

no/a.

AUTOR

AÑO



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.

CALIDAD DEL AGUA, USO Y MANEJO DE FILTROS DE AGUA DE CERÁMICA
NEGRA Y SU RELACIÓN CON INFECCIONES GASTROINTESTINALES EN
NIÑOS. SANTA MARIANITA, NANEGAL, ECUADOR 2018.

“Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de médica cirujana”.

Profesora guía

Martha María Fors López.

Autora

Tatiana Estefanía Venegas Gavilánez.

Año

2019.

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, (Calidad del agua, uso y manejo de filtros de agua de cerámica negra y su relación con infecciones gastrointestinales en niños. Santa Marianita, Nanegal, Ecuador 2018) a través de reuniones periódicas con la estudiante (Tatiana Estefanía Venegas Gavilánez), en el semestre (201910) orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Martha María Fors López.

PhD en Ciencias Médicas.

CC. 175635130-8.

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado el trabajo, (Calidad del agua, uso y manejo de filtros de agua de cerámica negra y su relación con infecciones gastrointestinales en niños. Santa Marianita, Nanegal, Ecuador 2018) de la estudiante (Tatiana Estefanía Venegas Gavilánez), en el semestre (201910), dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Esteban Fernández Moreira.

PhD en Bioquímica.

CC. 175681453-7.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Tatiana Estefanía Venegas Gavilánez.

CC, 172144252-1.

AGRADECIMIENTOS

Extiendo un gran agradecimiento a mis padres que hicieron un gran esfuerzo para hacer mi sueño realidad.

Y a todas y cada una de las personas que estuvieron apoyándome en cada momento de este camino.

Gracias infinitas.

DEDICATORIA

Dedicado a las personas que viven en zonas rurales del país con acceso limitado a necesidades sanitarias básicas que garanticen su salud, espero que este trabajo les dé una opción costo-efectiva para aportar con una solución al problema de escases de agua potable.

RESUMEN

Palabras clave: Tratamientos de agua domiciliarias, Filtro de agua de cerámica negra, Diarrea infantil, Patógenos coliformes, Virus entéricos.

Introducción: En Ecuador la cobertura rural de agua no ha mejorado y tampoco cumple con parámetros de calidad en el 60% de la población. La contaminación microbiana está asociada con morbilidad infantil, principalmente debido a gastroenteritis y malnutrición. Intervenciones específicas dirigidas a aumentar la calidad del agua son estrategias prometedoras en las regiones rurales para resolver problemas sanitarios. Los filtros de agua de cerámica negra (FACN) son un nuevo tratamiento del agua doméstica recientemente desarrollado para mejorar la eliminación bacteriana y viral.

Método: Se trató de un estudio longitudinal, experimental, paralelo, aleatorizado, abierto y controlado. Las familias participantes se asignaron al azar a uno de los siguientes grupos: Grupo 1 experimental: constituido por familias que recibieron un filtro de agua de cerámica negra para agua de consumo y Grupo 2 control: constituido por familia que utilizaron el tratamiento domiciliario usual para el consumo de agua.

Resultados: Los estudios de campo en la comunidad de Santa Marianita revelaron que la contaminación microbiana del agua es alarmante. Durante el estudio se determinó que al comparar el filtro con otros tratamientos de agua domésticos, se mejora completamente la calidad del agua y la coloca en estándares aceptables y potables. Además se evidenció en los análisis coprológicos realizados a niños menores de 15 años que se encuentran alarmantemente colonizados por patógenos coliformes.

Conclusión: El uso de este nuevo prototipo de FACN potencialmente mejora la calidad del agua en el escenario estudiado pero no se demostró objetivamente reducción significativa en las enfermedades gastrointestinales.

ABSTRACT

Key words: Home Water Treatments, Black Ceramic Water Filter, Infant Diarrhea, Enteric Viruses, Coliform Pathogens.

Introduction: In Ecuador, rural water coverage has not been and does not meet quality parameters in 60% of the population. Microbial contamination is associated with childhood morbidity, mainly gastroenteritis and malnutrition. Specific interventions aimed at increasing water quality in promising strategies in rural regions to solve health problems. Black ceramic water filters (BCWF) is a new treatment of household water recently developed to improve bacterial and viral elimination.

Method: It was a longitudinal, experimental, parallel, randomized, open and controlled study. The participating families were randomized in the choice of groups: Experimental Group 1: constituted by families that received a black ceramic water treatment for drinking water and group 2 control: constituted by a family that used the usual domiciliary treatment for the consumption of Water.

Results: The field studies in the community of Santa Marianita indicate that the microbial contamination of the water during the study, it will be determined that it will be compared with other water treatments, the quality of the water will be completely improved and it will be placed in the acceptable and potable controls. In addition, it was evidenced in the coprological exam made to children under 15 years old who were called at all times colonized by coliform pathogens.

Conclusion: The use of this new BCWF prototype potentially improves water quality in the studied scene, but was not objectively demonstrated significant reduction in gastrointestinal diseases.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPÍTULO UNO Problema científico.....	4
1.1 ANTECEDENTES.....	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4 PREGUNTA SIGNIFICATIVA.....	9
2. CAPÍTULO DOS Marco Referencial.....	10
2.1 MARCO TEÓRICO.....	10
2.1.1 Agua potable.....	10
2.1.1.1 Agua potable, saneamiento, salud y enfermedades...11	
2.1.1.2 Filtro de Agua de Cerámica Negra.....	12
2.1.2 Enfermedad transmitida por alimentos.....	20
2.1.3 Diarrea.....	22
2.1.3.1 Definición.....	22
2.1.3.2 Etiología.....	22
2.1.4 Escherichia Coli.....	26
3. CAPÍTULO TRES Metodología.....	27

