

RESULTADOS DE UN CONJUNTO DE INTERVENCIONES INTEGRADAS PARA REDUCIR LA DIARRREA Y EL RIESGO ENTOMOLÓGICO PARA DENGUE EN LAS ESCUELAS RURALES DEL MUNICIPIO DE APULO, CUNDINAMARCA, COLOMBIA¹

RESULTS OF A SET OF INTEGRATED INTERVENTIONS TO REDUCE DIARRHEA AND DENGUE ENTOMOLOGICAL RISK IN RURAL SCHOOLS IN THE MUNICIPALITY OF APULO, CUNDINAMARCA, COLOMBIA

² Sandra Lucía Vargas.

³ Laura Viviana Cabezas.

⁴ Juan Felipe Jaramillo.

⁵ Édgar Ibáñez.

⁶ Víctor Alberto Olano.

Resumen

Objetivo. Determinar si un conjunto de intervenciones integradas implementadas en las instituciones educativas rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca, mejoran la calidad del agua para consumo y reducen la infestación del mosquito vector, reduciendo los factores de riesgo para diarrea y dengue.

Materiales y métodos. Se llevó a cabo un estudio cuasi-experimental, antes y después de la intervención, en el cual participaron 350 estudiantes de 14 instituciones rurales del municipio. Se implementó un conjunto de intervenciones para la prevención de las dos enfermedades: para diarrea, instalación de filtros, lavado y tapado de

Abstract

Objective: To determine if a set of integrated interventions implemented in rural education institutions in the municipality of Apulo, Cundinamarca, improve the quality of potable water and reduce the infestation of the mosquito vector, reducing risk factors for diarrhea and dengue.

Materials and methods: A quasi-experimental study, pre and post intervention, with the participation of 350 students from 14 rural education institutions in the municipality was carried out. A set of interventions for the prevention of the two diseases was implemented; for diarrhea: installation of filters, cleaning and covering of potable water tanks, and hygiene practices, and for

Recibido el 11/08/2015

Aprobado el 26/10/2015

1. Artículo de investigación. Este trabajo hace parte de la investigación denominada "Resultados de un conjunto de intervenciones integradas para reducir la diarrea y el riesgo entomológico para dengue en las escuelas rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca", presentada por investigadores de la Facultad de Medicina y del Instituto de Salud y Ambiente, en la convocatoria interna de la Universidad El Bosque (PCI 2013-426).
2. Investigadora, Instituto de Salud y Ambiente, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia. vargassandra@unbosque.edu.co
3. Investigadora, Instituto de Salud y Ambiente, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia
4. Investigador, Instituto de Salud y Ambiente, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia
5. Profesor, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia
6. Investigador, Instituto de Salud y Ambiente, Universidad El Bosque, Bogotá, D.C., Colombia olanovictor@unbosque.edu.co

tanques de agua para consumo, y prácticas de higiene; para dengue, tapado de tanques y albercas, y manejo de los residuos sólidos.

Resultados. Los índices de infestación de las escuelas por formas inmaduras de *Aedes aegypti* y de pupas por persona, fueron menores después de la intervención, siendo el último estadísticamente significativo. Con relación a la calidad del agua para consumo, después de la intervención se logró reducir el porcentaje de muestras positivas y la media geométrica de la concentración de las muestras positivas para *Escherichia coli*, tanto en el total de las muestras, como en las tomadas en los tanques y en las tomadas antes y después de filtrar. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas entre los dos periodos. Después de las intervenciones, se observó una reducción significativa en las tasas de ausentismo general por enfermedad, específicamente, por diarrea e infecciones respiratorias agudas.

Conclusión. Se evaluó un conjunto de intervenciones integradas para la prevención de la diarrea y el dengue, enfermedades que tienen en común las prácticas inadecuadas en el almacenamiento del agua para consumo.

Palabras clave: diarrea, dengue, escuelas rurales, mosquito, agua, prevención.

dengue: covering of tanks and reservoirs and management of solid waste.

Results: Infestation rates in schools by immature forms of *Aedes aegypti* and of pupa/person were less in the post-intervention stage, being this last one statistically significant. In relation to the quality of potable water in the post-intervention stage, a reduction in the percentage of positive samples was achieved, as well as in the geometric mean of the positive samples for *Escherichia coli* in the totality of samples, in the samples taken in the tanks, and in the samples taken before and after filtering. These differences were not statistically significant between the two periods. A significant reduction in the general absenteeism rates was observed due to illness; specifically, due to diarrhea and acute respiratory diseases.

Conclusion: This study evaluated a set of integrated interventions for the prevention of diarrhea and dengue, diseases that share inadequate practices in the storage of drinkable water.

Keywords: diarrhea, dengue, rural schools, mosquito, water, prevention.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades diarreicas y el dengue se consideran graves problemas de salud pública a nivel mundial. En regiones sin suministro regular de agua potable, el agua para consumo se almacena en recipientes, los cuales son hábitats ideales para la reproducción del mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), vector del dengue; además, la contaminación fecal del agua almacenada también es una causa de enfermedad diarreica. Por lo tanto, los recipientes utilizados para almacenar agua para consumo, pueden ser una fuente común para ambas enfermedades (1). Aproximadamente, 4 mil millones de casos de diarrea se producen anualmente, matando a cerca de dos millones de personas, principalmente niños, en los países en desarrollo (2,3). La diarrea es una causa importante de morbilidad y una de las diez más importantes en la mortalidad en Colombia (4), con una prevalencia estimada de 13 % en niños menores de cinco años (5).

En Colombia, en el 2010, el 63,5 % de la población no tenía agua apta para el consumo humano, según el índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA) (6). El 8 % de la población no tenía acceso a una fuente mejorada de agua potable y el 23 % no tenía acceso a instalaciones de saneamiento mejorado. El 72 % del área rural tenía acceso al servicio de agua potable y el 63 % tenía acceso a instalaciones mejoradas de saneamiento (7). Según un estudio del Banco Interamericano de desarrollo (BID), en Colombia, solo el 54 % de las escuelas públicas rurales tienen acceso a agua potable, el 57 %, a alcantarillado y, solo el 40 %, a un número suficiente de baños (8).

El dengue, enfermedad emergente y reemergente, representa actualmente un grave problema de salud pública; según cálculos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), anualmente se pueden presentar

entre 390 millones de casos de esta enfermedad en todo el mundo (9).

En Colombia, la transmisión de esta enfermedad está determinada por factores ambientales, entomológicos, socio-culturales, políticos y económicos. Se estima que 24 millones de personas se encuentran en riesgo, principalmente en las cabeceras municipales (10). El comportamiento epidemiológico del dengue en el país en el año 2014, notificado por el Sistema de Vigilancia de Salud Pública (Sivigila) del Instituto Nacional de Salud, registra un total de 107.975 casos de dengue, de los cuales 105.356 correspondían a dengue y 2.619 a dengue grave, y para el departamento de Cundinamarca, 3.971 casos de dengue y 97 casos de dengue grave. Durante este año, circularon los cuatro serotipos del virus en este departamento (11).

Con relación a la casuística por dengue en Apulo, en los años 2008 y 2009 se presentaron tres casos de dengue. En el 2010 (año epidémico), se registraron 18 casos de dengue y 4 casos de dengue grave. En el 2011, se presentaron 5 casos, en 2012, 7 casos, y en 2013 y 2014, la casuística aumentó a 17 y 34, respectivamente. En este último año, se registró un caso de dengue grave (12).

El dengue se considera, usualmente, un problema en áreas urbanas y periurbanas; en estudios recientes, se sugiere que se presenta transmisión rural de esta enfermedad en algunos países latinoamericanos, como México, Perú, Paraguay, Ecuador, Bolivia y Colombia (13-19).

El mosquito *Ae. aegypti*, vector de esta enfermedad, es de hábitos domésticos, y sus criaderos son las albercas, las llantas, los floreros, las latas, los canales de desagüe de los techos, los bebederos de animales, los tanques para almacenamiento de agua para consumo, las cisternas dañadas sin tapas en los baños, las botellas, las cáscaras, las cortezas de coco, los floreros de los cementerios, además, los criaderos naturales, como las axilas de las hojas de las plantas, entre otros (20). Se le ha encontrado, también, criándose en sumideros de agua lluvia (21). Actualmente, se le registra en todos los departamentos del país (10). *Ae. aegypti* no es una especie solo de áreas urbanas, se le ha encontrado también en el área rural (22,23).

