUIIASIS-TRACOMATOSA



Organización
Mundial de la Salud

Diseño y validación de una encuesta solo sobre triquiiasis-tracomatosa

Grupo Consultivo estratégico y técnico para enfermedades tropicales desatendidas
Grupo de trabajo sobre Monitoreo y evaluación

WHO/HTM/NTD/PCT/2017.08

© Organización Mundial de la Salud 2017

Algunos derechos reservados. Esta obra está disponible en virtud de la licencia 3.0 OIG Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual de Creative Commons (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>).

Con arreglo a las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la OMS refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la OMS. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse la siguiente nota de descargo junto con la forma de cita propuesta: «La presente traducción no es obra de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La OMS no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en inglés será el texto auténtico y vinculante».

Toda mediación relativa a las controversias que se deriven con respecto a la licencia se llevará a cabo de conformidad con las Reglas de Mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

Forma de cita propuesta. Diseño y validación de una encuesta solo sobre triquiasis-tracomatosa; Grupo consultivo estratégico y técnico para enfermedades tropicales desatendidas, Grupo de trabajo sobre Monitoreo y evaluación, Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2017. (WHO/HTM/NTD/PCT/2017.08) Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Catalogación (CIP): Puede consultarse en <http://apps.who.int/iris>.

Ventas, derechos y licencias. Para comprar publicaciones de la OMS, véase <http://apps.who.int/bookorders>.

Para presentar solicitudes de uso comercial y consultas sobre derechos y licencias, véase <http://www.who.int/about/licensing>.

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo cuadros, figuras o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. Recae exclusivamente sobre el usuario el riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros.

Notas de descargo generales. Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la OMS, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la OMS los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

La OMS ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la OMS podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Contenido

Abreviaturas.....	iv
Agradecimientos	v
1. Historial.....	1
2. Simulaciones con datos existentes	2
3. Cicatrización conjuntival y triquiasis del párpado inferior.....	6
4. Diseño del bosquejo.....	6
5. Validar el diseño del bosquejo: precisión	6
6. Validar el diseño del bosquejo: costo	15
7. Discusión	17
8. Recomendaciones.....	18

Abreviaturas

TF	inflamación tracomatosa — folicular
TT	triquiasis tracomatosa
TS	cicatrización tracomatosa
OMS	Organización Mundial de la salud

Agradecimientos

Este informe fue preparado por Rebecca Mann Flueckiger, Paul Courtright, David C.W. Mabey, Rachel L. Pullan y Anthony W. Solomon.

Los ministerios de salud de Camerún, Chad, Uganda y la República Unida de Tanzania realizaron el trabajo de campo. El apoyo y la supervisión del trabajo de campo fueron proporcionados por Lucienne Bella Assumpta, Gilbert Baayenda, Jérôme Bernasconi, Epée Emilienne, George Kabona, Mathias Kamugisha, Edward Kirumbi, Endo Mwingira, Jeremiah Ngondi y Patrick Turyaguma.

Christopher Fitzpatrick, Katherine Gass, Charles Opondo y Rebecca Willis contribuyeron al desarrollo metodológico y al análisis de datos.

1. Antecedentes

1,1 La quincuagésima primera Asamblea de la Salud Mundial aprobó la resolución WHA51.11 en 1998, que busca la eliminación mundial del tracoma como problema de salud pública para el 2020 (1). La estrategia recomendada para lograr ese objetivo está encapsulada por las siglas "SAFE", que representa: La cirugía para los individuos con triquiasis tracomatosa (TT; la última etapa que causa ceguera por tracoma); y Antibióticos, Limpieza Facial y Mejoramiento ambiental (2). Las intervenciones A, F y E se llevan a distritos enteros en los que el tracoma activo (inflamatorio) es común para tratar la infección ocular causada por *Chlamydia trachomatis*, el agente causal del tracoma y reduce de manera sustentable su transmisión.

1,2 En una serie de reuniones científicas mundiales sobre tracoma (3-6), los umbrales de eliminación para el tracoma se definieron como prevalencia del signo de tracoma activo "inflamación tracomatosa — folicular" (TF) (7) de < 5% en niños de 1 a 9 años de edad, y una prevalencia de TT (7) desconocido para el sistema de salud de <0,2% en adultos de edad ≥ 15 años (8). La prevalencia de estos signos debe medirse a nivel distrital, donde los distritos son "la unidad administrativa para la gestión de atención en salud", que "para propósitos de claridad, consiste en una unidad de población entre 100 000 – 250 000 personas" (5).

1,3 La Organización Mundial de la Salud (OMS) apoya el uso de encuestas de prevalencia basada en la población para estimar la prevalencia del tracoma (9). En general, la prevalencia de TF en niños de 1 a 9 años de edad y la prevalencia de TT en adultos de edad ≥ 15 años se mide al mismo tiempo en cualquier distrito que se está encuestando. Este fue el enfoque del Proyecto de Mapeo Mundial de Tracoma (10), que emprendió encuestas de línea base en >1500 distritos a nivel mundial con el fin de proporcionar los datos requeridos para iniciar intervenciones donde sea necesario (11).

1,4 El diseño de la encuesta recomendado por la OMS es una encuesta de muestreo aleatorio de dos etapas, que utiliza la probabilidad proporcional al muestreo de tamaño para seleccionar 20-30 aldeas (9), y muestreo aleatorio, sistemático o cuasi-aleatorio para seleccionar 25 – 30 hogares en cada una de las aldeas (10). En la mayoría de las encuestas, se examina a todo el que tiene ≥ 1 año que vive en hogares seleccionados.

1,5 Por lo general, las encuestas se alimentan para estimar la prevalencia de TF en niños de 1 – 9 años (9, 10). TF es más común en los niños pequeños, mientras que el TT se vuelve cada vez más común con el aumento de la edad (12 – 15); también es un signo mucho menos común que el TF en la población en conjunto. Debido a esto, y debido a que el número de adultos mayores de 15 años de edad que residen en un grupo de hogares seleccionados a menudo no es mucho más que el número de niños de 1 a 9 años de edad residentes en esos hogares, el número de adultos examinados en una encuesta generalmente no es suficiente para la estimación de la prevalencia de TT con buena precisión. Estas encuestas simplemente aceptan la poca precisión en la estimación de TT (6, 9, 10).

1,6 Debido a que el TT es la fase cegadora del tracoma, el manejo clínico adecuado de TT (16-18) es la prioridad de los programas de eliminación del tracoma. Obtener datos precisos sobre la prevalencia de TT ayuda a los programas a planificar los servicios quirúrgicos, supervisar el progreso y evaluar si el componente de triquiasis de la eliminación del tracoma se ha logrado con éxito.

1,7 Existen cuatro escenarios en los que se puede justificar una encuesta solo de TT.

- 1) Si en la encuesta de línea base, la prevalencia estimada de TF en niños de 1 a 9 años es de < 5% y de TT en adultos es $\geq 0,2\%$, una encuesta de impacto para medir de nuevo la

prevalencia del TF no está indicada; después de las intervenciones, se indica una encuesta solo de TT para volver a estimar la prevalencia de TT.

- 2) Si en la encuesta de vigilancia, la prevalencia estimada de TF en los niños de 1 a 9 años es de $< 5\%$ y de TT en adultos es $\geq 0,2\%$, las encuestas adicionales para medir de nuevo la prevalencia del TF no se indican; después de las intervenciones, se indica una encuesta solo de TT para volver a estimar la prevalencia de TT.
- 3) Si una encuesta en cualquier etapa del programa estimara la prevalencia de TT con un enfoque metodológico cuestionable, el programa tal vez desee realizar un estudio solo de TT.
- 4) Si en la encuesta de línea base, la prevalencia estimada de TF en niños de 1 a 9 años es $\geq 30\%$ y de TT en adultos es $\geq 0,2\%$, por lo menos 5 años de intervenciones A, F y E se recomiendan antes de una encuesta de impacto para medir de nuevo la prevalencia del TF. Durante este tiempo, el programa tal vez desee emprender una encuesta solo de TT para evaluar los avances en el atraso del acumulo de TT, facilitando los ajustes en la entrega de las intervenciones de S, si es necesario.

1,8 El trabajo descrito en este informe fue encargado por la OMS para orientar las recomendaciones para optimizar el diseño de un estudio solo de TT. Hacer ese trabajo proporcionó la oportunidad de evaluar también la precisión de las estimaciones de prevalencia de TT en general.

2. Simulaciones con datos existentes

2,1 Se realizaron simulaciones para comprender mejor dos de los parámetros clave que influyen en el diseño de una encuesta solo de TT: la distribución de la edad de TT, y la medida en que las observaciones de la presencia o ausencia de TT se correlacionan dentro de los clústeres, expresado como el efecto de diseño.