3.1 DISEÑO.....	27
3.2 OBJETIVOS.....	28
3.2.1 Objetivos Generales.....	28
3.2.2 Objetivos Específicos.....	28
3.3 HIPÓTESIS.....	29
3.3.1 Hipótesis Nula.....	29
3.4 VARIABLES.....	30
3.4.1 Matriz de relación de variables.....	30
3.4.2 Matriz de Operalización de las variables.....	31
3.5 DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN.....	33
3.6 DEFINICIÓN DE LA MUESTRA.....	35
3.6.1 Tipo.....	35
3.6.2 Selección.....	35
3.6.2.1 Criterios de Inclusión.....	35
3.6.2.2 Criterios de Exclusión.....	35
3.6.3 Tamaño.....	36
3.7 INSTRUMENTOS.....	37
3.7.1 Cuestionarios.....	37
3.8 LAS MUESTRAS FECALES Y RECOPIACIÓN DE	

DATOS.....	37
3.9 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	38
3.10 MÉTODOS DE ETIOLOGÍAS DIARREA	
DIAGNÓSTICO.....	39
3.11 ESTANDARIZACIÓN DE INSTRUMENTOS DE	
MEDICIÓN.....	40
3.11.1 ESTANDARIZACIÓN DE LA APLICACIÓN.....	40
3.11.2 ESTANDARIZACIÓN DE CALIFICACIÓN.....	40
3.12 CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	41
3.13 MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	41
4. CAPÍTULO CUATRO Resultados.....	43
4.1 Distribución de la población estudiada.....	43
4.2 Resultados de accesibilidad y fuentes de agua	45
4.3 Resultados manejo de las TADs.....	51
4.4 Resultados de muestras de heces en episodios	
Diarreicos	53
DISCUSIÓN.....	54
CONCLUSIONES.....	58

RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS	60
ANEXOS.....	65

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han realizado estudios de impacto que han manifestado un gran problema en cuanto a infecciones (OMS y UNICEF, 2015). Estos estudios señalan la necesidad de buscar herramientas para prevenir la propagación de infecciones, la implementación de básicas medidas como la colocación activa de vacunas y mecanismos para potabilización de agua además de medidas de higiene.

Medidas como son la aplicación de saneamiento, el lavado de manos, la preservación de la inocuidad de los alimentos y el agua y la vacunación, pueden reducir la propagación de microorganismos resistentes a los antimicrobianos y las infecciones que provocan estos patógenos. Mediante la prevención de las enfermedades infecciosas cuyo tratamiento requiere antimicrobianos y de las infecciones víricas para las que se suelen administrar erróneamente antimicrobianos, la comunidad mundial podrá gestionar mejor estos medicamentos esenciales. (OMS y UNICEF, 2017).

Según la OMS se define a la diarrea como la deposición, tres o más veces al día (o con una frecuencia mayor que la normal para la persona) de heces sueltas o líquidas. La deposición frecuente de heces firmes (de consistencia sólida) no es diarrea, ni tampoco la deposición de heces de consistencia suelta y “pastosa” por bebés amamantados. (OMS, 2010).

El síntoma más común de una infección del aparato digestivo es la diarrea, que puede ser provocada por diversos organismos bacterianos, víricos y parásitos. La principal forma de transmisión de infecciones es por alimentos o agua contaminados, o bien de una persona a otra como resultado de una higiene deficiente. (OMS, 2010).

La población infantil es la que más se ve afectada, ya que presenta episodios de diarrea aguda con mayor frecuencia y esta es la segunda causa principal de mortalidad infantil por deshidratación; en los niños menores de cinco años, además causa de 1.5 a 2 millones de muertes al año. En países con recursos limitados, los bebés experimentan una mediana de seis episodios por año; los niños experimentan una mediana de tres episodios por año a nivel mundial. (OMS, 2017).

A pesar de todos los datos descritos a nivel de América Latina y especialmente en nuestro país todavía llaman la atención las cifras alarmantes de familias que no cuentan con medidas de potabilización de agua y tampoco con manejo de alcantarillado, que se asocia con la alta prevalencia de infecciones gastrointestinales. A pesar de los esfuerzos realizados, el acceso a fuentes de agua segura en el Ecuador rural es inferior al 60%. En la parroquia Santa Marianita hay comunidades sin acceso a agua potable que se proveen de fuentes de agua superficiales no protegidas las cuales muestran niveles de contaminación microbiológicas significantes (50 UFC/100ml *E. coli*). (Guerrero-Latorre, et al., 2014).

Los filtros de agua de cerámica (FAC) han sido desarrollados y han demostrado efectividad en los parámetros de calidad que determina la OMS e introducidos como Tratamientos de Agua Domiciliaria (TADs) para potabilizarla. (Brown, J. & Sobsey, M. D. 2010). Sin embargo, este prototipo sostenible y de bajo costo tiene ciertas limitaciones respecto a su eficacia microbiológica ya que es poco eficiente para eliminar virus entéricos del agua contaminada. En niños menores de 5 años, esta información es valiosa ya que los agentes virales son los primordiales agentes etiológicos en este grupo etario.

La investigación realizada por Guerrero-Latorre y colaboradores, reveló que la cocción de la cerámica en atmósfera reductora (cerámica negra) aumentaba la capacidad de retener virus. A escala de laboratorio este estudio concluyó en un modelo de filtro de agua de cerámica negra (FACN) tiene una eficiencia para

eliminar virus del 99.9% a lo largo de 1000 litros de uso, cumpliendo así con las directrices de la Organización Mundial de la Salud para este tipo de tecnologías. (Guerrero-Latorre, et al., 2014) (OMS y UNICEF, 2015).

Después de lo mencionado tomando en cuenta este avance y al aplicarlo a las poblaciones con mayor riesgo con el agua más contaminada de la zona, al iniciar este análisis se esperaba ver una diferencia en la cantidad de infecciones gastrointestinales en la población infantil estudiada de menores de 15 años de edad entre los grupos de control y experimental.

CAPÍTULO UNO

Problema Científico

1.1 ANTECEDENTES

Las enfermedades gastrointestinales y diarreicas anualmente son la causa de un estimado de 1,8 millones de muertes a nivel mundial, siendo las etiologías virales las más prevalentes entre niños (Kotloff *et al.*, 2013). La falta de agua potable, saneamiento e higiene se han asociado a la mayoría de las infecciones gastrointestinales (Wolf *et al.*, 2014).