No existe una vacuna para prevenir estas dos enfermedades y los depósitos utilizados para almacenar agua para el consumo, pueden ser un común denominador para ambas. Por lo tanto, su control efectivo depende de las prácticas de manejo y almacenamiento adecuado del agua. Sin embargo, hasta lo que se pudo

investigar, no existen estudios que relacionen el riesgo para dengue y diarrea que representa el agua almacenada, y menos en instituciones educativas. Como se mencionó, muchas escuelas en Colombia carecen de acceso a agua potable y, particularmente en el área de estudio de este trabajo, solo alrededor de 37 % lo tienen (24), lo que podría exponer a los estudiantes a patógenos diarreicos. Además, los estudiantes están expuestos a la picadura de mosquitos, entre ellos *Ae. aegypti*, ya que la mayor actividad de picadura de esta especie se presenta durante las horas de actividad escolar (20).

El objetivo de este estudio fue determinar si un conjunto de intervenciones integradas implementadas en las instituciones educativas rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca, mejoraban la calidad del agua para consumo y reducían la infestación del mosquito vector, reduciendo los factores de riesgo para diarrea y dengue. Este trabajo se enmarca en el proyecto “Reducción de factores de riesgo para las enfermedades dengue y diarrea en las instituciones educativas rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca”, financiado por la Universidad El Bosque y la Fundación Lazos de Calandaima, con el apoyo de la alcaldía de Apulo, presentado en la convocatoria interna de la Universidad El Bosque y aprobado por la División de Investigaciones (PCI 2013-426).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El municipio de Apulo, perteneciente a la provincia del Tequendama, se encuentra localizado en el suroccidente del departamento de Cundinamarca, a una distancia de 101 km de Bogotá sobre la vía que conduce a Girardot (vía La Mesa), y a una altura de 420 msnm (figura 1) (25). Sus límites son: al oeste, con Tocaima y Jerusalén, al norte, con Anapoima, al sur, con Tocaima y Viotá, y al este, con Anapoima y Viotá. El área del municipio es de 12.240 Ha, de las cuales 209,03 Ha corresponden al área urbana y 12.031,07 Ha al área rural. Esta área está dividida en cuatro sectores constituidos por 29 veredas (26). La población del municipio de Apulo es de 8.162 habitantes, de los cuales 3.343 (41 %) se ubican en la cabecera municipal, mientras que el 59 % se localiza en la zona rural del municipio (27).

Según la clasificación de Holdridge, este municipio presenta un clima cálido seco, característico de la zona de vida bosque seco tropical (bs-T), con una temperatura media de 24 °C y un promedio anual

de lluvias entre 1.000 y 2.000 mm. Tiene precipitaciones bimodales entre los meses de marzo a mayo y, de septiembre a diciembre, se alternan con fuertes periodos secos (25).

La economía local del municipio se basa, principalmente, en el comercio, el turismo y el transporte. Presenta sistemas de producción agrícola, como cultivos de caña panelera, maíz, mango, plátano, cítricos, yuca, aguacate y piña; y además, cultivos de consumo de la zona, como los de arracacha, cacao, café, guayaba y otro tipo de frutas (26).

Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio cuasiexperimental, antes y después de la intervención, en el cual participaron 350 estudiantes de las 14 instituciones rurales del municipio (figura 1).

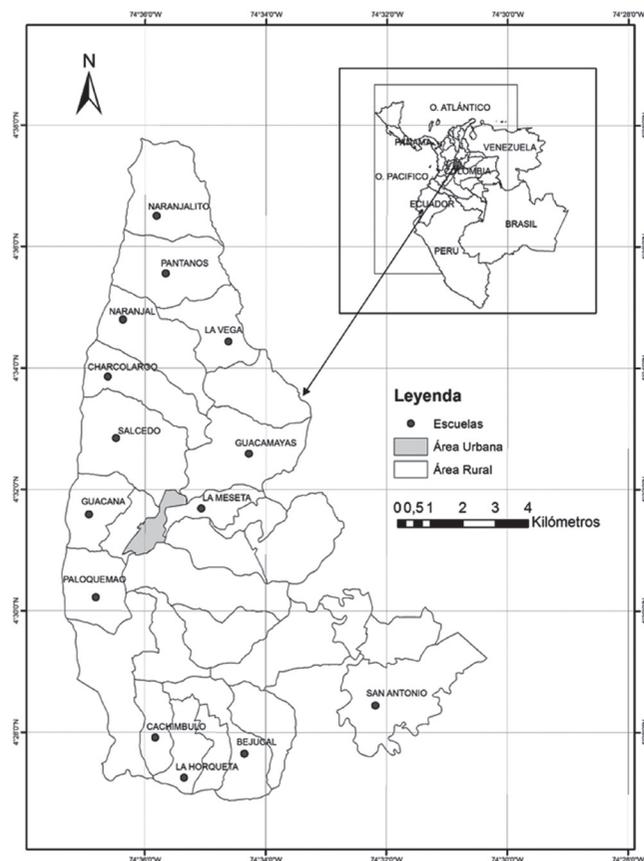


Figura 1. Municipio de Apulo y escuelas del área rural
Fuente: Cabezas L, Instituto de Salud y Ambiente, Universidad El Bosque, 2014

El alcance y los objetivos del proyecto fueron presentados a la alcaldía del municipio de Apulo, al rector del colegio departamental y a los docentes de las escuelas

rurales. Todos los docentes firmaron un consentimiento en el cual aceptaban participar en el proyecto. A su vez, los padres o acudientes firmaron un consentimiento mediante el cual autorizaban la participación de los niños en el proyecto y los niños firmaron un asentimiento aceptando participar.

Intervenciones

Se implementó un conjunto de intervenciones integradas para las dos enfermedades. Durante los meses de abril y mayo, antes de las intervenciones, se hizo un levantamiento de la infestación por *Ae. aegypti*, se tomaron muestras en todos los tanques de consumo para verificar la calidad del agua y se realizó una encuesta sobre las condiciones de las escuelas (línea base).

Intervenciones para diarrea

Para mejorar la calidad del agua de consumo en las escuelas, se instalaron filtros de agua con una unidad filtrante en cerámica, los cuales han sido impulsados por la organización no gubernamental "Ceramistas por la paz" (28). La producción y la distribución de estos filtros en Colombia están apoyadas por la organización no gubernamental OXFAM. Los tanques de agua para consumo en todas las escuelas fueron lavados al iniciar el proyecto, por personal de la alcaldía de Apulo y, a aquellos tanques o depósitos que carecían de una tapa hermética, se les instaló una malla por parte del proyecto. Las intervenciones de prácticas de higiene comprendieron la promoción del lavado de manos con jabón (antes de comer y después de ir al baño) y la limpieza de los baños. El jabón fue suministrado por el proyecto. La limpieza de los baños se realizó diariamente en cada escuela.

Intervenciones para dengue

Para reducir los factores de riesgo entomológico del dengue, todos los depósitos de agua para consumo fueron provistos con mallas, como ya se mencionó anteriormente, para prevenir la ovoposición de las hembras. Las albercas se cubrieron con una tapa corredera con malla, una adaptación de la tapa utilizada en Girardot (Cundinamarca) por Quintero, *et al.* (29). El manejo de los residuos sólidos como potenciales criaderos, se llevó a cabo mediante campañas de limpieza y recolección de estos residuos, organizadas por los docentes y el personal del proyecto, y realizadas por los estudiantes.

Las intervenciones se implementaron durante los meses de junio a agosto, y se les hizo seguimiento

durante el mes de septiembre. Durante los meses de octubre y noviembre, después de las intervenciones, se hizo un nuevo levantamiento entomológico para determinar la infestación por *Ae. aegypti*; se tomaron muestras en todos los tanques de consumo para verificar la calidad del agua y se hizo una nueva encuesta sobre las condiciones de las escuelas.

Resultados esperados

Las medidas de resultado para la enfermedad, fueron el número de episodios y los días de ausentismo escolar debido a diarrea, dengue probable o cualquier otra enfermedad. Las medidas de resultado de reducción del riesgo entomológico para dengue, fueron el índice de Breteau (número de depósitos con formas inmaduras de *Ae. aegypti* por 100 escuelas), el índice de infestación de escuelas por formas inmaduras (porcentaje de escuelas con presencia de formas inmaduras de *Ae. aegypti*) y el índice de pupa (número de pupas de *Ae. aegypti* por persona) (30,31). La medida de resultado de reducción del riesgo para diarrea, fue la concentración de *E. coli* (UFC/100 ml) (unidades formadoras de colonias, UFC por 100 ml) en los depósitos de almacenamiento de agua para el consumo. El resultado de ausentismo escolar se consideró para el grupo e individualmente, mientras que, el resultado del riesgo entomológico para dengue y para diarrea, se consideró solo para el grupo.