2,2 Los Ministerios de Salud de Benín, Malawi y Nigeria amablemente proporcionaron conjuntos de datos de 271 encuestas emprendidas entre 2012 y 2016 con el apoyo del Proyecto Mundial de Mapeo de Tracoma (10, 19 – 26). Cada una de estas encuestas empleó la metodología de la encuesta de prevalencia basada en la población (10) descrita en los párrafos 1.3 – 1.5 arriba descritos. Todas las encuestas se realizaron antes de agregar la colección de datos sobre la presencia o ausencia de cicatrización tracomatosa (TS) de la conjuntiva (7) en los ojos con triquiasis (6) dentro de los sistemas de capacitación y trabajo de campo del Proyecto Mundial de Mapeo de Tracoma (27, 28): estos conjuntos de datos, por lo tanto, incluyen información sobre todas las trichiasis, independientemente de la presencia o ausencia de TS, y no es posible suponer en relación a la etiología de los casos. Las series de datos incluidos representaron una diversidad de situaciones epidemiológicas para la triquiasis (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de los datos de encuestas utilizados en las simulaciones

País ([Estado], donde aplica)	Número de encuestas	Rangos de las prevalencias de triquiasis en adultos de edad \geq 15 años (%)
Benín	27	0.1–1.9
Malawi	24	0.0–0.6
Nigeria [Bauchi]	20	0.1–3.3
Nigeria [Benue]	23	0.0–0.4
Nigeria [FCT]	6	0.0–0.3
Nigeria [Gombe]	11	0.5–3.9
Nigeria [Jigawa]	4	1.9–3.1
Nigeria [Kaduna]	23	0.0–0.8
Nigeria [Kano]	44	0.0–2.9
Nigeria [Katsina]	34	0.0–3.6
Nigeria [Kebbi]	2	0.4–1.8
Nigeria [Kogi]	4	0.0–0.0
Nigeria [Kwara]	8	0.0–0.2
Nigeria [Níger]	25	0.0–0.4
Nigeria [Sokoto]	3	0.3–1.0
Nigeria [Taraba]	13	0.0–0.8

2,3 Uso del paquete `sqldf` en R (29), las prevalencias de triquiasis por edad y género se calcularon usando el mismo abordaje que el utilizado por el Proyecto Mundial de Mapeo de Tracoma (10). Los datos crudos fueron agrupados por clúster, luego edad y género. Para cada clúster, se determinó el número de individuos examinados y el número observado con triquiasis para cada edad y grupo de género; entonces la proporción de individuos con triquiasis en ese grupo fue ponderada por la proporción de residentes que se esperaba que tuvieran esa edad y género (con datos poblacionales subyacentes derivados de www.worldpop.org, utilizando la herramienta de estadística de zona en ArcGIS 10,3 (30)). La suma de proporciones ponderadas dentro de un clúster produjo la proporción de nivel de clúster ajustada por edad y género para los adultos de edad \geq 15 años. Se calculó la media de las proporciones a nivel de clúster para determinar las prevalencias ajustadas a nivel de encuesta resumidas en el Tabla 1 y que se presentan con más detalle en otras partes (19 – 26). Se calculó la media de las proporciones de triquiasis específicas por edad a través de todos los clústeres para explorar la distribución de la edad de la triquiasis en cada encuesta, y se calculó la media del nivel de la encuesta específica a edad de las prevalencias fue calculada para generar las curvas de prevalencia edad-específicas para cada país (Fig. 1).

2,4 Estos datos indican que la triquiasis se manifiesta por primera vez en estas poblaciones a una edad de unos 30-40 años, y aumenta con el aumento de la edad de allí en adelante, pero que al menos haya heterogeneidad moderada entre los ajustes.

Fig. 1. Prevalencia por edad de triquiasis por encuesta (unidad de evaluación, UE) y país (Benín, Malawi y Nigeria), Proyecto Mundial de Mapeo de Tracoma, 2012-2016

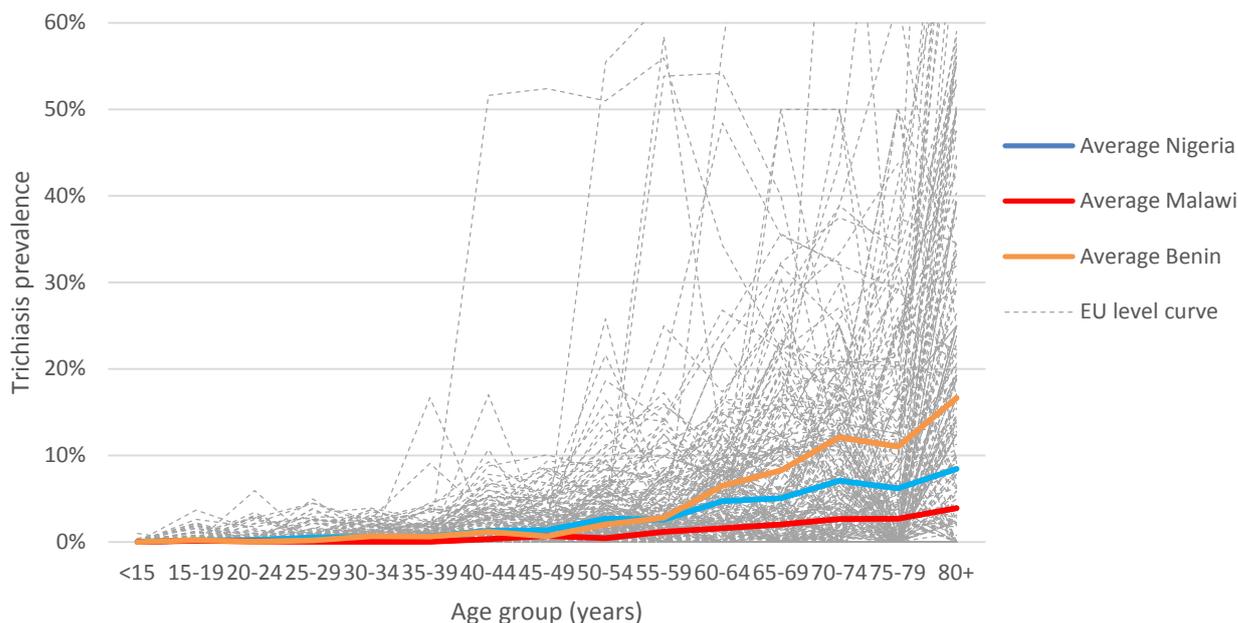


Tabla 2. Proporción de casos de triquiasis dentro de los diferentes grupos de edad, por país (Benín, Malawi y Nigeria), Proyecto Mundial de Mapeo de Tracoma, 2012 – 2016

País	Proporción (%) de todos los casos de triquiasis en sujetos, por edad		
	≥ 15 años	≥ 30 años	≥ 40 años
Malawi	100	92	89
Benín	99	95	85
Nigeria	97	92	83

Entre los países, la proporción de todos los casos de triquiasis en los de edad ≥ 40 años varía más que la proporción de todos los casos de triquiasis en los de ≥ 15 años edad (Tabla 2).

2,5 El efecto de diseño (para las observaciones de triquiasis en los de ≥ 15 años) que surgían del diseño de clúster - muestreo fue calculado para cada encuesta como *efecto de diseño* = $1 + m\alpha^2\mu$, donde m es tamaño clúster, α es desviación estándar sobre la media y el μ es la prevalencia media. Los efectos de diseño variaron de 1,1 a 5,1, con el valor de 5,1 siendo un atípico que colocó un intervalo considerable por encima del resto de los valores observados. Debido a que la gran mayoría de los efectos de diseño se contenían dentro de un rango numérico estrecho (Tabla 3), se consideró que el uso de un efecto de diseño universal para las encuestas solo de TT sería apropiado. Ordenado de menor a mayor, el 75 percentil de efectos de diseño fue de 1,47.

Tabla 3. Distribución de efectos de diseño para triquiiasis (Benín, Malawi y Nigeria), Proyecto Mundial de Tracoma, 2012-2016

Efecto de diseño	Porcentaje acumulativo
1,0	23.8%
1.0–1.5	76.2%
1.0–2.0	91.7%
1.0–2.5	97.7%
1.0–3.0	98.6%
1.0–3.5	99.1%
1.0–4.0	99.5%
1.0–4.5	99.5%
1.0–5.1	100.0%

2,6 Para investigar lo que podría requerirse de una encuesta de solo TT con el fin de estimar la prevalencia de TT en diferentes rangos de edad, se hicieron los siguientes supuestos:

1. Las intervenciones reducen la prevalencia de TT uniformemente en toda la población.
2. El grupo de edad de ≥ 40 años constituye 34% de la población de ≥ 15 años.
3. El grupo de edad de ≥ 40 años incluye 85% de los casos de TT en la población de ≥ 15 años.
4. Se debe utilizar un efecto de diseño de 1,47.