La OMS recomienda implementar soluciones de tratamiento descentralizado de agua, para mejorar el acceso al agua potable en regiones rurales como son los tratamientos de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (OMS, 2014). Según datos del INEC alrededor del 40% de la población en las zonas rurales de Ecuador no tiene acceso a fuentes de agua mejoradas, pero estas cifras deben ser subestimadas en cuanto a los estándares de la calidad del agua. Al estudiar las directrices de calidad del agua potable definidas se ha encontrado que aproximadamente de estas muestras el 60% están contaminadas con bacterias fecales.

A nivel del país en las zonas rurales se ha visto que las fuentes de agua que llegan a los hogares después de los tratamientos locales aplicados, tienen mala calidad con altos porcentajes de muestras contaminadas (INEC, 2013). Por otro lado, los datos epidemiológicos del Ministerio de Salud del Ecuador en el 2015 indican que la cuarta causa de morbilidad son las enfermedades infecciosas, con un 19,33% de incidencia de la enfermedad total asociada a las infecciones gastrointestinales (MSP, 2015).

La mortalidad infantil causada por la diarrea entre los niños menores de 5 años sigue siendo la principal causa en todo el mundo, mientras que en Ecuador los datos recientes refieren altas tasas de mortalidad dentro de América Latina, con 14 por cada 10 mil niños en 2015 sólo superado por Bolivia y Venezuela (INEC, 2015).

En los últimos datos del censo del INEC del 2013 se presenta a la diarrea como la tercera causa de morbilidad (19,42%) y egresos hospitalarios por esta causa en hombres, mientras que en las mujeres es la quinta causa (19,24%). Y en la población infantil se presenta como la quinta causa de morbilidad con una tasa de (109,08). Además, se evidencia una tasa de letalidad de 0,17 por cada 100 egresos. (INEC, 2013).

A nivel de la provincia de Pichincha se evidencia un egreso hospitalario de 2.195 con un promedio de estancia hospitalaria de 3 días y que la población etaria principalmente afectada son los niños menores de 9 años en especial se ven afectados son los lactantes mayores (6 meses a 2 años). (INEC, 2013).

La mala calidad de agua también genera otro problema grave para la salud, ya que al existir infecciones gastrointestinales crónicas se asocia a largo plazo una carga de desnutrición infantil y se evidencia como un círculo vicioso en zonas con mal saneamiento. En el caso de Ecuador se informó de un 25,3% de desnutrición infantil en todo el país en niños menores de 5 años, pero esos números son casi el doble en las zonas rurales, (INEC, 2015).

Los virus son los agentes más frecuentes a nivel mundial entre las etiologías que producen gastroenteritis en los niños en zonas pobres sin saneamiento. En Ecuador se ha informado que *Shigella spp*, *rotavirus* y *Giardia Lamblia* son las principales causas de la diarrea infantil. Aunque existen varias causas asociadas con la diarrea, el agua potable contaminada juega un rol importante que puede ser fácilmente mejorado con los tratamientos adecuados. (INEC, 2015).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Constatando que existe un problema evidente en zonas sin acceso a agua potable y principalmente que este es un problema en áreas rurales del país, se plantea la necesidad urgente de buscar nuevos medios de tratamiento descentralizado de agua y se propone a prueba un método de tratamiento de agua a nivel domiciliario.

La nueva tecnología de filtros de agua de cerámica (FAC) son una opción prometedora para incrementar la calidad de agua a nivel doméstico porque han demostrado un buen desempeño y una buena aceptabilidad por parte de las comunidades locales (Levine *et al.* 2010). Varios estudios epidemiológicos han demostrado una reducción de al menos un 30% de la incidencia de diarreas en diferentes contextos con el uso de estos filtros (Brown, Sobsey, y Loomis, 2008; Preez *et al.*, 2008). Sin embargo, el modelo actual de FAC es insuficiente en su capacidad para eliminar la carga viral y esto es de gran relevancia porque los virus son los principales agentes causante de infecciones gastrointestinales y diarrea (Van Halem, 2006).

Un nuevo modelo de filtros de agua cerámica negra (FACN), ha mostrado la capacidad de eliminar virus hasta 99,9% después de 1000 litros filtrados con esta simple modificación sobre la producción (Guerrero-Latorre *et al.*, 2014). La eliminación viral evidenciada en laboratorio se debe complementar con un efecto protector en la salud de los usuarios del filtro. En este trabajo, con una investigación experimental aleatorizada, se trató de determinar la relación de esta tecnología con la reducción de infecciones gastrointestinales de cualquier etiología en los niños estudiados.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En países de bajos ingresos, las políticas internacionales sobre el medio se centran en el desarrollo de las tecnologías más eficaces para mejorar el acceso de agua en los hogares (OMS, 2014). Los FACN mejoran la eliminación viral, con este desarrollo se ha completado una investigación sobre las tecnologías domésticas (Guerrero-Látorre *et al.*, 2015). El objetivo de este trabajo fue obtener los mejores beneficios de este nuevo y prometedor FANC. La evaluación efectiva del filtro en un entorno que presenta mala calidad de agua, como se observa en las comunidades de Nanegal-Ecuador, proporcionó información crucial sobre la efectividad en la reducción de la etiología de las infecciones gastrointestinales por esta tecnología mejorada.

Con el fin de llegar a las poblaciones más afectadas que carecen de agua potable, hace una década la OMS en colaboración con UNICEF proponen estrategias para el Tratamiento del Agua Doméstica (TAD) para aumentar el acceso en áreas remotas con los habitantes de bajos recursos. Las TADs están diseñadas para proporcionar agua potable a toda una familia en el punto de uso y la mayoría de ellos tienen un sistema de almacenamiento del agua tratada para evitar la recontaminación. En los últimos 10 años se han diseñado decenas de TADs para proporcionar eficientes soluciones para las organizaciones internacionales con el objetivo de aumentar la igualdad en el acceso al agua potable en todo el mundo.