Recolección de datos. En este municipio, se visitaron las 14 instituciones rurales (13 escuelas y un colegio). La información fue recolectada en 2014, antes de las intervenciones (abril y mayo) y después de su implementación (octubre y noviembre), durante la época lluviosa. El ausentismo escolar se registró diariamente, de abril a noviembre.

En el levantamiento de la información entomológica para *Ae. aegypti*, se incluyeron las formas inmaduras (larvas o pupas) y las adultas (hembras o machos). Para las formas inmaduras, se caracterizaron 19 tipos de depósitos como criaderos potenciales (depósitos con agua) artificiales y naturales: alberca, tanque bajo, tanque elevado, tanque subterráneo, florero, llanta, lata, balde, cisterna, bebedero animal, botella, cáscara, vaso, canal de desagüe, olla, planta acuática, axila de planta y hueco de árbol. El material recolectado se empacaba de acuerdo con la metodología de Mendoza, *et al.* (32).

Los mosquitos adultos se capturaron utilizando aspiradores "Prokopack" (33) durante 10 minutos, en cada uno de los siguientes ambientes: salones de clase

(incluye salones de cómputo), baños, comedores, cocinas, cuartos para depósito, corredores, alcobas, salas y patios. Las formas adultas se procesaron en campo de acuerdo con la metodología de Mendoza, *et al.* (32). Para el registro entomológico en el campo, se utilizaron los formatos entomológicos diseñados para el proyecto "Colegios saludables reduciendo las enfermedades de dengue y diarrea en escuelas rurales de dos municipios de Colombia" (1).

La determinación taxonómica de las formas inmaduras y adultas, se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología de la Fundación Lazos de Calandaima, sede Anapoima (Cundinamarca), utilizando varias claves taxonómicas (34-36).

Para evaluar la calidad del agua para el consumo, se tomó la presencia de *E. coli* (UFC/100 ml) como un indicador de la contaminación fecal y como riesgo de enfermedad diarreica según las directrices de la OMS (37). Se tomaron muestras de agua en los puntos de almacenamiento o de distribución de agua para consumo humano, caracterizándose tanques, grifos, filtros y otros, según los criterios establecidos por el laboratorio Daphnia. En cada punto de muestreo se diligenciaban el rótulo de la muestra, el formato de calidad de agua y la cadena de custodia, la cual garantizaba el seguimiento de cada muestra para su respectivo análisis en laboratorio, con información relacionada con el tipo de muestra, la fuente de abastecimiento y el uso del agua. Las muestras de agua se almacenaron en envases de vidrio de 240 ml y se refrigeraron a 4 °C. Posteriormente, se enviaron para su respectivo análisis al laboratorio Daphnia Ltda., acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (38), mediante el método analítico SM 9222 B (39).

Con el fin de conocer las características de las construcciones de las escuelas y las condiciones de higiene, y determinar la cobertura de servicios públicos básicos (abastecimiento de agua y recolección de residuos sólidos), se diseñó un formato de condiciones de las escuelas, tomando como base algunas preguntas que se encuentran en los cuestionarios del Censo General 2005 y del Sisben (40,41). Las personas encuestadas fueron los docentes o las económicas de las escuelas.

En cuanto al ausentismo escolar, se midió el general y el debido a enfermedad. El episodio de ausentismo escolar se definió como la ausencia del estudiante durante toda la jornada académica o parte de esta. El episodio de ausentismo por enfermedad, se determinó como la ausencia del estudiante durante la jornada

académica debida a enfermedad o síntomas respiratorios, gastrointestinales u otros. La duración del episodio de la ausencia se definió como el número de días entre el primero y el último día de la ausencia.

Para la recolección de información se diseñó un formato de registro diario de ausencias, que incluía el nombre del niño, las fechas de inicio y fin de la ausencia, el motivo de la ausencia (enfermedad, mal clima, viaje o desplazamiento, pereza, otro motivo y no sabe) y el parentesco de quien lo informó. Si el motivo de ausencia era enfermedad, se anotaba la enfermedad que tenía el niño (dengue, diarrea, gripa, otra y no sabe) y los síntomas (fiebre, diarrea, vómito, dolor de cabeza, tos o mocos, brote en la piel, otros y no sabe). Este formato lo diligenciaban los docentes de las escuelas. Los registros de ausentismo fueron recogidos semanalmente por una técnica en salud pública.

La diarrea se definió como tres o más deposiciones sueltas o líquidas por día (42). Los casos probables de dengue se definieron de acuerdo con los criterios de la OMS (43).

Análisis de datos

La información entomológica, sobre el ausentismo escolar y sobre la calidad del agua, se digitó y depuró en una base de datos en Excel®, 2010. La información sobre ausentismo escolar se digitó y depuró en Microsoft Excel®, versión 2007, y se analizó en SPSS®, versión 20.

A partir de los datos obtenidos, se calculó el número total de episodios y días de ausencia en cada escuela. Se calculó la proporción de ausencias atribuible a cada motivo. Se calculó la tasa de episodios y de días de ausentismo general y por enfermedad. La tasa de episodios de ausentismo (general y por enfermedad) por niño por año, se calculó dividiendo el número de episodios de ausencia por el número de días bajo observación durante el año escolar y multiplicando por 185 días (corresponde al año escolar). La tasa de días de ausentismo (general y por enfermedad) por niño por año, se calculó dividiendo el número de días de ausencias por cada causa por el número de días bajo observación durante el año escolar y multiplicando por 185. Estos cálculos se hicieron antes y después de la intervención.

Los resultados obtenidos sobre la calidad del agua se llevaron a una escala logarítmica de base 10, con el propósito de normalizar los valores de los datos y, así, poder hacer su respectivo análisis estadístico (44).

La concentración de *E. coli* (UFC/100 ml) se clasificó en cinco niveles de riesgo, según Moe, *et al.*: 0 (ausencia), de 1 a 10 (nivel bajo), de 11 a 100 (nivel moderado), de 101 a 1.000 (alto) y mayor de 1.000 (muy alto) (45).

Las variables cuantitativas se analizaron con medidas de tendencia central, como el promedio, y medidas de dispersión, como el rango y la desviación estándar; otras medidas utilizadas fueron los valores mínimos y los valores máximos. En el caso de transformaciones logarítmicas, la media geométrica se utilizó como medida complementaria.

Para determinar la normalidad, se utilizó la prueba Kolgomorov-Smirnov con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$. En el caso de cumplir con la normalidad, se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas o independientes según la composición de los grupos; en el caso de no cumplir con la normalidad, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, si los grupos estaban relacionados, o la prueba U de Mann-Whitney, si los grupos eran independientes según su composición. Todas las pruebas tuvieron un nivel de significancia de 0,05.

Las tasas de incidencia se calcularon con la distribución normal estándar, si se tenía un varianza de 5 o más, o con un test exacto de Fisher, si la varianza era menor de 5. La varianza se consideró igual a $(a_1+a_2)t_1t_2/(t_1+t_2)^2$, donde a_1 y a_2 son los números de eventos por grupos, y t_1 y t_2 son el tiempo-persona de cada grupo (46). Estas comparaciones se hicieron con el programa EpiInfo versión 3.1.

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética de Investigaciones de la Universidad El Bosque, Bogotá, el 24 de febrero de 2014 (convocatoria interna PCI2013-426).

RESULTADOS

Participantes

El total de estudiantes participantes fue de 350. El número total de días de observación de los estudiantes fue de 11.836 antes de la intervención y de 26.846 después de la intervención.

Características de las escuelas rurales

Las características generales de las escuelas y de los participantes del estudio, antes y después de las intervenciones, se presentan en la tabla 1.