Con estos supuestos, una prevalencia de 0,2% en aquellos de ≥ 15 años correspondería a una prevalencia de 0,5% en el grupo de edad de ≥ 40 años $\left(\frac{0.002 \times 0.85}{0.34}\right)$.

Para estimar una prevalencia prevista del 0,5% con una precisión absoluta de $\pm 0,25\%$, el tamaño de la muestra sería el siguiente:

$$n = \text{efecto de diseño} \times \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}\right) = 1.47 \times \left(\frac{1.96^2 \times 0.005(1-0.005)}{0.0025^2}\right)$$

donde z = el desvío estándar normal correspondiente a los intervalos de confianza del 95%, p = la prevalencia prevista, y e = la precisión absoluta deseada, expresada como la mitad del ancho del intervalo de confianza deseado.

Esto da un tamaño de la muestra de **4496 adultos de ≥ 40 años.**

El tamaño de la muestra disminuye a medida que el grupo de edad muestreado se amplía (Tabla 4) porque la varianza aumenta a medida que la proporción prevista aumenta hacia el 50%, luego disminuye de nuevo más allá del 50%. Si la precisión absoluta requerida se mantiene constante, entonces, un tamaño de muestra más grande es necesaria cuanto más cerca al 50% se encuentre la prevalencia prevista, para permitir que la señal sea discernida más allá del ruido.

Tabla 4. Cálculos alternativos de tamaño de muestra para diferentes grupos de edad y precisiones, efecto de diseño = 1,47

Grupo de edad muestreado	Esperado prevalencia (%)	Precisión absoluta			
		± 0.15%	± 0.20%	± 0.25%	± 0.50%
≥ 15 años	0,2	5010	2818	1803	451
≥ 40 años	0,5	12487	7024	4496	1124

2,7 En los 271 conjuntos de datos de la encuesta del Proyecto de Mapeo Mundial de Tracoma de Benín, Malawi y Nigeria, hubo una media de 3,0 (rango de nivel de encuesta en las medias 1.4 – 6.1) personas de edad ≥ 15 años por hogar seleccionado; una media de 2,3 (1.2 – 4.6) personas de edad ≥ 30 años por hogar seleccionado; y una media de 1,5 (1.0 – 2.2) personas de edad ≥ 40 años por hogar seleccionado. Si se muestrean 30 hogares por clúster (como se hizo con frecuencia dentro del Proyecto de Mapeo Mundial de Tracoma), se necesitarían 32 clústeres para incluir a 2818 residentes de edad ≥ 15 años, ignorando los que no responden.

3. Cicatrización conjuntival y triquiasis del párpado inferior

3,1 La Segunda Reunión Científica Mundial sobre Triquiasis Tracomatosa (Ciudad del Cabo, noviembre de 2015) (6) analizaron los criterios para el diagnóstico de TT en las encuestas de prevalencia. La reunión propuso que la definición de TT se cambiara para requerir triquiasis (o evidencia de la depilación reciente de las pestañas invertidas) Y YA SEA (i) la presencia de TS en el mismo ojo, o (ii) la incapacidad del graduador de revertir el párpado para examinar la conjuntiva. (Asumiendo que el graduador es competente y experimentado, la incapacidad de revertir el párpado es generalmente debido a la falta de pestañas – a menudo debido a la depilación – y/o un párpado fuertemente cicatrizado y rígido.) Esta propuesta no fue plenamente aceptada. En su lugar, la reunión recomendó que la recopilación de datos sobre TS continuara, y la pregunta se revisara en una fecha posterior.

3,2 La reunión también recomendó que se recolectaran datos sobre la triquiasis del párpado superior e inferior en las encuestas de prevalencia de tracoma (6).

4. Diseño del bosquejo

4,1 El bosquejo del diseño para una encuesta solo de TT es una encuesta de prevalencia basada en la población diseñada para estimar, con una precisión absoluta de ± 0,20%, una prevalencia de TT prevista de 0,2% en adultos de edad ≥ 15 años, utilizando un efecto de diseño de 1,47. Como se muestra en la Tabla 4, se estima que se deben examinar 2818 adultos de edad ≥ 15 años.

4,2 Un abordaje alternativo, tal como se utiliza actualmente por lo menos por un programa nacional de eliminación de tracoma, sería de estructurar la encuesta para incluir solo a los adultos de ≥ 40 años. El ejercicio de validación fue diseñado para probar ambos enfoques potenciales.

5. Validar el diseño del bosquejo: precisión

5,1 Para probar la validez del diseño propuesto y comparar los costos relativos de diferentes abordajes con la precisión alcanzada, se implementaron cuatro encuestas a nivel de distrito basadas en campo en 2016. Cuatro distritos (Am-Timan, Chad; Budaka, Uganda; Monduli, República Unida de Tanzania; y Touboro, Camerún) fueron encuestados. Los cuatro distritos (Fig. 2) estaban en

diferentes etapas de progreso hacia la eliminación del tracoma. Las características de los cuatro distritos se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5. Características de cuatro distritos implicados en el ejercicio de validación de la encuesta de solo triquiiasis tracomatosa (TT), 2016

Distrito	Población	Proporción de personas ≥ 15 años de edad y ≥ 40 años (%)	Estimación de la prevalencia de la línea base de TT en aquellos de ≥ 15 años (%) [año de la encuesta]	Estimación de la prevalencia de la línea base TF en aquellos de edades de 1 a 9 años (%) [año de la encuesta; año AMM comenzado]	Próxima estimación de prevalencia de TF (año)	Fundamentos para la realización de una encuesta solo de TT ¹
Am-Timan, Chad	233 447	30	6.2 [2002]	26.9 [2002, 2014]	2017	(3) ²
Budaka, Uganda	192 853	28	3.1 [2012]	2.2 [2012, no indicado]	No indicado	(1)
Monduli, República Unida de Tanzania	174 482	34	5.5 [2004]	57.6 [2004, 2015]	2018	(4)
Touboro, Camerún	287 087	35	0.5 [2011]	3.0 [2011, no indicado]	No indicado	(1)

AMM, administración masiva de medicamentos; TF, inflamación folicular tracomatosa⁻¹

Los fundamentos se han codificado aquí usando las mismas designaciones que en el párrafo 1,7 de este informe, principalmente: (1) si en la encuesta de línea base, la prevalencia estimada de TF en niños es de $< 5\%$ y de TT en adultos es $\geq 0,2\%$, una encuesta de impacto para medir de nuevo la prevalencia del TF no está indicada; después de las intervenciones, se indica una encuesta solo de TT para volver a estimar la prevalencia de TT; (3) Si una encuesta en cualquier etapa del programa estimara la prevalencia de TT con un abordaje metodológico cuestionable, el programa tal vez desee realizar una encuesta solo de TT; (4) si en la encuesta de línea base, la prevalencia estimada de TF en niños es $\geq 30\%$ y de TT en adultos es $\geq 0,2\%$, al menos 5 años de intervenciones de A, F y E se recomiendan antes de una encuesta de impacto para medir de nuevo la prevalencia del TF. Durante este tiempo, el programa tal vez desee emprender una encuesta solo de TT para evaluar los avances en el atraso del acumulo de TT, facilitando los ajustes en la entrega de las intervenciones de S, si es necesario.

² Encuesta de línea base realizada a nivel regional.

5,2 Los protocolos fueron aprobados por el Ministerio de Salud Pública de Camerún (18 de julio de 2016); el Ministerio de Salud de Chad (002/PR/PM/MESRS/SG/CNBT/2014); el Ministerio de Salud de Uganda (HS 2012); el Instituto Nacional de Investigación Médica, República Unida de Tanzania (NIMR/HQ/R. 8a/Vol. IX/2085); y el Comité de Ética de la Investigación de la Escuela de Lóndres de Higiene y Medicina Tropical (10360).