Recientemente, un nuevo prototipo ha sido desarrollado con resultados prometedores: El FACN es el producto de una investigación que tuvo como objetivo mejorar la eficacia de los filtros de agua de cerámica existentes para la eliminación de virus entéricos. El FACN producido en una atmósfera reductora tiene una simple variación en relación con el TAD clásico que mantiene el producto económico y mejora la eficiencia de eliminación de las cargas virales de hasta 3 logaritmos en los estudios realizados en laboratorio, cumpliendo con los requisitos de la OMS para las tecnologías de TADs. Por otra parte, a largo plazo los ensayos con valores de

eliminación consistente al filtro se plantean después de 1000 litros filtrados. Este nuevo y mejorado prototipo se puede implementar fácilmente en las fábricas existentes como TADs de simple manejo ya que solo se requiere un horno específico que puede ser construido con materiales locales (como ladrillos, arena y hormigón) o modelos de hornos incluso actuales pueden ser acomodados a fuego lento. (Guerrero-Látorre *et al.*, 2014).

Es necesario probar que con esta nueva tecnología TADs en Ecuador, podría disminuir el número de enfermedades gastrointestinales en la población infantil. Con los resultados se podría diseñar correctamente programas para mejorar la calidad el agua potable. Con este estudio se evaluará la calidad del agua, los conocimientos, prácticas y aptitudes en el uso y manejo del filtro y su impacto protector sobre la salud.

1.4 PREGUNTA SIGNIFICATIVA

¿Existe relación directa entre la calidad del agua, el uso de filtros de cerámica negra para potabilizar el agua y la aparición de infecciones gastrointestinales infantiles en la población de Santa Marianita en el periodo de 12/2017 al 06/2018?

CAPÍTULO DOS

Marco Referencial

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Agua potable

El agua que tiene como fin ser utilizada para higiene personal y uso doméstico en actividades como cocinar y beber es la que se define como potable, según la OMS y UNICEF se determina que esta es accesible si la fuente de la misma se encuentra a menos de 1 kilómetro de distancia del lugar de utilización y si se puede obtener de manera fácil al menos 20 litros diarios para cada miembro de la familia, (OMS y UNICEF, 2017).

El agua potable salubre es el agua cuyas características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas de la OMS o los patrones nacionales sobre la calidad del agua potable, es decir si en su composición microbiológica no tenga existencia de coliformes (0 coliformes en 100 ml examinados) ya que su presencia se asocia directamente a contaminación fecal. (OMS, 2017).

Por acceso de la población al agua potable salubre se entiende al porcentaje de personas que utilizan las mejores fuentes de agua potable, es decir: conexión domiciliaria; fuente pública; pozo de sondeo; pozo excavado protegido; vertiente protegida; aguas pluviales. (OMS, 2017).

La tecnología de más bajo costo es el saneamiento básico que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y también permite tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios. El acceso al saneamiento básico comprende seguridad y privacidad en el uso de estos servicios. (OMS, 2017).

La cobertura se refiere al porcentaje de personas que utilizan mejores servicios de saneamiento, a saber: conexión a alcantarillas públicas; conexión a sistemas sépticos; letrina de sifón; letrina de pozo sencilla; letrina de pozo con ventilación mejorada. (OMS, 2017).

2.1.1.1 Agua potable, saneamiento, salud y enfermedades

De los países en vías de desarrollo por lo menos 2.600 millones es decir lo equivalente a la mitad de la población ni siquiera cuenta con acceso a una letrina sencilla y en cuanto a acceso a fuentes de agua mejorada, existe ausencia de este recurso en 1.100 millones de personas.

Y como dato alarmante se ha evidenciado que anualmente fallecen por enfermedades diarreicas incluyendo *cólera* en 1,8 millones de habitantes y esto se puede atribuir directamente al ineficaz acceso directo a fuentes de aguas mejoradas y hábitos básicos de saneamiento. Se debe considerar además que de esta población el 90% son niños menores de 5 años. Con todo esto, se ven infecciones por *esquistosomiasis* en 160 millones, que provoca decenas de miles de muertes por año; también al menos 500 millones tienen riesgo de tener *tracoma* que puede producir ceguera en aproximadamente 146 millones y deterioro visual en 6 millones; las parasitosis no se quedan atrás y azotan al mundo por la falta de agua potable, higiene adecuada y saneamiento produciendo helmintiasis por *Áscaris*, *Trichuris* y *Anquilostoma* spp produciendo en 133 millones de personas parasitosis fuertes por helmintos; finalmente se ha visto cada año el reporte de *Hepatitis A* en al menos 1,5 millones de pacientes que se presentan con clínica evidente. (OMS y UNICEF, 2015).

2.1.1.2 Filtro de Agua de Cerámica Negra

La tecnología de bajo costo para la purificación local de agua son los filtros de agua cerámicos (FAC) y pueden producirse de manera local. En la actualidad más de 50 fábricas a nivel mundial producen estos filtros en países con limitado acceso al agua potable. La eficiencia de estos filtros es adecuada para bacterias y protozoos causantes de diarrea, pero son incapaces de eliminar los virus. (Brown, J, 2010).



Figura 1. Filtro de agua cerámica negra. Tomado de (página web infocerámica)

Gracias a la investigación y colaboración entre la Universidad de Barcelona en conjunto con la Universidad de las Américas y el ceramista se ha encontrado una

manera sencilla de mejorar estos filtros a través de una técnica tradicional de producción de la cerámica negra y la incorporación de diferentes materiales locales y accesibles. Esta tecnología llegó hasta el Ecuador gracias a una campaña de micro patrocinio que recaudó más de 4.000 €. (Guerrero-Latorre, L, 2014).