Variable		
General		
Rango altitudinal (msnm)		(405-1.115)
Número total de profesores		20
Número de estudiantes por profesor		18,5
Número total de salones (incluyendo salón de computo)		38
Razón masculino/femenino		1,09
Media (en años) de la edad de los estudiantes (desviación estándar)		8,4 (2,8)
Rango de edades		17 (4-20)
Agua y saneamiento		
Fuente de abastecimiento de agua para consumo	Escuelas con suministro de agua por acueducto municipal (%)	2 (14)
	Escuelas con suministro de agua por acueducto de vereda (%)	3 (21)
	Escuelas con suministro de agua mediante carro-tanque o agua embotellada (%)	4 (29)
	Escuelas que se abastecen de agua lluvia (%)	7 (50)
Frecuencia del abastecimiento de agua de consumo	Escuelas con suministro de agua diarioa (%)	0 (0)
	Escuelas con suministro de agua 1 a 3 veces por semana (%)	7 (50)
	Escuelas con suministro de agua mensual (%)	2 (14)
Tipo de tanques para almacenar agua para consumo	Sin tanques (%)	1 (7)
	Tanque elevado (%)	5 (36)
	Tanque bajo (%)	8 (57)
Conexión continua de agua	Escuelas con conexión de agua en la cocina (para la preparación de alimentos) (%)	11 (79)
	Escuelas con conexión de agua en lavabos (para lavado de manos) (%)	6 (43)
	Escuelas con conexión de agua en los baños (%)	5 (36)
Instalaciones sanitarias	Escuelas con sanitarios tipo: flujo y descarga con conexión a pozo séptico (%)	14 (100)

Variable		
General		
Instalaciones sanitarias	Escuelas con mantenimiento del pozo séptico menos de una vez al año (%)	2 (14)
	Escuelas con mantenimiento del pozo séptico cada 1 a 5 años (%)	1 (7)
	Escuelas con mantenimiento del pozo séptico menos de una vez cada 5 años (%)	11 (79)
Disposición de residuos sólidos	Escuelas que cuentan con servicio de recolección de basuras (%)	6 (43)
	Escuelas que queman o disponen a campo abierto los residuos sólidos (%)	8 (57)

^a El abastecimiento de agua diario puede también significar parte del día.

Tabla 1. Características generales demográficas, de abastecimiento de agua e instalaciones sanitarias, de las instituciones rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca, 2014

En relación con la fuente de abastecimiento de agua para consumo en las escuelas, se encontró que el agua lluvia predomina con 50 %, seguida del abastecimiento por carro tanque o agua embotellada (29 %), acueducto de la vereda (21 %) y acueducto municipal (14 %). En ningún caso la frecuencia de este abastecimiento era diario, sino entre una y tres veces por semana (50 %) o mensual (14 %). El tipo de tanques para almacenar el agua de consumo son tanques elevados (36 %) y tanques bajos (57 %). El 79 % de las escuelas tiene conexión continua de agua en la cocina, el 43 %, en los lavamanos, y el 36 %, en las instalaciones sanitarias. Todas las escuelas tienen sanitarios de tipo flujo y descarga, con conexión a un pozo séptico, como método para disponer las aguas residuales. Sin embargo, en 79 % de las escuelas no se había hecho mantenimiento adecuado al pozo séptico en más de cinco años; solo en 14 % de ellas se había hecho. Por último, el 57 % de las escuelas quemaban o disponían a campo abierto los residuos sólidos (tabla 1).

Ausentismo escolar

Se siguieron 350 estudiantes durante el período de estudio. De ausentismo general, hubo 1.947 episodios, 625 (32,1 %) por enfermedad, y hubo 2.590 días, 910 (35,1 %) también por enfermedad. Las tasas de episodios y días de ausentismo por cualquier motivo,

fueron de 9,3 episodios y de 12,4 días por niño por año. Las tasas de ausentismo por enfermedad, fueron de 3,0 episodios por estudiante por año y de 4,4 días por estudiante por año. El motivo de ausentismo más frecuente antes y después de las intervenciones, fue la enfermedad, alrededor de 32,2 % y 30,4 %, respectivamente. La enfermedad, la falta de motivación para ir a la escuela, las diligencias familiares, la cita médica u odontológica, y las condiciones climáticas adversas, fueron los principales motivos de ausencia en ambos periodos de estudio, y representaron, aproximadamente, de 73 a 80,2 % de todas las ausencias. Los síntomas y enfermedades más frecuentes por los cuales los niños no asistieron a la escuela, fueron el resfriado, la fiebre inespecífica, la diarrea, el dolor de estómago o el vómito y la cefalea (tabla 2).

En general, el promedio de edad de los niños que se ausentaron fue de $8,4 \pm 2,8$ años. Hubo una tendencia a que los niños de los grados 0 y 1, se ausentaran más que los de grado superiores. Los niños (51,7 %) se ausentaron más que las niñas (48,3 %).

La tasa de episodios y días de ausentismo por enfermedad, se redujo después de las intervenciones en forma significativa. Lo mismo se observó en las tasas de ausentismo por resfriado y por diarrea (tabla 3). Durante el año escolar se reportaron tres casos probables de dengue en una escuela y un caso en el colegio durante el mes de agosto.

Enfermedad	Antes de la intervención		Después de la intervención	
	N	%	N	%
Gripa	52	21,9	88	23,8
Fiebre inespecífica	49	20,7	40	10,8
Dolor de estómago/vómito	37	15,6	58	15,7
Diarrea	21	8,9	23	6,2
Cefalea	18	7,6	44	11,9
Problemas odontológicos	10	4,2	4	1,1
Asma	9	3,8	14	3,8
Trauma	8	3,4	17	4,6
Problemas dermatológicos	6	2,5	2	0,5
Otalgia/otitis	4	1,7	3	0,8
Varicela	3	1,3	6	1,6
Amigdalitis	1	0,4	14	3,8
Dengue	0	0	7	1,9
Otros	19	8	49	13,3

Tabla 2. Motivos de ausentismo de estudiantes por enfermedad antes y después de las intervenciones, en 14 instituciones rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca, 2014

Tipo de ausencia	Episodios					Días				
	Antes de la intervención1		Después de la intervención2		p	Antes de la intervención1		Después de la intervención2		P
	n	Tasa/niño/año	n	Tasa/niño/año		n	Tasa/niño/año	n	Tasa/niño/año	
Ausentismo general	763	11,9	1184	3,9	0**	926	14,5	1664	5,9	0**
Ausentismo por enfermedad	245	3,8	380	2,6	0**	362	5,7	548	3,8	0**
Resfriado	52	0,81	88	0,61	0,112	81	1,27	119	0,82	0,003**
Diarrea	21	0,33	23	0,16	0,021*	40	0,63	38	0,26	0**

1 Días de observación antes de la intervención: 11.836

2 Días de observación después de la intervención: 26.846

*Nivel de significancia al 0,05

**Nivel de significancia al 0,01

Tabla 3. Tasas de episodios y días de ausentismo general y por enfermedad antes y después de las intervenciones, en 14 instituciones rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca, 2014

Infestación por el mosquito *Aedes aegypti*

En el levantamiento de la información previa a la intervención (línea base), de las 14 instituciones educativas del área rural, se encontraron ocho positivas, para un índice de infestación de escuelas de 57 %. De un total de 100 depósitos inspeccionados, se recolectaron formas inmaduras en 13 (13 %). El tipo y el número de depósitos inspeccionados y positivos, y el número de larvas y de pupas recolectadas por tipo de depósito, se presentan en la tabla 4.

Se incluyeron en la categoría “otros”, comúnmente llamados “diversos”, los siguientes tipos de depósitos encontrados positivos: latas (2), platón plástico (1), tapa plástica de caneca (1), balde (1), caneca plástica (1), taza de baño (1) y galón de pintura (1). En esta categoría fue precisamente en la que se encontró el mayor número de depósitos positivos, como también el mayor número de formas inmaduras (larvas y pupas) de *Ae. aegypti*. Además, 3 tanques (1 bajo y 2 elevados) y 2 cisternas sin tapa fueron positivas, que contribuyeron con el 23,1 % y el 15 % de infestación por formas inmaduras de este mosquito (tabla 4). Con relación a los índices de Breteau y de pupa por persona, los valores encontrados fueron 92,9 y 0,06, respectivamente. El índice de Breteau encontrado fue

mayor que el índice de infestación de escuelas (57 %), lo que significa que algunas de las escuelas con formas inmaduras del mosquito presentan más de un depósito positivo, situación que se presentó en cuatro escuelas.