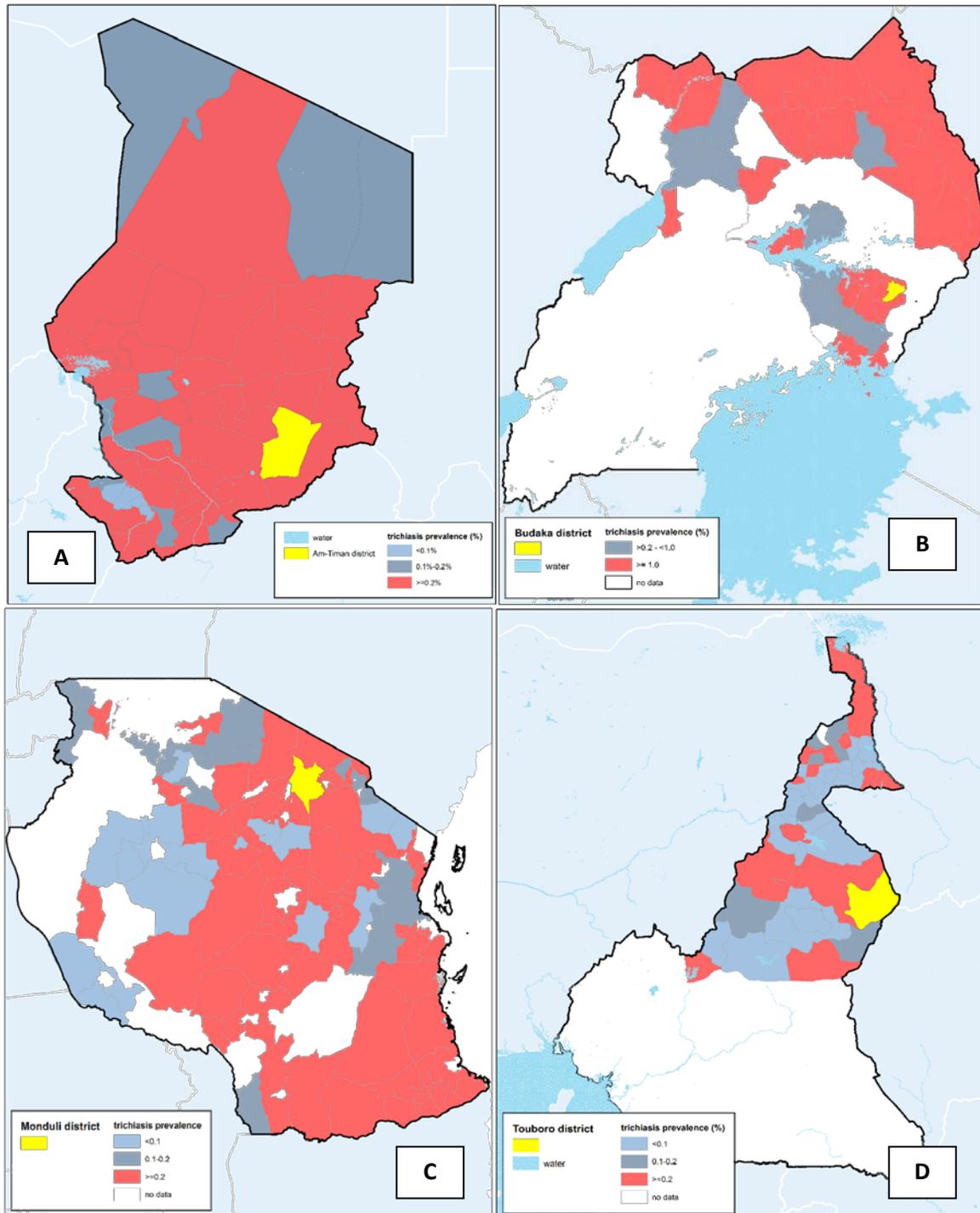
5,3 Para maximizar la calidad de la encuesta, un panel de expertos ideó un sistema estandarizado para entrenar a los equipos de campo. El programa de capacitación y los materiales de capacitación se basaron en los desarrollados por el Proyecto Mundial de Mapeo para Tracoma (27). La capacitación incluyó un examen clínico estructurado objetivo (OSCE) para los calificadores, para proporcionar un método estandarizado para evaluar la preparación de los calificadores para contribuir al trabajo de campo. El trabajo de campo comenzó inmediatamente después de la capacitación de tres días.

5,4 Se realizó un sobre muestreo en cada encuesta para generar datos para simulaciones posteriores: Se muestrearon 60 clústeres por distrito. En los 60 clústeres en Monduli, y en la mitad (30) de los clústeres en Am-Timan, Budaka y Touboro, todos los individuos que dieron su consentimiento de ≥ 1 año que vivían en hogares seleccionados fueron incluidos. En los otros 30 clústeres de Am-Timan, Budaka y Touboro, los individuos que dieron su consentimiento de ≥ 40 años que vivían en los hogares seleccionados fueron incluidos.

Los individuos participantes fueron examinados por un calificador certificado usando lupas binoculares $\times 2,5$ y una antorcha. Los ojos que se observaron tenían triquiasis fueron evaluados más a fondo por la presencia o ausencia de TS, con TT definidos como la presencia de triquiasis, además de la presencia de TS o una incapacidad para voltear el párpado en el mismo ojo.

Fig 2. Localización de distritos encuestados en el ejercicio de validación de encuestas solo de triquiasis tracomatosa, 2016, y los datos de prevalencia de triquiasis más recientes en los distritos circundantes (31, 32)

A, Am-Timan; B, Budaka; C, Monduli; D, Touboro



Monduli desplegó 12 calificadoros y cada uno registró sus propios datos. Los equipos de la encuesta en Am-Timan, Budaka y Touboro fueron compuestos cada uno de un calificador más un registrador designado; un total de cuatro calificadoros y cuatro registradores en Am-Timan; seis calificadoros y seis registradores en Budaka; y cinco calificadoros y cinco registradores en Touboro.

Los datos se introdujeron en los ENLACES (33), la aplicación de recopilación de datos basada en teléfono Android utilizada en 29 países para el Proyecto Mundial de Mapeo para Tracoma, y otros seis países para las encuestas de otras enfermedades tropicales desatendidas. Se utilizaron las mejores prácticas para la gestión de datos, incluyendo el uso de administradores de datos externos (objetivos), el cálculo regular de estadísticas descriptivas y la generación de mapas de puntos que muestran ubicaciones de clústeres para comparar con shapefiles del distrito. Los datos se almacenaron en un servidor seguro del cual se realizó una copia de seguridad cada hora. Los juegos de datos brutos y limpios, el registro de limpieza de datos y las estimaciones de prevalencia ajustada por edad y por sexo fueron revisadas y aprobadas por el Ministerio de salud pertinente.

5,5 Todos los análisis se realizaron con R (29, 34-38). La prevalencia fue calculada utilizando las metodologías establecidas por el Proyecto Mundial de Mapeo de Tracoma (10), como se describe en la sección 2,3. Esto implicaba el cálculo de las proporciones a nivel de clúster ajustadas por edad y género de las personas con triquiasis, y luego tomando la media de las proporciones ajustadas a nivel de clúster como la prevalencia a nivel distrital. A los efectos de este ejercicio de validación, se emprendió el ajuste de edad y género para calcular las prevalencias ajustadas a nivel distrital para los niños de ≥ 15 años y ≥ 40 años de edad. Para calcular los intervalos de confianza, se realizó bootstrapping (39) con reemplazo de más de 10 000 replicaciones, primero remuestreando los 60 clústeres (para determinar los intervalos de confianza del 95% de la prevalencia "verdadera") y remuestreando 30 clústeres; en cada conjunto de bootstrapping, los percentiles 2.5 y 97.5 de los medios ordenados así obtenidos se utilizaron como los límites inferior y superior, respectivamente, del intervalo de confianza.

5,6 Los números de hogares inscritos, personas examinadas, y prevalencias y efectos de diseño para diferentes grupos de edad, se resumen para cada distrito en la Tabla 7. Las distribuciones de frecuencia de las estimaciones de prevalencia para los niños de ≥ 15 años y ≥ 40 años de edad, derivadas de bootstrapping, se muestran con fines ilustrativos en la Figura 3.

5,7 Las estimaciones de prevalencia producidas con datos, ya sea de 30 o de 60 clústeres fueron similares, como se muestra en la Tabla 6 de los de ≥ 40 años.