Figura 2. Experimentación con el filtro Biotecnología UDLA. Tomado de (página web biotecnología UDLA)

Josep Mates, ceramista catalán, con una experiencia de más de 25 años en el mundo de la cerámica artesanal y experto en construcción de hornos, fue quien propuso experimentar con la cerámica negra durante el proceso de investigación y él mismo trajo esta tecnología al país. (Guerrero-Latorre, L, 2014)

2.1.1.2.1 Elaboración del filtro

2.1.1.2.1.1 Recipiente

El recipiente se hace a partir de barro y cascarilla de arroz (23% peso seco), o viruta de pino. Las piezas se prensan, se pulen y se dejan secar antes de cocer a 966°C (a esta temperatura se incinera la materia orgánica). El uso de la prensa hidráulica garantiza el grosor homogéneo del filtro. Se comprueba previamente que tengan la capacidad de filtrar entre 1 y 2 litros por hora. Se añade nitrato de plata como solución bactericida. (Michen, B; 2013)

2.1.1.2.1.2 Cocción

Los filtros de barro de cerámica negra cumplen con los mismos parámetros de fabricación que los filtros de cerámica normal. La diferencia es que cuando se cuecen en un horno de leña que se puede cerrar al realizarse este proceso su estructura se enriquece en carbón. Este carbón es el responsable de que sean capaces de eliminar en un rango de hasta 1000 la concentración de virus en agua, con esta capacidad sea suficiente para evitar que el agua sea infecciosa. (Guerrero-Latorre, L, 2014).

El proceso de cocción en el horno de cerámica negra es un proceso lento. Y para cumplir con el proceso de fabricación deben cumplir con una curva de cocción que se debe de respetar. Primero se calienta suavemente el horno. Para eso se pone a quemar la madera en la boca del horno. La chimenea está abierta y la puerta de entrada de las piezas en la bóveda superior también. En este primer momento lo que se busca es que el horno vaya calentándose progresivamente y perdiendo la humedad. Como todo en alfarería depende de las condiciones. El horno se empieza a calentar de mañana y sigue así durante varias horas. (Guerrero-Latorre, L, 2014).

La importancia de fuego es vital para cumplir con el proceso. Se inicia quemando un poco de paja y unas astillas, luego se le añade un tronco, luego dos

y así sucesivamente. Cuando se empieza a formar la brasa se empuja al interior de la bóveda inferior, es decir al horno propiamente dicho. El horno está semi cerrado. Cuando se empujan las brasas que se forman en la boca del horno en el suelo del horno se va formando una cama que permitirá que cuando se introduzca la madera dentro del horno ésta al principio se quema de una manera uniforme. (Guerrero-Latorre, L, 2014).

Cuando el horno alcanza a secarse, es decir después de 3 horas se empieza a cerrar. Primero la entrada de la bóveda superior, donde se cuecen las piezas. Cuando se hayan cocido se cierra la salida superior de gases, la chimenea, para que se produzca la combustión sin oxígeno que va a producir el humo que ennegrecerá las piezas. Un horno de 1,5 metros cúbicos necesita de 20-24 horas para cocer y de 5-6 días para enfriar. (Oyanedel-Craver, 2008). Es importante tomar en cuenta que para cocer filtros de barro el horno debería de ser un poco más grande, de dos metros cúbicos al menos. (Guerrero-Latorre, L, 2014).

Antes de cocer los filtros hay que cerrar la puerta. Ya se ha cerrado con una pared de ladrillos refractarios de alúmina. Para cerrar herméticamente la puerta de la cámara superior se pone en el exterior una pared de tablas de madera. Entre la pared de ladrillos y la pared de madera hay un espacio que se rellena de tierra de carbonero. La tierra de carbonero es la tierra que queda después de fabricar carbón vegetal. Es una mezcla de tierra y carbón. Esta tierra es muy refractaria al calor e impide que salga el gas de dentro de la cámara. Es necesario que no salga el humo para que la cerámica se ennegrezca. (Oyanedel-Craver, 2008)

La boca del horno informa de cómo está aumentando la temperatura. Al principio la boca tiene que ennegrecerse. La boca y las paredes del horno. (Oyanedel-Craver, 2008). Cuando se llega a la temperatura de cocción el hollín del interior y de la boca se vuelve blanco. A esa temperatura se cuece el barro. También se utiliza una caña pirométrica digital que va diciendo cómo sube la temperatura. Cuando se ven las piezas, desde las chimeneas que están encima de todo, de color

naranja es el momento de cerrar las chimeneas y taparlas con tierra de carbonero. (Guerrero-Latorre, L, 2014).

Este proceso ha durado al menos 9 horas hasta cerrar completamente la cámara superior de cocción. Y aproximadamente se requieren 10 horas más para poder cerrar las chimeneas. (Guerrero-Latorre, L, 2014).