En el levantamiento de la información después de la intervención, de las 14 instituciones educativas del área rural se encontraron 6 positivas para larvas o pupas de *Ae. aegypti*, para un índice de infestación de escuelas de 43 %. De 101 depósitos inspeccionados, se encontraron formas inmaduras en 14 (14 %). El tipo y número de depósitos inspeccionados y positivos, y el número de larvas y pupas recolectadas por tipo de depósito, se presentan en la tabla 4. Como fue mencionado para la línea base, el mayor porcentaje de depósitos positivos y el mayor número de formas inmaduras recolectadas, se encontraron en los depósitos de la categoría “otros”. Los depósitos fueron: canecas plásticas (2), latas (2), plato de materia (1), taza de baño (3) y bandeja plástica (1). Aun cuando después de las intervenciones no se encontraron tanques elevados positivos, se registraron 3 tanques bajos y una alberca con larvas de *Ae. aegypti*. Se encontró, también, una guadua con formas inmaduras del mosquito. Los valores para el índice de Breteau y el índice de pupa por persona, fueron de 100 y 0,02, respectivamente.

Tipo de depósito	Antes de la intervención						Después de la intervención						
	Depósitos				Total larvas	Total pupas	Tipo de depósito	Depósitos				Total larvas	Total pupas
	n	%	Positivos	%				n	%	Positivos	%		
Tanque bajo	20	20	1	7,7	0	6	Tanque bajo	22	21,8	3	21,4	13	0
Tanque elevado	27	27	2	15,4	2	0	Tanque elevado	24	23,7	0	0	0	0
Alberca	11	11	0	0	0	0	Alberca	11	10,9	1	7,1	20	0
Cisterna	4	4	2	15,4	8	0	Cisterna	0	0	0	0	0	0
Otros	33	33	8	61,5	104	14	Otros	44	43,6	10	71,5	94	6
Axila de planta	5	5	0	0	0	0	Axila de planta	0	0	0	0	0	0
Total	100	100	13	100	114	20	Tanque bajo	101	100	14	100	127	6

Tabla 4. Tipos de criaderos y grados de infestación por formas inmaduras de *Aedes aegypti* antes y después de las intervenciones, en 14 instituciones rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca, 2014

Aun cuando no se implementaron intervenciones para controlar las formas adultas de *Ae. aegypti*, se evaluó si las intervenciones implementadas para el control de las formas inmaduras en las instituciones educativas podrían haber impactado estas poblaciones. Antes de la intervención (línea base), las instituciones educativas presentaron 71 % (10/14) de infestación por formas adultas y, después de la intervención, este valor fue de 92,9 % (13/14).

Los valores de los índices de infestación por *Ae. aegypti* antes y después de la intervención, no fueron estadísticamente significativos, con excepción del índice de pupa/persona, en el cual hubo una disminución después de la intervención (tabla 5).

Índices de infestación	Antes de la intervención	Después de la intervención	P
Índice de escuela (%)	57	43	0,701
Índice de depósito (%)	13	14	0,978
Índice de Breteau	92.9	100	1
Índice pupa/persona	0.06	0.02	0,009**
Índice de adultos (%)	71	93	0,324

* Nivel de significancia al 0,05

** Nivel de significancia al 0,01

Tabla 5. Índices de infestación por *Aedes aegypti* en instituciones rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca, 2014

Tanto antes como después de la intervención, los salones de clase fueron los sitios con mayor abundancia de mosquitos, seguidos de los baños y las cocinas, y por último, los comedores y las alcobas (figuras 2A y 2B). Los salones de clase son los lugares donde los niños y docentes permanecen la mayor parte del tiempo en la escuela, y *Ae. aegypti* tiene la mayor actividad de picadura (20), por lo tanto, podrían estar expuestos al riesgo de infección por dengue. Se encontraron algunos ejemplares en las alcobas, anotando que algunos docentes viven en las instituciones educativas.

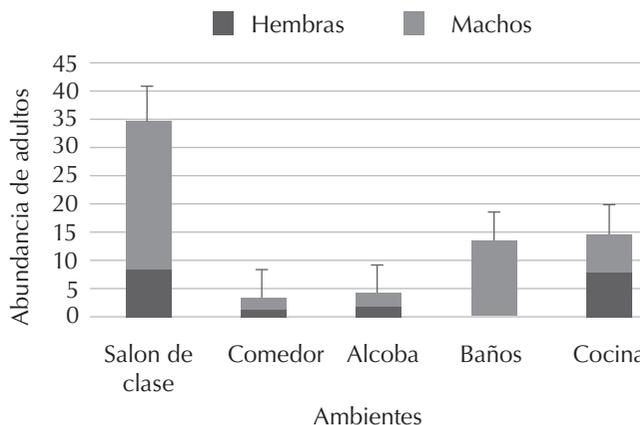


Figura 2A. Abundancia de *Aedes aegypti* recolectados antes de la intervención en diferentes ambientes de las instituciones rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca, 2014

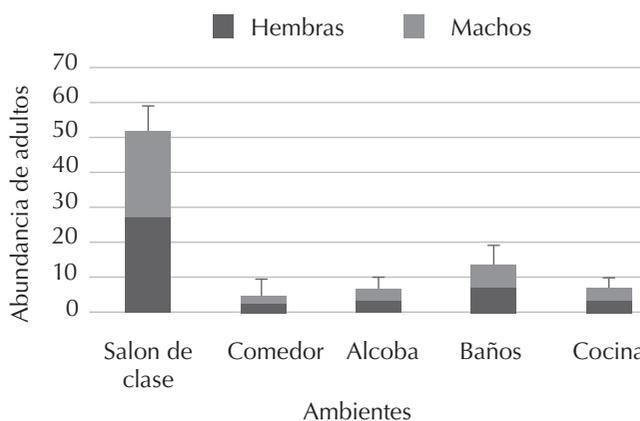


Figura 2B. Abundancia de *Aedes aegypti* recolectados después de la intervención en diferentes ambientes de las instituciones rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca, 2014

Calidad del agua en las escuelas rurales

Todas las escuelas trataban el agua para consumo; sin embargo, la disponibilidad de agua tratada durante la jornada completa aumentó 14 % después de la intervención (tabla 6). En cuanto a los diferentes métodos de tratamiento, antes de la intervención, el 71 % de las escuelas filtraba el agua, el 64 % la hervía y el 14 % la cloraba; después de la intervención, el 93 % filtraba el agua y el 35 % la hervía.

El cuanto a las acciones para prevenir la contaminación del agua de consumo durante su almacenamiento, hubo un aumento de 50 % en el número de tanques tapados y se logró lavar el 87 % (n=13) de ellos (tabla 6). El lavado fue realizado por los padres de familia de las escuelas, en conjunto con el grupo de trabajo de campo del proyecto.

Características		Antes de la intervención		Después de la intervención	
		n	(%)	n	(%)
Tipo de tratamiento local del agua	Hervir	9	64	4	29
	Filtrar	10	71	13	93
	Clorar	2	14	0	0
	Sin tratamiento	0	0	1	7
Disponibilidad de agua tratada durante la jornada completa		11	79	13	93
Tipo de filtro	Cerámica	9	90	13	100
	Arena	1	10	0	0
	Ozono	0	0	0	0
Lugar donde los estudiantes toman agua	Filtro	9	64	13	93
	Agua hervida	3	21	0	0
	Botellón o agua en bolsa	2	14	1	7
	Agua sin tratar	0	0	0	0
Tapado de tanques que almacenan agua para consumo*		5	42	12	92
Lavado de tanques que almacenan agua para consumo		0	0	13	87

Tabla 6. Condiciones y prácticas, antes y después de la intervención, para mejorar la calidad del agua de consumo en las escuelas rurales

Para el análisis de la calidad del agua para consumo en las escuelas, se tomaron 86 muestras de agua, 39 (45 %) y 47 (55 %) antes y después de la intervención, respectivamente. Del total de las muestras, 3 (3 %) se tomaron de agua hervida o agua en garrafones, 29 (34 %), de filtros, 27 (31 %), de grifos y, 27 (31 %), de tanques.

Del total de muestras tomadas antes y después de la intervención, hubo una reducción de 2 % en el número de muestras positivas para *E. coli* y una reducción de 75 % en la media geométrica del promedio de la concentración de las muestras positivas para *E. coli* (UFC/100 ml) (tabla 7). El nivel de riesgo para estas muestras en ambos periodos de estudio, se clasificó como moderado (11-100 UFC/100 ml), según Moe, et al. (45).

De las muestras tomadas en tanques antes y después de la intervención, hubo una reducción de 27 % en el número de muestras positivas para *E. coli* y una reduc-

ción de 63 % en la media geométrica del promedio de la concentración de las muestras positivas para *E. coli* (UFC/100 ml). El nivel de riesgo para estas muestras en ambos periodos de estudio, se clasificó como moderado (11-100 UFC/100 ml), según Moe, et al. (45).