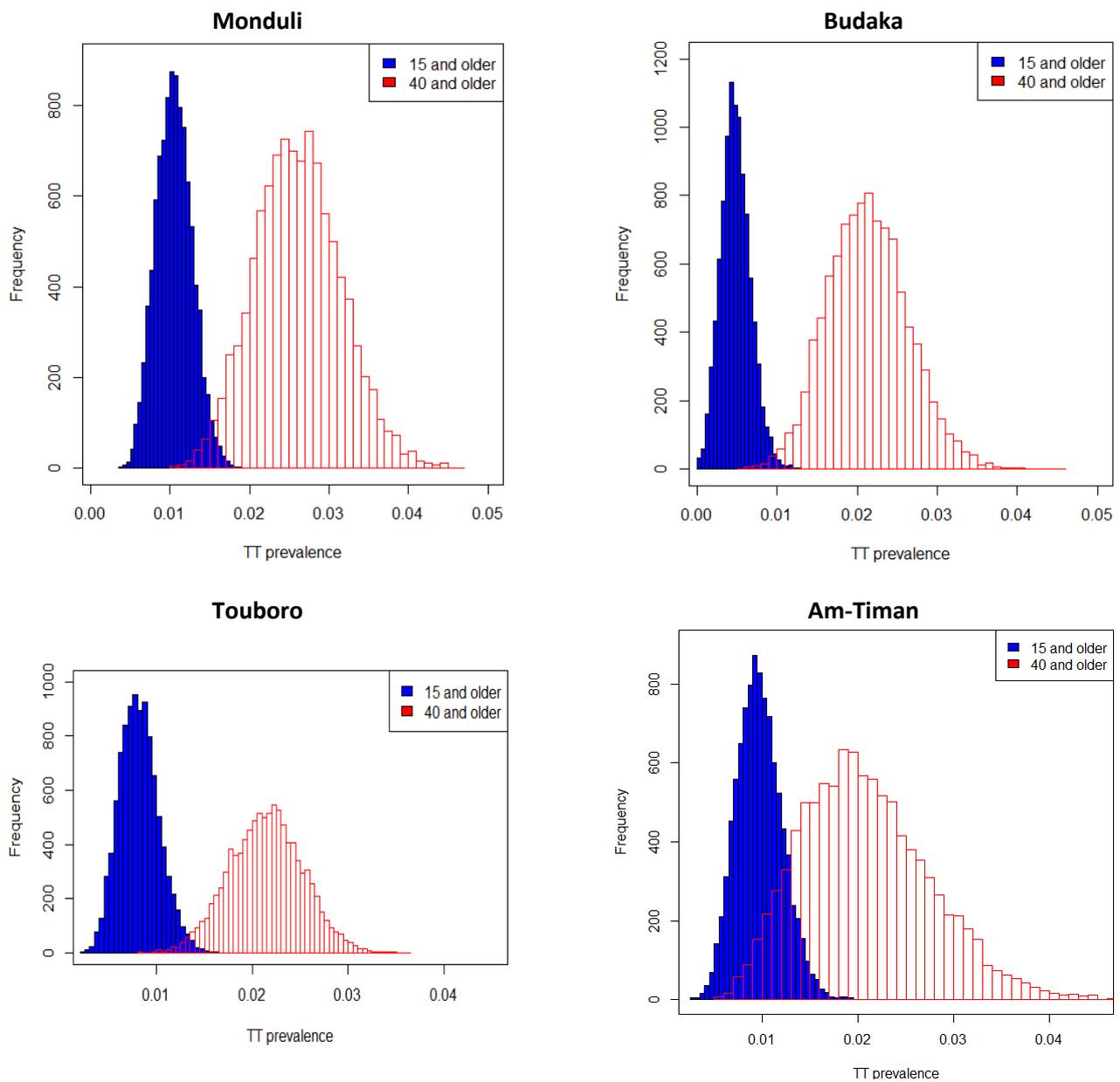
Tabla 6. Estimaciones de prevalencia de Triquiasis tracomatosa de ≥ 40 años de edad, con límites de intervalo de confianza (IC) del 95%, determinados por bootstrapping con (a) muestras de 60 clústeres, versus (b) muestras de 30 clústeres, con reemplazo, en cada muestra de bootstrap, más de 10 000 replicas

Distrito	60 clústeres			30 clústeres		
	Estimación de la prevalencia (%)	Límite inferior de 95% IC (%)	Límite superior de 95% IC (%)	Estimación de la prevalencia (%)	Límite inferior de 95% IC (%)	Límite superior de 95% IC (%)
Am-Timan	2,3	1,9	3,9	2,3	1,5	4,4
Budaka	2,4	1,7	3,1	2,4	1,5	3,4
Monduli	3,0	2,1	4,1	3,0	1,8	4,6
Touboro	2,0	1,4	2,6	2,0	1,3	3,0

Tabla 7. Resumen de los resultados del ejercicio de validación de la encuesta solo de triquiasis tracomatosa (TT), 2016

Distrito (no. de los clústeres, hogares)	Grupo de edad (años)	Personas examinadas	Personas con TT	Proporción de todos los casos de TT en el distrito (%)	Prevalencia de TT de edad bruta específica del grupo (%)	Prevalencia del TT bruto en ≥ 15 años (%)	Prevalencia de TT ajustado por edad y género en ≥ 15 años (%) [95% IC]	Efecto de diseño para TT en ≥ de 15 años	Prevalencia de TT bruto en ≥ 40 años (%)	Prevalencia de TT ajustado por edad y género en ≥ 40 años (%) [95% IC]	Efecto de diseño para TT en ≥ 40 años de edad
Am-Timan (60, 1798)	< 15	1713	0	0,0	0,0	2,5	1,0 [0.5–1.5]	1,2	3,6	2.0 [1.0–3.6]	1,11
	15–39	722	3	10,7	0,4						
	≥ 40	353	25	89,2	7,1						
Budaka (60, 1729)	< 15	2541	0	0,0	0,0	0,9	0,6 [0.3–0.8]	1,2	3,2	2.5 [1.7–3.1]	1,03
	15–39	1542	0	0,0	0,0						
	≥ 40	1340	50	100,0	3,7						
Monduli (60, 1894)	< 15	2877	1	0,7	0,03	1,9	1,2 [0.9–1.7]	3,5	4,4	3.0 [2.1–4.1]	1,05
	15–39	1782	4	2,8	0,2						
	≥ 40	3149	136	96,5	4,3						
Touboro (60, 1816)	< 15	1446	0	0,0	0,0	1,1	0,9 [0.5–1.2]	1,3	2,4	2.0 [1.4–2.6]	1,02
	15–39	1501	4	13,3	0,3						
	≥ 40	1160	17	86,7	2,2						

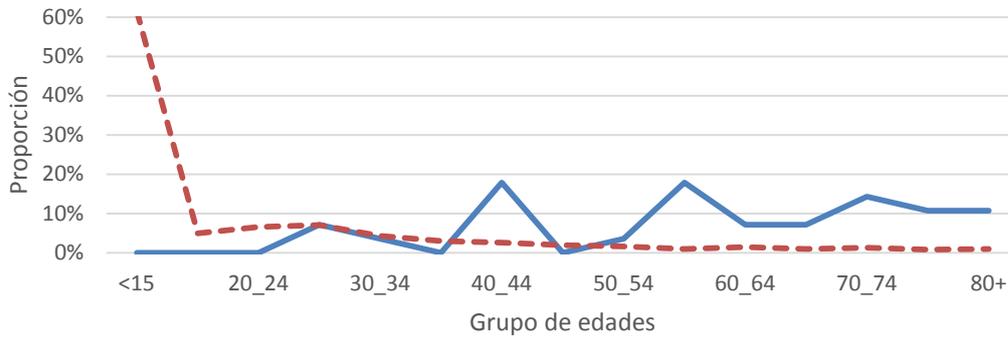
Fig. 3 Las distribuciones de frecuencia estimaciones de prevalencia en ≥ 15 años y ≥ 40 años de edad de triquiasis tracomatosa (TT) obtenidas por muestras bootstrapping de 60 clústeres, con reemplazo, de cada distrito, más de 10 000 replicas



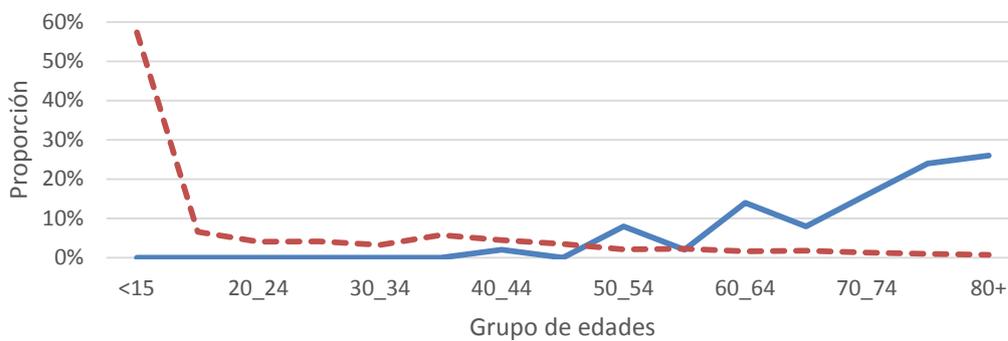
5,8 Como se esperaba, en cada distrito, la mayoría de los casos de TT encontrados estaban en individuos mayores: $> 86\%$ de los casos ocurrieron en personas de ≥ 40 años. Sin embargo, la relación entre la prevalencia estimada en aquellos ≥ 40 años de edad, y la prevalencia estimada en aquellos de ≥ 15 años se extienden de 2,0 a 4,2 (Tabla 7). Además, en Am-Timan y Touboro, la prevalencia de TT picó inesperadamente en las personas de 40 a 44 años (Fig. 4, los paneles (a) y (d)); esto es probable que represente una edad que reporte sesgo en individuos con TT, que es un desafío fundamental introducido por el reclutamiento específico por edad.