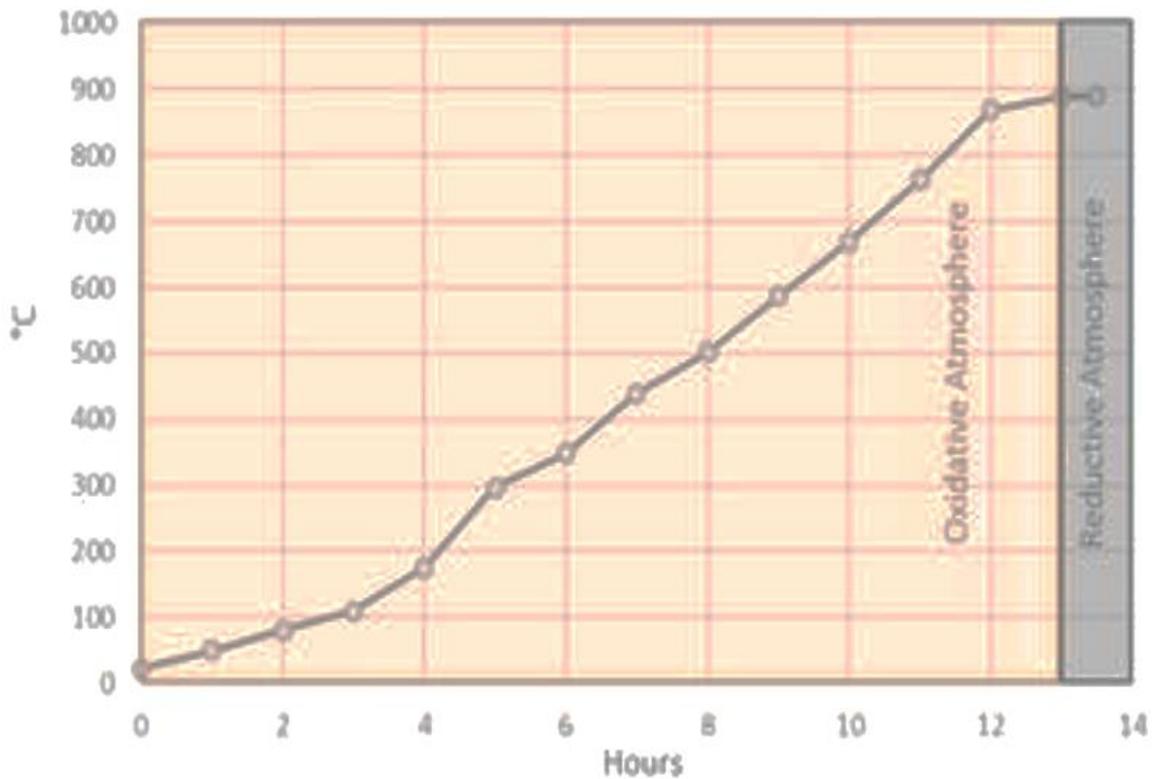


Figura 3. Diagrama de reducción atmosférica según la temperatura de cocción. Tomado de (Guerrero-Latorre, L, 2014).

2.1.1.2.1.3 Pruebas de calidad

El nuevo prototipo descrito por Guerrero-Latorre *et al.* 2014 es el filtro de agua de cerámica (FAC) denominado filtro de agua de cerámica negra (FACN) fue producido por primera vez en la fábrica Horeb situada en Pifo, Pichincha, Ecuador. Esta fábrica ha estado produciendo FAC desde 2010 a un ritmo de 500 filtros / año (Guerrero-Latorre *et al.* 2014).

En marzo de 2017, un horno de cerámica negro fue construido en instalaciones Horeb y la primera producción de filtros de cerámica fueron cocinados. Los primeros filtros de agua de cerámica negra producidas en Ecuador (Pifo, Pichincha) se cuece en un horno de leña de hasta 905 ° C aplicando una atmósfera reductora en el final del proceso (Guerrero-Latorre *et al.* 2014).

Después se aplicó la prueba de filtración de cocción para seleccionar los filtros con una relación entre 1,5-2,5 litros / hora. Después de ensayo de filtración, se aplicó plata coloidal con unos 250 ml de una solución en 375 mg / litro (Guerrero-Latorre *et al.* 2014).

Los filtros listos para usar se enviaron a los laboratorios de la UDLA para pruebas microbiológicas. Las pruebas de filtración se llevaron a cabo con agua corriente utilizando dos sustitutos microbiológicos: *Escherichia coli* (CECT 25922) como un modelo bacterias y bacteriófago MS2 como un virus de seguimiento de modelo adaptados protocolos basados en procedimientos estándar internacionales (Guerrero-Latorre *et al.* 2014).

Agua del grifo sin cloro era mezclada con los sustitutos para una concentración final de $1.5E + 06$ CFU / ml para *E. coli* y $8.24E + 04$ UFP / ml para MS2 fago (Guerrero-Latorre *et al.* 2014).

Luego, cinco litros de agua se aplicaron a cada filtro (tres repeticiones) y después de 2 horas de filtración, se recogieron los efluentes en condiciones

estériles. La entrada y salida de agua se cuantificaron para *E. coli* y sustitutos MS2 con el fin de calcular los valores de log Reducción (LRV) para cada prueba sistema de filtración permanente se llevó a cabo para evaluar los filtros a lo largo de uso simulado hasta 600 litros (Guerrero-Latorre *et al.* 2014).

2.1.1.2.1.4 Funcionamiento

Son dispositivos porosos que se encargan de potabilizar el agua superficial filtrándola a través de su estructura. (Van der Laan, H, 2014). Los filtros de cerámica se suelen presentar como cartuchos filtrantes en forma de sonda colocados verticalmente en recipientes de plástico cuya capacidad puede alcanzar los 20 o 30 litros. El agua a tratar pasa del exterior al interior del cartucho y una vez tratada se recoge en la parte inferior (hay un dispositivo más rudimentario que consiste en colocar una simple membrana filtrante en un bote). El elemento filtrante está impregnado de finas partículas coloidales de plata que actúan como desinfectante e impiden la proliferación de bacterias en el filtro (Oyanedel-Craver, V, 2018),

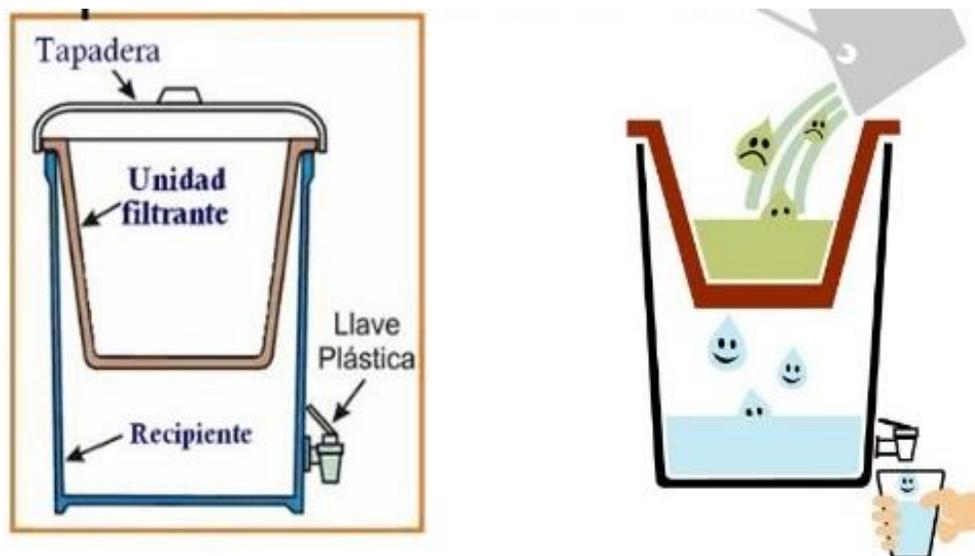


Figura 4. Mecanismo de funcionamiento. Tomado de (página web slide de filtros de agua artesanos).