De las muestras tomadas antes y después de los filtros, durante ambos periodos de estudio, se observó que la reducción en el número de muestras positivas para *E. coli* fue más alta después de la intervención (38 %) que antes de ella (27 %). La reducción en la media geométrica del promedio de la concentración de las muestras positivas para *E. coli* (UFC/100 ml), fue igual (70 %) antes y después de la intervención. El nivel de riesgo para estas muestras en ambos periodos de estudio, se clasificó como bajo (1-10 UFC/100 ml), según Moe, et al. (45) (tabla 7).

Por último, es importante aclarar que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los dos periodos de estudio.

		Antes de la intervención		Después de la intervención	
Todas las muestras	Número de muestras positivas para <i>Escherichia coli</i> (%)	29 (74)		34 (72)	
	Media geométrica del promedio de la concentración de <i>E. coli</i> (UFC/100 ml) en las muestras positivas (DE)	63 (1,3)		16 (0,5)	
Muestras de tanques	Muestras positivas para <i>E. coli</i> (%)	8 (61)		5 (34)	
	Media geométrica del promedio de la concentración de <i>E. coli</i> (UFC/100 ml) en las muestras positivas (DE)	44 (1,4)		16 (0,6)	
		Antes de la intervención		Después de la intervención	
		Antes	Después	Antes	Después
Muestras tomadas antes y después de filtrar	Muestras positivas para <i>E. coli</i> (%)	5 (38)	1 (11)	6 (43)	1 (5)
	Media geométrica del promedio de la concentración de <i>E. coli</i> (UFC/100 ml) (DE)	5.6 (1,4)	1,6 (0,6)	3.5 (0,6)	1,1 (0,2)

DE: desviación estándar

Tabla 7. Tipo de muestras y resultados de la calidad del agua para consumo, antes y después de la intervención

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue determinar si un conjunto de intervenciones integradas, implementadas en las instituciones educativas rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca, mejoraban la calidad del agua para consumo y reducían la infestación del mosquito vector, reduciendo los factores de riesgo para las enfermedades diarrea y dengue.

Para reducir la infestación del mosquito *Ae. aegypti* como factor de riesgo para dengue, mediante un paquete de intervenciones integradas para el control de las formas inmaduras (eliminación de residuos sólidos, tapado de tanques para almacenamiento de agua y tapado de albercas), se logró disminuir el índice de infestación de escuelas de 57 % a 43 %, como también, el índice de pupa/persona de 0,06 a 0,02. En las escuelas encontradas positivas, el mayor peso porcentual de los depósitos positivos fue para la categoría "otros", 61,5 % y 71,5 % antes y después de la intervención, respectivamente.

Cabe mencionar que en el estudio de Cabezas y Salas, en 2011 (47), solo dos escuelas presentaron infestación por *Ae. aegypti* en residuos sólidos, tales como latas, llantas, bolsas plásticas y botellas de vidrio. La mayoría de las áreas rurales de Colombia no tienen un sistema de recolección de residuos sólidos, lo que obliga a la comunidad educativa a prácticas inadecuadas como

es su disposición a campo abierto, lo cual proporciona criaderos potenciales para esta especie, principalmente durante la época lluviosa. La falta de cobertura para la recolección de basuras en las áreas rurales, así como la falta de programas que ofrezcan diferentes soluciones para su disposición, constituyen un factor de riesgo de transmisión del dengue en aquellas zonas donde hay presencia del mosquito. Koenraadt, *et al.*, en 2008, demostraron que 60 % de la producción de larvas y pupas se da en depósitos como tarros y cisternas, los cuales proporcionan condiciones ecológicas a *Ae. aegypti* para su desarrollo (48).

Los tanques utilizados para el almacenamiento de agua para consumo y las albercas, son los principales sitios de cría de *Ae. aegypti* en gran parte de Colombia, donde se llega a producir hasta el 95 % de pupas de este mosquito (20,49). En el presente estudio, los dos tanques elevados que fueron positivos para larvas en el levantamiento entomológico antes de la intervención, fueron negativos después de ella. Lo contrario sucedió en los tanques bajos (tabla 4), posiblemente por mal manejo de las mallas propiciando que quedaran mal tapados,, y adicionalmente por pérdida de la malla en una de las escuelas. Los valores del índice pupa por persona de 0,06 y 0,02 encontrados antes y después de las intervenciones, están por debajo del rango de 0,5 a 1,5 sugerido para riesgo de transmisión de dengue por Focks, *et al.* (50). Sin embargo, cabe resaltar que

este umbral se calculó para áreas urbanas, por lo cual el índice obtenido en este trabajo, aunque menor, no deja de ser de importancia como factor de riesgo de la enfermedad en las instituciones educativas rurales. No obstante, antes de la intervención, dos de las escuelas rurales tuvieron un índice pupa/persona de 0,7 y 0,6, respectivamente, valores que están dentro del rango de riesgo sugerido por Focks.

No se logró un impacto sobre la población adulta de *Ae. aegypti* mediante las intervenciones implementadas para el control de las formas inmaduras. Se han evaluado diferentes intervenciones solo para las formas adultas, algunas de las cuales han probado ser eficientes (51). Además, cuando se hacen intervenciones integradas para las formas inmaduras y las adultas, se logra un mayor impacto a largo plazo sobre las poblaciones del vector del dengue (52).

Otro de los resultados esperados en este trabajo era la reducción de los factores de riesgo para diarrea. Con el conjunto de intervenciones integradas para mejorar la calidad del agua para consumo (lavado y tapado de tanques, y filtros para el tratamiento local del agua) y las prácticas de higiene, después de la intervención se redujeron el porcentaje de muestras positivas y la media geométrica de la concentración de las muestras positivas para *E. coli*, tanto en el total de las muestras, como en aquellas tomadas en los tanques, y antes y después de la filtración (tabla 7). Esto puede explicarse por el tamaño de muestra ($n=86$) y porque, antes de iniciar este estudio, las escuelas del municipio habían sido intervenidas para el mejoramiento hidrosanitario y el tratamiento del agua para el consumo por medio de filtros de cerámica.

De igual manera, es relevante destacar que los filtros son una intervención efectiva para mejorar la calidad del agua de consumo (53,54), no solo porque disminuyen la contaminación, sino porque, además, garantizan el acceso a agua segura durante toda la jornada escolar (77 % antes y 91 % después de la intervención). En relación con el filtro que resultó positivo para *E. coli* después de la intervención, vale la pena aclarar que ello se debió a la inadecuada manipulación y la escasa frecuencia del lavado. Además, dos tanques no se pudieron lavar, lo cual pudo incidir en que la diferencia en los resultados después de la intervención no fuera estadísticamente significativa.

Las medidas de resultado para la enfermedad fueron las tasas de episodios y días de ausentismo escolar debido a diarrea, dengue probable o cualquier otra enfermedad. Se observó una reducción significativa

después de las intervenciones en las tasas de ausentismo general, por enfermedad, específicamente, por diarrea e infecciones respiratorias agudas.

Sin embargo, por las limitaciones en el diseño del estudio debidas a la ausencia de grupo control, no se puede atribuir esta reducción solamente a las intervenciones. Por ejemplo, los cambios en las tasas de ausentismo escolar podrían deberse a la evolución en su tendencia temporal, ya que al final del año escolar se espera menos ausentismo por la preocupación de los estudiantes por su éxito académico. Esto también es cierto para las enfermedades infecciosas, como la diarrea y las infecciones respiratorias agudas, las cuales tienen un comportamiento estacional (55,56).

En relación con las tasas de ausentismo por dengue, a pesar de que este municipio es endémico para dengue, solo se reportaron 4 casos probables que consultaron al servicio de salud. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, para la medición del ausentismo por diarrea, los padres asimilan mejor la definición de la diarrea propuesta por la OMS, mientras que los casos de dengue son difíciles y costosos de confirmar mediante pruebas de laboratorio, además que existen dificultades para el acceso a los servicios de salud en el área rural (57).

Es importante promover las intervenciones integradas, las cuales se han implementado principalmente para el control de enfermedades con orientación clínica, como el VIH/sida y la tuberculosis (58), pero rara vez para el control de otras, como el dengue y la diarrea, y menos aún, a nivel comunitario. Estas dos últimas enfermedades tienen en común las prácticas inadecuadas en el almacenamiento del agua para el consumo, lo que se reportó en un estudio en Laos y Tailandia (59).