Fig. 4. La proporción de todas las personas examinadas (líneas rojas punteadas) y proporción de individuos con triquiasis tracomatosa (líneas azules sólidas), por grupo de edad, en cada distrito

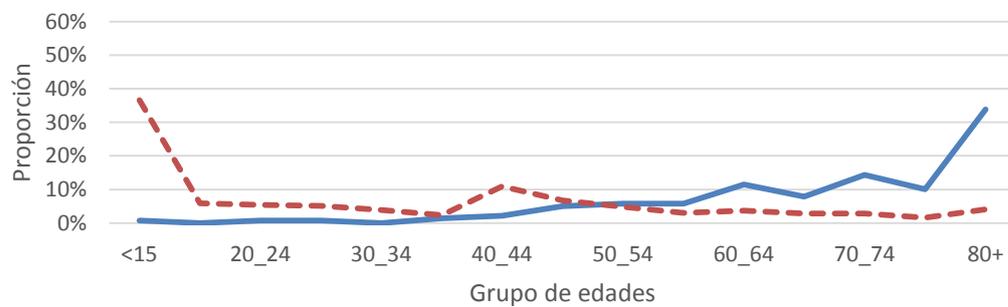
(a) Am-Timan



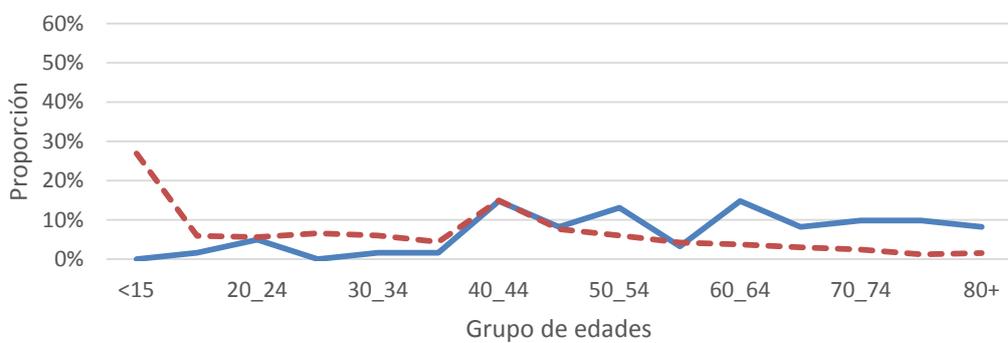
(b) Budaka



(c) Monduli



(d) Touboro



5,9 Aunque el tamaño de la muestra objetivo de individuos de ≥ 15 años es 2818, si 30 hogares se seleccionan por clúster y el número medio de personas de ≥ 15 años por hogar es 2,6 (distrito de Monduli, Tabla 7), la encuesta requeriría 37 clústeres.

Para entender la precisión asociada con la reducción del número de clústeres, los datos del DataSet del distrito de Monduli (en el que todos los años ≥ 1 año fueron invitados a ser examinados) fueron bootstrapped, con reemplazo, más de 10 000 replicaciones; primero seleccionando 30 clústeres, entonces 40 clústeres, entonces 50 clústeres en cada remuestreo. Como era de esperar, la desviación estándar se hace más pequeña y los intervalos de confianza se vuelven más estrictos a medida que se incluyen más clústeres.

Tabla 8. Prevalencia estimada de triquiasis tracomatosa (TT) en ≥ 15 años, con intervalos de confianza (IC) del 95% generados por bootstrapping, con clústeres de reemplazo, 30, 40 o 50 clústeres del conjunto de datos de Monduli, con 10 000 replicas para cada ejercicio

Número de clústeres en cada remuestreo	Prevalencia de TT estimada (%)	Desviación estándar (%)	Límite inferior de 95% IC (%)	Límite superior de 95% IC (%)
30	1,23	0,30	0,69	1,86
40	1,23	0,26	0,77	1,77
50	1,22	0,23	0,80	1,76

6. Validar el diseño del bosquejo: costo

6,1 Para ser factible, una metodología debería permitir que las encuestas se apliquen a un costo tan bajo como sea posible, al tiempo que se sigue proporcionando información epidemiológicamente válida y, por lo tanto, útil para la planificación de programas. Las estimaciones de prevalencia que son incorrectas pueden llevar a que los recursos se dirijan mal a las áreas que no las necesitan (en caso de una prevalencia sobreestimada) o retenidas de las poblaciones que las requieren para preservar la vista. Bajo este contexto, podemos considerar el intercambio entre la precisión y el costo como un problema abordable a través de un análisis de costo-efectividad. El propósito del ejercicio siguiente era comparar el coste y la precisión de examinar solamente éstos de ≥ 40 años con el coste y la precisión de examinar todos aquellos de ≥ 15 años. El tiempo se usó como representante del costo.

6.2 Se exploraron datos de Monduli y Budaka. (En Monduli, todos los individuos que dieron su consentimiento de ≥ 1 año de edad, residiendo en hogares seleccionados fueron incluidos, en los 60 clústeres; en Budaka, el reclutamiento fue igual que en Monduli en 30 clústeres, mientras que en los otros 30 clústeres, los individuos con consentimiento de ≥ 40 años que residen en los hogares seleccionados se incluyeron.) Los sellos de tiempo se registraron automáticamente mediante vínculos en cada instancia de ingreso de datos.

6,3 El tiempo que se requiere para completar cada componente del proceso de recolección de datos se calculó determinando los tiempos medios en todas las observaciones pertinentes. A nivel del clúster, el tiempo transcurrido de la llegada en el clúster (punto de tiempo A) y la llegada en el primer hogar en ese clúster (punto de tiempo B) fue calculado. A nivel hogar, se calculó el tiempo transcurrido desde el punto de tiempo B y el inicio del primer examen clínico en el hogar (punto de tiempo C_1); al igual que el tiempo transcurrido entre el punto B y el final del examen final (*enésimo*) en el hogar (punto de tiempo D_n). A nivel individual, se calculó la diferencia entre el inicio (punto de tiempo C_{1-n}) y el final de cada examen (punto de tiempo D_{1-n}). Finalmente, se calculó el tiempo

transcurrido entre D_n en el hogar final de un clúster y el tiempo de llegada en el clúster (punto de tiempo A) (Tabla 9).

Tabla 9. Tiempos promedio (con intervalos de confianza [IC] del 95%) que se dedican a la realización de cada actividad solo de encuestas para triquiasis tracomatosa en los distritos Monduli y Budaka, 2016

Actividad		Tiempo (h:mm:ss) [IC de 95%]	
		Monduli ¹	Budaka ¹
Preparación para iniciar la recopilación de datos, por clúster		0:40:42 (0:33:15–0:48:10)	0:06:54 (0:04:59–0:08:49)
Establecer y hablar antes del primer examen, por hogar	clústeres de ≥ 1 año	0:03:38 (0:03:05–0:04:10)	0:01:08 (0:01:02–0:01:14)
	clústeres de ≥ 40 años	[no aplica]	0:02:18 (0:01:46–0:02:50)
Examinar individuos, por individuo	clústeres de ≥ 1 año	0:01:27 (0:01:26–0:01:29)	0:00:30 (0:00:29–0:00:30)
	≥ 15 años	0:01:36 (0:01:34–0:01:38)	0:00:33 (0:00:32–0:00:33)
	≥ 40 años de edad	0:01:43 (0:01:40–0:01:45)	0:00:53 (0:00:52–0:00:54)
Tiempo total en el hogar, por hogar	clústeres de ≥ 1 año	0:15:10 (0:13:31–0:16:49)	0:04:58 (0:04:40–0:05:17)
	clústeres de ≥ 40 años	[no aplica]	0:05:00 (0:04:15–0:05:46)
Tiempo total entre hogares, por clúster		0:29:31	3:10:15

¹En Monduli, los equipos estaban compuestos de dos calificadores, cada uno de los cuales registró sus propios hallazgos del examen. En Budaka, un equipo se compuso de un calificador y de un registrador.

6,4 El examinar individuos con TT tomó más tiempo que examinar a individuos sin TT (Tabla 10).