El procedimiento se basa en la micro filtración. El umbral de paso varía entre las 0,1 y las 0,2 micras, creándose una barrera que retiene todas las impurezas en suspensión, así como la práctica totalidad de las bacterias y los parásitos protozoarios. También se ha comprobado su eficacia frente a los virus en un 99%. El sistema permite obtener un agua adecuada para el consumo humano (Guerrero-Latorre *et al.* 2014).

Recientemente, un nuevo prototipo ha sido desarrollado con resultados prometedores: El (FACN). Esta nueva tecnología es el producto de una investigación que tuvo como objetivo mejorar la eficacia de los filtros de agua de cerámica existentes para la eliminación de virus entéricos. El (FACN) producido en una atmósfera reductora tiene una simple variación en relación con el TAD clásico que mantiene el producto económico y mejora la eficiencia de eliminación de las cargas bacterianas y más de 3 logaritmos de eliminación viral hasta 600 litros filtrados (Guerrero-Latorre *et al.* 2014).

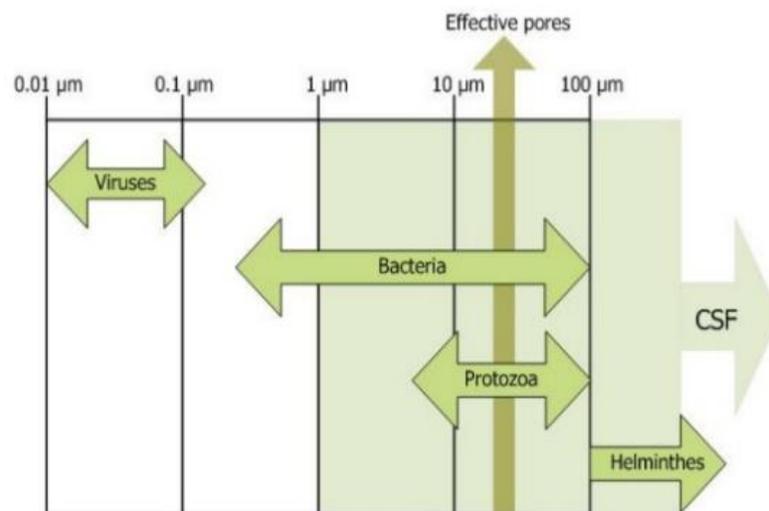


Figura 5. Filtración de microorganismos. Tomado de (página web slide de filtros de agua artesanos).

Este nuevo y mejorado prototipo se puede implementar fácilmente en las fábricas existentes como TADs de simple manejo ya que solo se requiere un horno específico que puede ser construido con materiales locales (como ladrillos, arena y hormigón) o modelos de hornos incluso actuales pueden ser acomodados a fuego lento (Guerrero-Latorre *et al.* 2014).



Figura 6. Prototipo de filtro terminado. Tomado de (página web bacterias actual ciencia).

2.1.2 Enfermedad transmitida por alimentos

Es el síndrome producido por la ingestión de alimentos y/o agua que contienen patógenos en cantidades significativas que afectan la salud (OMS, 2015). Se presentan con una variedad de sintomatología, el principal síntoma es la diarrea, pero también se ve asociada a la presencia de náuseas, vómito, diarrea, dolor abdominal o fiebre. (Linscott AJ, 2011).

Según define la OMS las enfermedades transmitidas por alimentos son parte de los principales problemas sanitarios prevenibles, que afectan de forma severa especialmente en los extremos de la vida es decir a niños y ancianos y también se

pueden ver afectadas las mujeres embarazadas y personas con comorbilidades asociadas especialmente inmunocomprometidos. (OMS, 2015).

Estas patologías no solamente afectan la salud sino también representan un problema significativo a nivel socioeconómico de los países porque reducen la capacidad de producción e incrementan los costos de los sistemas sanitarios por medicamentos y hospitalizaciones, y se debe tomar en cuenta que esta es una enfermedad completamente prevenible. (OMS, 2015).

2.1.3 Diarrea

2.1.3.1 Definición

Se ha tomado en cuenta a la diarrea como el principal síntoma que se asocia a las infecciones gastrointestinales por lo que, para empezar, se define como diarrea al paso de deposiciones sueltas o acuosas al menos tres veces en un período de 24 horas. La enfermedad diarreica es la segunda causa principal de mortalidad infantil; entre los niños menores de cinco años, causa de 1.5 a 2 millones de muertes al año. En países con recursos limitados, los bebés experimentan una mediana de seis episodios por año; los niños experimentan una mediana de tres episodios por año. (OMS, 2011) (CDC, 2017).

La enfermedad diarreica puede consistir en diarrea acuosa aguda, diarrea invasiva (con sangre) o diarrea crónica (persistente ≥ 14 días). Esta clasificación facilita el enfoque para el tratamiento de la diarrea infantil y evidenciar sus efectos negativos en la salud. (Harris & Pietroni, 2017).

2.1.3.2 Etiología

En países en vías de desarrollo se ha evidenciado que la mayoría de los casos de diarrea aguda son a causa de gastroenteritis infecciosa (LaRocque, R., & Harris, J., 2017).

2.1.3.2.1 *Gastroenteritis infecciosa*

Existen algunos factores que producen infección gastrointestinal, entre los más comunes se deben tomar en cuenta el grupo etario, región geográfica, el tipo de diarrea que se produce y con estos datos se puede determinar la posible etiología microbiológica (Harris, J., & Pietroni, M, 2017).

En varios estudios realizados en todo el mundo se ha evidenciado que los principales patógenos son el *Rotavirus*, *Cryptosporidium*, *Shigella* y *Escherichia coli* *Enterotoxigénica* (ETEC).