Es importante mejorar las condiciones de agua, saneamiento e higiene en las instituciones educativas del área rural debido a sus deficientes condiciones, como se evidenció en este municipio; esto impacta en la salud escolar, porque la diarrea, el vómito y el dolor de estómago estaban entre los principales motivos de ausentismo escolar por enfermedad. Sin embargo, en varios estudios se ha encontrado que los beneficios de una intervención para mejorar la calidad del agua, dependen de las condiciones de saneamiento (60,61). Además, es difícil impactar en la incidencia de estas dos enfermedades solo interviniendo la escuela, cuando las condiciones de los hogares de los niños son precarias (60). Eisenberg sostiene que el medio ambiente, y la transmisión en el hogar y en la comunidad, interactúan para determinar la eficacia de las

intervenciones, y que esta interacción puede explicar las diferencias en los resultados que se han obtenido con intervenciones en la calidad del agua (62).

LIMITACIONES

La evaluación de la efectividad de las intervenciones se basó en un periodo corto de observación y, además, dependió de varios factores, como la apropiación por parte de la comunidad escolar, la durabilidad de los materiales utilizados para las intervenciones, y las condiciones socioculturales y ambientales locales.

Otra limitación de este estudio fue su diseño sin grupo control, por lo que no se puede asegurar que los resultados observados se deban exclusivamente a la intervención del estudio, ya que pueden haber influido otros factores no controlados. Sin embargo, ya que son escasos los estudios en área rural, por razones éticas consideramos que era necesario hacer las intervenciones en todas las escuelas.

Por último, las limitaciones propias de los estudios por conglomerados, como la existencia de tendencias temporales en la evolución de la exposición y del resultado, pueden interferir con la estimación del efecto de la intervención, por ejemplo, para el caso del ausentismo escolar.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al alcalde, al rector, los docentes y los niños de las escuelas rurales del municipio de Apulo. Nuestros agradecimientos al personal de campo: Humberto Mosquera y Nancy Herrera, y a la estudiante Jacqueline Rodríguez del Programa de Biología de la Universidad El Bosque.

FINANCIACIÓN

Este trabajo es uno de los productos del proyecto "Reducción de factores de riesgo para las enfermedades dengue y diarrea en las Instituciones educativas rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca", financiado por la Universidad El Bosque y la Fundación Lazos de Calandaima, con el apoyo de la Alcaldía de Apulo, presentado en la convocatoria interna de la Universidad El Bosque y aprobado por la División de Investigaciones (PCI 2013-426).

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores no registran ningún conflicto de interés en este artículo.

REFERENCIAS

1. Overgaard HJ, Alexander N, Mátiz MI, Jaramillo JF, Olano VA, Vargas S et al. Diarrhea and dengue control in rural primary schools in Colombia: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2012; 13(1):182.
2. World Health Organization. Combating waterborne disease at the household level/International Network to Promote Household Water Treatment and Safe Storage. Geneva: WHO; 2007. Fecha de consulta: 8 de junio de 2015. Disponible en: http://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease/en/index.html
3. The United Nations Children's Fund, World Health Organization: Diarrhoea: Why children are still dying and what can be done. Geneva: UNICEF, New York/ WHO; 2009. 58p.
4. Profamilia. Colombia. Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS). Bogotá; 2010. Fecha de consulta: 8 de junio de 2015. Disponible en: <http://www.profamilia.org.co/encuestas/Profamilia/Profamilia/images/stories/PDF-capitulos/Capitulo-10.pdf>; 2010.
5. Ministerio de la Protección Social, Universidad de Antioquia, Facultad Nacional de Salud Pública: Análisis de la situación de salud en Colombia 2002–2007. Bogotá: Tomo IV "Situación de salud de la infancia"; 2010. Fecha de consulta: 8 de junio de 2015. Disponible en: <http://www.minproteccionsocial.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/ASIS-Tomo%20IV--Situaci%C3%B3n%20de%20salud%20de%20la%20infancia.pdf>
6. Vargas A. Informe nacional de la calidad del agua para consumo humano. Año 2013 con base en el IRCA. Ministerio de Salud y Protección Social, Subdirección de Salud Ambiental 2014:1-193.
7. Organización Panamericana de la Salud OPS-OMS. Situación de salud de las Américas. Indicadores básicos 2012. Washington: OPS, 2012
8. Duarte J, Gargiulo C, Moreno M. Infraestructura escolar y aprendizajes en la educación básica latinoamericana: un análisis a partir del SERCE. Banco Interamericano de Desarrollo. 2011. Fecha de consulta: 8 de junio de 2015. Disponible en: www.iadb.org/en/publications/publication-detail,7101.html?id=20667%20&dcLanguage=en&dcType=All

9. Organización Mundial de la Salud. Dengue y dengue hemorrágico. Datos y cifras. Carga mundial de dengue. Nota descriptiva N° 117. 2015. Fecha de consulta: 26 de enero de 2015. Disponible en: <http://www.who.int/media-centre/factsheets/fs117/es/>
10. Padilla J, Rojas D, Sáenz-Gómez R. Dengue en Colombia. Bogotá, Colombia. Guías de Impresión Ltda. 2012.
11. Instituto Nacional de Salud. Informe final dengue, Colombia 2014. Fecha de consulta: 26 de enero de 2015. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/Informe%20de%20Evento%20Epidemiologico/Dengue%202014.pdf>
12. Instituto Nacional de Salud. Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA). Vigilancia rutinaria por eventos municipal 2008-2014. Fecha de consulta: 26 de enero de 2015. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Paginas/vigilancia-rutinaria.aspx>
13. Sosa TJ, Santos-Pérez M. Caracterización clínica y de laboratorio de un brote de dengue en un área rural de Campeche, México. *Rev Cubana Med Trop.* 2008;60 (2):136-40
14. Escobar-Mesa J, Gómez-Dantés H. Determinantes de la transmisión de dengue en Veracruz: un abordaje ecológico para su control. *Salud Pública Méx.* 2003; 45(1), 43-53.
15. Troyes L, Villegas Z, Troyes M. Expansión del *Aedes aegypti* a localidades rurales de Cajamarca. *Rev Perú Med Exp Salud Pública.* 2006; 23(3), 163-67.
16. Carpinelli M, Picaguá E, Rovira C, Giménez V, Ferreira L, Rodas J. Frecuencia de dengue durante el brote epidémico en individuos que acudieron al Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud (IICS), desde febrero a abril del 2007. *Mem Inst Investig Cienc Salud.* 2009; 7(2),15-20.
17. Connors R. Road access linked to dengue fever risk in rural Ecuador. *Infectious Disease News* 2009; 22(2):16.
18. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Evaluación de la epidemia de dengue en el Estado Plurinacional de Bolivia en 2009. Colección Documentos de proyectos. Santiago de Chile: Copyright © Naciones Unidas; 2010. 65p.
19. Arboleda M, Campuzano M, Restrepo B, Cartagena G. Caracterización clínica de los casos de dengue hospitalizados en la E.S.E. Hospital "Antonio Roldán Betancur", Apartadó, Antioquia, Colombia. *Biomédica.* 2006; 26(2), 286-94.
20. Tinker M, Olano VA. Ecología del *Aedes aegypti* en un pueblo de Colombia, Sur América. *Biomédica.* 1993; 13(1):5-14.
21. Ocampo C, Giraldo Calderon G, Perez M, Morales C. Evaluación del triflumurón y la mezcla de *Bacillus thuringiensis* más *Bacillus sphaericus* para el control de las formas inmaduras de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* en sumideros en Cali, Colombia. *Biomédica.* 2008; 28(2):224.
22. Morales A. *Aedes Aegypti* en zona rural del municipio de La Mesa (Cundinamarca) Colombia, S. A. *Biomédica.* 1981; 1(4):223.
23. Olano VA, Matiz M, Lenhart A, Cabezas L, Vargas S, Jaramillo J, et al. Schools as Potential Risk Sites for Vector-Borne Disease Transmission: Mosquito Vectors in Rural Schools in Two Municipalities in Colombia. *J Am Mosq Control Assoc.* 2015; 31(3):212-22.
24. Universidad El Bosque. Estudio comparativo, bajo condiciones controladas de laboratorio de 2 modelos de filtros caseros para el tratamiento de agua y el seguimiento de su funcionamiento en campo. Bogotá, Colombia: Instituto Salud y Ambiente; 2009.
25. Alcaldía Municipal de Apulo Cundinamarca. Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) Componente Rural. 2000:1-127.
26. Acuerdo 002 de 2012. Plan de Desarrollo Apulo 2012-2015. Con Apulo sostenible, prosperidad para todos. Apulo, Cundinamarca, Colombia 2012. Fecha de consulta: 8 de junio de 2015. Disponible en: http://apulo-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/36333638346431303066306537383166/Plan_de_Desarrollo_Apulo_2012_2015_1.pdf
27. Alcaldía municipal de Apulo. Perfil Epidemiológico municipio de Apulo 2008-2011. Apulo, Cundinamarca, Colombia 2010. Fecha de consulta: 8 de junio de 2015. Disponible en: <https://www.google.com/search?q=plan++de+desarrollo+de+apulo&ie=utf-8&oe=utf-8#q=Perfil+Epidemiol%C3%B3gico+de+Apulo>