Tabla 10. Tiempo medio del examen (con 95% intervalo de confianza [IC]) para aquellos con y sin triquiasis tracomatosa (TT) en las encuestas solo de TT, distritos de Monduli y de Budaka, 2016

Estado TT	Tiempo de examen (h:mm:ss) [IC de 95%]	
	Monduli ¹	Budaka ¹
TT presente	0:03:35 (0:03:11–0:03:59)	0:01:59 (0:01:47–0:02:11)
TT ausente	0:01:25 (0:01:23–0:01:28)	0:00:34 (0:00:33–0:00:34)

¹En Monduli, los equipos estaban compuestos de dos calificadores, cada uno de los cuales registró sus propios hallazgos del examen. En Budaka, un equipo se compuso de un calificador y de un registrador.

6,5 Los tiempos totales medios requeridos por clúster para examinar a personas en diferentes categorías de edad se muestran en la Tabla 11. Los datos de Budaka se muestran por separado para los clústeres en los que se invitó a todos los individuos de ≥ 1 año de edad a participar y para aquellos clústeres en los que solo los individuos de ≥ 40 años fueron invitados a participar.

Tabla 11. Número de personas examinadas por hogar, tiempo requerido para examinar y proporción de triquiasis tracomatosa (TT) encontrada en diferentes categorías de edad en encuestas solo de TT, distritos de Budaka y Monduli, 2016

Distrito, rango de edad examinado	Edad (años)	Recuento del hogar	Personas examinadas por hogar	Tiempo por clúster	Proporción de casos de TT encontrados en ese grupo de edad (%)
Monduli, \geq 1-año-de edad	\geq 40	32	1,8	4:43:08	96,5
	\geq 15	32	2,6	5:25:19	99,3
	\geq 1	32	4,1	6:47:32	100,0
Budaka, \geq 1-año-de edad	\geq 40	31	1,7	4:40:22	100,0
	\geq 15	31	3,1	5:16:41	100,0
	\geq 1	31	5,8	6:30:58	100,0
Budaka, \geq 40 años de edad	\geq 40	27	1,7	3:51:32	100,0

7. Discusión

Los datos presentados aquí demuestran que para una encuesta solo de TT, hay varias dificultades potenciales implicadas en la limitación del reclutamiento a aquellos de \geq 40 años. En primer lugar, hay variabilidad en la proporción de todos los casos de TT que se encuentran en \geq 40 años de edad, y aunque esto también es cierto para la proporción de todos los casos de TT que se encuentran en \geq de 15 años de edad, éste último es menos marcada que el anterior. En otras palabras, se obtiene cierta precisión al incluir a la población de 15 a 39 años de edad en la encuesta, ya que se retira la (mayor) incertidumbre que rodea la proporción de TT encontrada en aquellos de \geq 40 años. En cualquier caso, el objetivo de eliminación se define como una prevalencia de TT en las personas de \geq 15 años de edad (8).

En segundo lugar, al examinar solo a los individuos de \geq 40 años proporciona un incentivo para aquellos de ligeramente menos o un poco más edad que este umbral para tergiversar su edad ya sea por entusiasmo o reacios, respectivamente, a ser examinados. Estos incentivos también se aplican a los de casi 15 años, si esta es la edad de corte para el examen, pero como la prevalencia de TT es muy baja en el rango de edad de 10 a 20 años, que se estima que la prevalencia de sesgo es mucho menor.

El estudio de 30 hogares en los que solo se examinan los de 40 años de edad se lleva menos tiempo que examinar 30 hogares en los que se examina a todos los niños de \geq 15 años. Usando, por el bien de la comparabilidad, los datos de los clústeres en los cuales cada uno de \geq 1 año fue examinado, teóricamente, el tiempo ahorrado al examinar solo a los de \geq 40-años (comparado a examinar todos los de \geq 15 años) habría sido 42 minutos (Monduli) y 36 minutos (Budaka). Sin embargo, el tiempo total requerido para examinar solo \geq 40 años de edad en 1 clúster de 30 hogares todavía se aproxima a medio día de trabajo para un equipo, incluso antes de tomar en cuenta el tiempo de viaje a y desde el clúster. Los grupos seleccionados aleatoriamente en una encuesta a nivel de distrito se sitúan típicamente a cierta distancia unos de otros, y por lo tanto es improbable que un equipo pueda realizar un examen consistente de dos grupos de \geq 40 años de edad por día. El tiempo ahorrado al excluir a los de 15 a 39 años probablemente no resultaría en ahorros en costos de encuestas directas. Una proporción considerable de tiempo invertido por clúster se utiliza para

sensibilizar a los líderes de las aldeas y a los debates a nivel de los hogares, que no está estrechamente relacionado con el grupo de edad que se examina.

8. Recomendaciones

8,1 Los estudios solo de TT no son rutinarios y se recomiendan solo para contextos epidemiológicos específicos, en particular:

1. Si en la encuesta de línea base, la prevalencia estimada de TF en niños de 1 a 9 años es de < 5% y de TT en adultos es $\geq 0,2\%$, una encuesta de impacto para medir de nuevo la prevalencia del TF no está indicada; después de las intervenciones, se indica una encuesta solo de TT para volver a estimar la prevalencia de TT.
2. Si en la encuesta de vigilancia, la prevalencia estimada de TF en los niños de 1 a 9 años es de < 5% y de TT en adultos es $\geq 0,2\%$, las encuestas adicionales para medir de nuevo la prevalencia del TF no se indican; después de las intervenciones, se indica una encuesta solo de TT para volver a estimar la prevalencia de TT.
3. Si una encuesta en cualquier etapa del programa estimara la prevalencia de TT con un enfoque metodológico cuestionable, el programa tal vez desee realizar un estudio solo de TT.
4. Si en la encuesta de línea base, la prevalencia estimada de TF en niños de 1 a 9 años es $\geq 30\%$ y de TT en adultos es $\geq 0,2\%$, por lo menos 5 años de intervenciones A, F y E se recomiendan antes de una encuesta de impacto para medir de nuevo la prevalencia del TF. Durante este tiempo, el programa tal vez desee emprender una encuesta solo de TT para evaluar los avances en el atraso del acumulo de TT, facilitando los ajustes en la entrega de entrega en el componente S, según sea necesario.

8,2 Cuando se emprende, se debe implementar una encuesta solo de TT como una encuesta de prevalencia basada en la población diseñada para estimar la prevalencia de TT en adultos de ≥ 15 años. El tamaño de la muestra se calcula para estimar, con 95% de confianza, una prevalencia esperada de TT de 0,2% con precisión absoluta de 0,2% y un efecto de diseño de 1,47, produciendo 2818 como el número objetivo de adultos de ≥ 15 años para ser examinados. Esto debe ser adecuadamente inflado para incluir la tasa de no respuesta esperada. El número de clústeres, c , que idealmente sería incluido es dado por $c = (2818 \times [\text{inflador de no respuesta}]) / (h \times a)$, donde h es el número de hogares que pueden ser examinados por 1 equipo en 1 día, y a es el número esperado de adultos residentes en cada casa, según lo determine el censo más reciente o la experiencia reciente de encuesta sobre el tracoma basado en la población. Si c , determinado por la fórmula anterior, es de ≥ 30 , 30 clústeres deben ser utilizados.

8,3 Cuando se observa la triquiasis, se debe evaluar el ojo para la presencia o ausencia de TS, tal como se define en el esquema de clasificación simplificada del tracoma de OMS (7), y se le debe preguntar a los sujetos para determinar si las intervenciones para administrar la triquiasis en ese ojo ha sido recomendada previamente por los trabajadores del cuidado de la salud (6, 27).

8,3 Los cálculos de prevalencia deben incorporar el ajuste para la edad y el sexo de los examinados, utilizando los métodos publicados por el Proyecto Mundial de Mapeo de Tracoma (10).