28. Potters for Peace: Filtrón - Ceramic filter for drinking water. [Internet]. Los Angeles: Kaira Wagoner; 2015. Fecha de consulta: Octubre 15 de 2015. Disponible en: http://pottersforpeace.com/?page_id=8
29. Quintero J, García-Betancourt T, Cortes S, García D, Alcalá L, González-Urbe C, et al. Effectiveness and feasibility of long-lasting insecticide-treated curtains and water container covers for dengue vector control in Colombia: a cluster randomised trial. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2015; 109(2):116-25.
30. Instituto Nacional de Salud, Organización Panamericana de la Salud. Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de dengue. Fecha de consulta: 22 de mayo de 2015. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/temas-de-interes/Dengue/03Vigilancia%entomo%dengue.pdf>.
31. Romero-vivas C, Llinás H, Falconar A. Three Calibration Factors, applied to a Rapid Sweeping Method, Can Accurately Estimate *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Pupal Numbers in Large Water-Storage Containers at All Temperatures at Which Dengue Virus Transmission Occurs. *J Med Entomol.* 2007; 44(6):930-37.
32. Mendoza NM, Nicholls RS, Olano VA, Cortés LJ. Manual de manejo integral de malaria. Bogotá: División de Biblioteca y Publicaciones, INS. 2000.
33. Vazquez-Prokopec G, Galvin W, Kelly R, Kitron U. A New, Cost-effective, battery-powered aspirator for adult mosquito collections. *J Med Entomol.* 2009; 46(6):1256-59.
34. Lane J. Neotropical Culicidae. São Paulo: Editora da Universidade de Sao Paulo; 1953.
35. González R, Darsie JR. Clave ilustrada para la determinación genérica de larvas de Culicidos de Colombia y en nuevo Mundo. *Bol Mus Ent Uni Valle.* 2011; 4(1):21-37.
36. Tinker M, Stojanovich CJ. Identification of the pupae receptacle-breeding mosquitos. *Ann Entomol Soc Am.* 1962; 55(5):577-82.
37. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. 4th edition. Geneva: WHO; 2011. Fecha de consulta: 22 de mayo de 2015. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf.
38. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Lista de laboratorios ambientales acreditados por el IDEAM - Matriz Agua. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) 2015:28-31.
39. Eaton A, Clesceri L, Rice E, Greenberg A, Franson M. Standard methods for the examination of water and wastewater: Centennial edition. Washington, D.C.: American Public Health Association; 2005.
40. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Censo General 2005. Cuestionarios. Bogotá, Colombia, 2005. Fecha de consulta: 6 de febrero de 2014. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/censo2005/cuestionario.pdf>
41. Departamento Nacional de Planeación (DNP). SISBEN Colombia. Sistema de identificación de potenciales beneficiarios de programas sociales. Ficha de clasificación socioeconómica. Fecha de consulta: 6 de febrero de 2014. Disponible en: <https://www.sisben.gov.co/Informaci%C3%B3n/DocumentosMetodoI%C3%B3gicos.aspx#.Vmmccr9IYsB>
42. World Health Organization. Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. Geneva: World Health Organization; 2009.
43. World Health Organization. Diarrhoeal disease fact sheet. N° 330 April 2013. Fecha de consulta: 6 de febrero de 2014. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs330/en/>
44. Eaton AD, Clesceri LS, Rice EW, Greenberg AE, Franson MAH. Standard methods for the examination of water and wastewater: Centennial edition. Washington, DC: American Public Health Association; 2005.
45. Moe CL, Sobsey MD, Samsa GP, Mesolo V. Bacterial indicators of risk of diarrhoeal disease from drinking-water in the Philippines. *Bulletin of the World Health Organization.* 1991; 69(3), 305.
46. Rosner B. Fundamentals of biostatistics. 5th ed. Belmont, CA: Duxbury Press; 2000.
47. Cabezas L, Salas S. Residuos sólidos como criaderos potenciales de *Aedes aegypti* en las escuelas y viviendas aledañas en área rural del municipio de Apulo, Cundinamarca (trabajo de grado). Bogotá: Universidad el Bosque; 2011.

48. Koenraadt CJM, Aldstadt J, Kijchalao U, Sithiprasasna R, Getis A, Jones JW, et al. Spatial and temporal patterns in pupal and adult production of the dengue vector *Aedes aegypti* in Kamphaeng Phet, Thailand. *Am J Trop Med Hyg.* 2008; 79(2):230-8.
49. Romero-Vivas C, Arango-Padilla P, Falconar A. Pupal-productivity surveys to identify the key container habitats of *Aedes aegypti* (L.) in Barranquilla, the principal seaport of Colombia. *Ann Trop Med Parasitol.* 2006; 100 Suppl 1:S87-S95.
50. Focks D, Brenner R, Hayes J, Daniels J. Transmission thresholds for dengue in terms of *Aedes aegypti* pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. *Am J Trop Med Hyg.* 2000; 62(1):11-18.
51. Manrique-Saide P, Che-Mendoza A, Barrera-Perez M, Guillermo-May G, Herrera-Bojorquez J, Dzul-Manzanilla F et al. Use of Insecticide-Treated House Screens to Reduce Infestations of Dengue Virus Vectors, Mexico. *Emerg Infect Dis.* 2015; 21(2):308-11.
52. Che-Mendoza A, Guillermo-May G, Herrera-Bojorquez J, Barrera-Perez
53. M, Dzul-Manzanilla F, Gutiérrez-Castro C, et al. Long-lasting insecticide-treated house screens and targeted treatment of productive breeding-sites for dengue vector control in Acapulco, Mexico. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2015; 109(2):106-15. Clasen TF, Brown J, Collin SM. Preventing diarrhoea with household ceramic water filters: Assessment of a pilot project in Bolivia. *Int J Environ Health Res.* 2006; 16(3):231-39.
54. Clasen T, García GG, Boisson S, Collin S. Household-based ceramic water filters for the prevention of diarrhea: A randomized, controlled trial of a pilot program in Colombia. *Am J Trop Med Hyg* 2005; 73(4):790-95.
55. Cáceres DC, Peláez D, Sierra N, Estrada E, Sánchez L. Burden of rotavirus-related disease among children under five, Colombia, 2004. *Pan American journal of public health* 2006; 20(1):9-21.
56. Ucrós S, Dueñas E, Gutiérrez M. Calendario y variación estacional de las afecciones respiratorias en Santa Fe de Bogotá. *Rev Colomb Neumol.* 1997; 9(3), 124-32.
57. Vargas I, Vásquez ML, Mogollón A. Acceso a la atención en salud en Colombia. *Rev Salud Pública.* 2010; 12(5):701-12.
58. Gilbert JA, Long EF, Brooks RP, Friedland GH, Moll AP, Townsend JP, et al. Integrating Community-Based Interventions to Reverse the Convergent TB/HIV Epidemics in Rural South Africa. *PLoS One* 2015; 10(5):e0126267.
59. Dada N, Vannavong N, Seidu R, Lenhart A, Stenström TA, Chareonviriyaphap T, et al. Relationship between *Aedes aegypti* production and occurrence of *Escherichia coli* in domestic water storage containers in rural and sub-urban villages in Thailand and Laos. *Acta Trop* 2013; 126(3):177-85.
60. VanDerslice J, Briscoe J. Environmental interventions in developing countries: Interactions and their implications. *Am J Epidemiol.* 1995; 142(2):227.
61. Esrey SA. Water, waste, and well-being: A multicountry study. *Am J Epidemiol.* 1996; 143(6):608-23.
62. Eisenberg JN, Scott JC, Porco T. Integrating disease control strategies: Balancing water sanitation and hygiene interventions to reduce diarrheal disease burden. *Am J Public Health.* 2007; 97(5):846-52.