References

1. Resolution WHA51.11. Global elimination of blinding trachoma. In: Fifty-first World Health Assembly, Geneva, 7–16 May 1998. Resolutions, decisions and annexes. Geneva: World Health Organization; 1998 (<http://www.who.int/blindness/causes/WHA51.11/en/>).
2. Francis V, Turner V. Achieving community support for trachoma control: a guide for district health work. Geneva: World Health Organization; 1993 (WHO/PBL/93.36; http://www.who.int/blindness/achieving_en.pdf).
3. Future approaches to trachoma control: report of a global scientific meeting. Geneva: World Health Organisation; 1997 (WHO/PBL/96.56; http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/63413/1/WHO_PBL_96.56.pdf).
4. Report of the 2nd global scientific meeting on trachoma, Geneva, 25–27 August 2003. Geneva: World Health Organization; 2003 (WHO/PBD/GET 03.1; <http://www.who.int/blindness/2nd%20GLOBAL%20SCIENTIFIC%20MEETING.pdf>).
5. Report of the 3rd global scientific meeting on trachoma, Johns Hopkins University, Baltimore, MA, 19–20 July 2010. Geneva: World Health Organization; 2010 (<http://www.who.int/blindness/publications/3RDGLOBALSCIENTIFICMEETINGONTRACHOMA.pdf>).
6. World Health Organization Alliance for the Global Elimination of Trachoma by 2020. Second Global Scientific Meeting on Trachomatous Trichiasis. Cape Town, 4–6 November 2015. Geneva: World Health Organization; 2016 (WHO/HTM/NTD/2016.5; <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/250571/1/WHO-HTM-NTD-2016.5-eng.pdf>).
7. Thylefors B, Dawson CR, Jones BR, West SK, Taylor HR. A simple system for the assessment of trachoma and its complications. *Bull World Health Organ.* 1987;65:477–83 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2491032/pdf/bullwho00075-0054.pdf>).
8. Validation of elimination of trachoma as a public health problem. Geneva: World Health Organization; 2016 (WHO/HTM/NTD/2016.8; <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/208901/1/WHO-HTM-NTD-2016.8-eng.pdf>).
9. Solomon AW, Zondervan M, Kuper H, Buchan JC, Mabey DCW, Foster A. Trachoma control: a guide for programme managers. Geneva: World Health Organization; 2006.
10. Solomon AW, Pavluck A, Courtright P, Aboe A, Adamu L, Alemayehu W et al. The Global Trachoma Mapping Project: methodology of a 34-country population-based study. *Ophthalmic Epidemiol.* 2015;22:214–25. doi:10.3109/09286586.2015.1037401.
11. Strachan CE. End of project evaluation: Global Trachoma Mapping Project. Haywards Heath: Sightsavers; 2016 (<https://www.sightsavers.org/wp-content/uploads/2016/10/GTMP-end-of-project-evaluation-FINAL.pdf>).
12. Burton MJ, Bowman RJ, Faal H, Aryee EA, Ikumapayi UN, Alexander ND et al. The long-term natural history of trachomatous trichiasis in the Gambia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006;47:847–52. doi:10.1167/iops.05-0714.
13. Schemann JF, Laffly D, Sacko D, Zephak G, Malvy D. Trichiasis and geoclimatic factors in Mali. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2007;101:996–1003. doi:10.1016/j.trstmh.2007.05.015.
14. Jones BR. The prevention of blindness from trachoma. *Trans Ophthalmol Soc U K.* 1975;95:16–33.

15. Bero B, Macleod C, Alemayehu W, Gadisa S, Abajobir A, Adamu Y et al. Prevalence of and risk factors for trachoma in Oromia Regional State of Ethiopia: results of 79 population-based prevalence surveys conducted with the Global Trachoma Mapping Project. *Ophthalmic Epidemiol.* 2016;1–14. doi:10.1080/09286586.2016.1243717.
16. Merbs S, Resnikoff S, Kello AB, Mariotti S, Greene G, West SK. *Trichiasis surgery for trachoma*, 2nd edition. Geneva: World Health Organization; 2015.
17. Habtamu E, Wondie T, Aweke S, Tadesse Z, Zerihun M, Zewudie Z et al. Posterior versus bilamellar tarsal rotation surgery for trichomatous trichiasis in Ethiopia: a randomised controlled trial. *Lancet Glob Health.* 2016;4:e175–84. doi:10.1016/S2214-109X(15)00299-5
18. Solomon AW. Optimising the management of trichomatous trichiasis. *Lancet Glob Health.* 2016;4:e140-1. doi:10.1016/S2214-109X(16)00004-8.
19. Kalua K, Phiri M, Kumwenda I, Masika M, Pavluck AL, Willis R et al. Baseline trachoma mapping in Malawi with the Global Trachoma Mapping Project (GTMP). *Ophthalmic Epidemiol.* 2015;22:176–83. doi:10.3109/09286586.2015.1035793.
20. Mpyet C, Muhammad N, Adamu MD, Muazu H, Umar MM, Alada J et al. Trachoma mapping in Gombe State, Nigeria: results of 11 local government area surveys. *Ophthalmic Epidemiol.* 2016;1–6. doi:10.1080/09286586.2016.1230633.
21. Kalua K, Chisambi A, Chinyanya D, Kamwendo Z, Masika M, Willis R et al. Completion of baseline trachoma mapping in Malawi: results of eight population-based prevalence surveys conducted with the Global Trachoma Mapping Project. *Ophthalmic Epidemiol.* 2016;1–7. doi:10.1080/09286586.2016.1230224.
22. Mpyet C, Muhammad N, Adamu MD, Muazu H, Mohammad Umar M, Goyol M et al. Prevalence of trachoma in Katsina State, Nigeria: results of 34 district-level surveys. *Ophthalmic Epidemiol.* 2016;1–8. doi:10.1080/09286586.2016.1236975.
23. Mpyet C, Muhammad N, Adamu MD, Muazu H, Muhammad Umar M, Abdull M et al. Prevalence of trachoma in Bauchi State, Nigeria: results of 20 local government area-level surveys. *Ophthalmic Epidemiol.* 2016;1–7. doi:10.1080/09286586.2016.1238945.
24. Muhammad N, Mpyet C, Adamu MD, William A, Umar MM, Goyol M et al. Mapping trachoma in Kaduna State, Nigeria: results of 23 local government area-level, population-based prevalence surveys. *Ophthalmic Epidemiol.* 2016;1–9. doi:10.1080/09286586.2016.1250918.
25. Adamu MD, Mpyet C, Muhammad N, Umar MM, Muazu H, Olamiju F et al. Prevalence of trachoma in Niger State, north central Nigeria: results of 25 population-based prevalence surveys carried out with the Global Trachoma Mapping Project. *Ophthalmic Epidemiol.* 2016;1–7. doi:10.1080/09286586.2016.1242757.
26. Bio AA, Boko PM, Dossou YA, Tougoue JJ, Kabore A, Sounouvou I et al. Prevalence of trachoma in northern Benin: results from 11 population-based prevalence surveys covering 26 districts. *Ophthalmic Epidemiol.* 2017;1–9. doi:10.1080/09286586.2017.1279337.
27. Courtright P, Gass K, Lewallen S, MacArthur C, Pavluck A, Solomon A et al. *Global Trachoma Mapping Project: training for mapping of trachoma (version 3)*. London: International Coalition for Trachoma Control; 2014 (http://www.trachomacoalition.org/sites/default/files/content/resources/files/GTMP_version_3.pdf).
28. Courtright P, Gass K, Lewallen S, MacArthur C, Pavluck A, Solomon A et al. *Global Trachoma Mapping Project: training for mapping of trachoma (version 2)*. London: International Coalition for Trachoma Control; 2013

(http://www.trachomacoalition.org/sites/default/files/content/resources/files/GTMP_version_2.pdf).

29. Grothendieck G. `sqlf`: Perform SQL Selects on R Data Frames. 2014.
30. ArcGIS Desktop. 10.3 ed. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute (ESRI); 2014.
31. Smith J, Mann R, Haddad D, Polack S, Kurylo E, Brooker S. Global Atlas of Trachoma: an open-access resource on the geographical distribution of trachoma. Atlanta: International Trachoma Initiative; 2016 (www.trachomaatlas.org).
32. Smith JL, Haddad D, Polack S, Harding-Esch EM, Hooper PJ, Mabey DC et al. Mapping the global distribution of trachoma: why an updated atlas is needed. *PLoS Negl Trop Dis*. 2011;5:e973. doi:10.1371/journal.pntd.0000973.
33. Pavluck A, Chu B, Mann Flueckiger R, Ottesen E. Electronic data capture tools for global health programs: evolution of LINKS, an Android-, web-based system. *PLoS Negl Trop Dis*. 2014;8:e2654. doi:10.1371/journal.pntd.0002654.
34. R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2016.
35. Canty A, Ripley B. `boot`: Bootstrap R (S-Plus) Functions. 2015.
36. Tillé Y, Matei A. `sampling`: Survey Sampling. 2015.
37. Dowle M, Srinivasan A, Short T, Lianoglou S, Saporta R, Antonyan E. `Data.table`: Extension of `Data.frame`. 2015.
38. Wickham H. The split-apply-combine strategy for data analysis. *J Stat Softw*. 2011;40:1–29.
39. Davison AC, Hinkley DV. Bootstrap methods and their application. Cambridge; New York, NY, USA: Cambridge University Press; 1997.