De todos estos los patógenos mencionados se observó que el *rotavirus* se vio con mayor frecuencia en niños menores de dos años, la *Shigella* en niños de dos a cinco años. El *criptosporidio* fue el segundo patógeno más común en menores de un año, pero se detectó con poca frecuencia en niños mayores de dos años (Harris, J., & Pietroni, M, 2017).

La diarrea de presentación aguda se puede clasificar también como: diarrea acuosa versus diarrea sanguinolenta invasiva y las etiologías microbiológicas difieren según el tipo, como se analiza a continuación. (Harris, J., & Pietroni, M, 2017).

Tabla 1.

Principales etiologías de la diarrea infantil en los países en desarrollo.

Síndrome	Agentes etiológicos	Características
Diarrea acuosa aguda	<i>Rotavirus</i>	Principal causa de gastroenteritis en niños menores de dos años.
Heces acuosas; puede contener moco. La fiebre puede estar presente.	<i>Escherichia coli Enterotoxigénica (E TEC)</i>	Principal causa de gastroenteritis en niños mayores y adultos.
	<i>Vibrio cholerae O1 y O139</i>	Asociado con enfermedades endémicas y epidémicas. Vómitos y voluminosa "diarrea de agua de arroz" en casos severos.
	<i>Cryptosporidium</i>	Común en bebés (menores de un año) incluso en ausencia de VIH; visto con poca frecuencia en niños mayores.
	<i>Norovirus</i>	Inicio abrupto de vómitos y diarrea con fiebre baja.
Diarrea invasiva Sangre gruesa en las heces. A menudo se asocia con fiebre, vómitos, dolor abdominal.	<i>Shigella spp.</i>	La principal causa de diarrea invasiva. <i>S. dysenteriae</i> serotipo I produce Shiga-toxina y se asocia con epidemias de enfermedad grave. Las complicaciones incluyen megacolon tóxico, prolapso rectal, perforación intestinal, convulsiones, encefalopatía y sepsis.
	<i>Salmonella entérica no tifoidea</i>	Varios serotipos causan gastroenteritis. Los bebés, los

	ancianos y los inmunodeprimidos corren un mayor riesgo de infección diseminada.
<i>Campylobacter spp.</i>	Predominantemente <i>C. jejuni</i> y <i>C. Coli</i> . Puede imitar la apendicitis. Las complicaciones incluyen el síndrome de Guillain-Barré.
<i>Entero invasiva Escherichia coli (EIEC)</i>	EIEC están estrechamente relacionados con <i>Shigella</i> y causan un síndrome esencialmente idéntico a la shigelosis.
<i>Entero hemorrágica Escherichia coli (EHEC)</i>	EHEC produce toxina Shiga idéntica a la producida por <i>S. dysenteriae</i> serotipo I, asociada con un mayor riesgo de síndrome urémico hemolítico.
<i>Entamoeba histolytica</i>	<i>E. histolytica</i> es un organismo protozooario que causa infección intestinal que puede ser indistinguible de <i>Shigella</i> y otras bacterias. Las complicaciones raras incluyen infecciones extra intestinales, con mayor frecuencia absceso hepático.
Tipos de <i>adenovirus</i>	También causa diarrea acuosa.
40/41	

Tabla adaptada de: (Harris, J., & Pietroni, M, 2017). Fuente UpToDate

2.1.4 Escherichia Coli

Es un bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo, usualmente móvil por flagelos que habita en el intestino de la mayoría de animales vertebrados. (Yang X, Wang H., 2014).

Es importante tomar en cuenta a esta bacteria porque se utiliza como indicador de contaminación fecal y presencia de patógenos en agua y alimentos debido a que se encuentra abundantemente en heces de humanos y animales. (Bain R, 2014).

Este patógeno se puede presentar de manera inocua en el tracto digestivo en la mayoría de los casos, pero ciertas cepas son altamente virulentas y se asocian directamente a infecciones digestivas en humanos. (Bain R, 2014).

Por esta razón se considerará para este estudio como factor principal de contaminación fecal del agua la presencia de esta bacteria en las muestras de 100 ml se considera **potable** cuando existen menos de 10 CFU, y como niveles **aceptables** la presencia de menos de 100 CFU, pero si existe más de 100 CFU esta fuente de agua se considerará **inaceptable**. (OMS, 2015).

CAPÍTULO TRES

Metodología

3.1 DISEÑO

Estudio longitudinal, experimental, paralelo, aleatorizado, abierto y controlado. Las familias participantes se sortearon al azar a uno de los siguientes grupos:

- ✓ **Grupo 1 experimental:** constituido por familias que recibirán un filtro de agua de cerámica negra para agua de consumo.
- ✓ **Grupo 2 control:** constituido por familia que utilizarán el método usual de tratamiento domiciliario para el consumo de agua.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 Objetivos Generales

- ✓ Analizar la asociación entre calidad del agua, uso y manejo de filtros de agua de cerámica negra y la aparición de infecciones gastrointestinales en niños menores de 15 años en la comunidad de Santa Marianita en el periodo 12/2017 al 6/2018.

3.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar la calidad del agua utilizada por los habitantes de la comunidad según grupos de estudios.
- ✓ Describir el uso y manejo de los filtros de agua de cerámica negra y de las técnicas domiciliarias empleadas por las familias incluidas.
- ✓ Identificar si existe asociación entre la calidad del agua y el uso de TADs.
- ✓ Determinar la prevalencia de colonizaciones gastrointestinales infantiles por grupos de edades, género y agentes etiológicos más frecuentes.

3.3 HIPÓTESIS

Existe asociación entre calidad del agua, uso y manejo de filtros de agua de cerámica negra y la aparición de diarreas en niños menores de 15 años en la comunidad de Santa Marianita en el periodo 12/2017 al 6/2018.

3.3.1 Hipótesis Nula

No existe asociación entre calidad del agua, uso y manejo de filtros de agua de cerámica negra y la aparición de diarreas en niños menores de 15 años en la comunidad de Santa Marianita en el periodo 12/2017-6/2018.

3.4 VARIABLES

3.4.1 Matriz de relación de variables

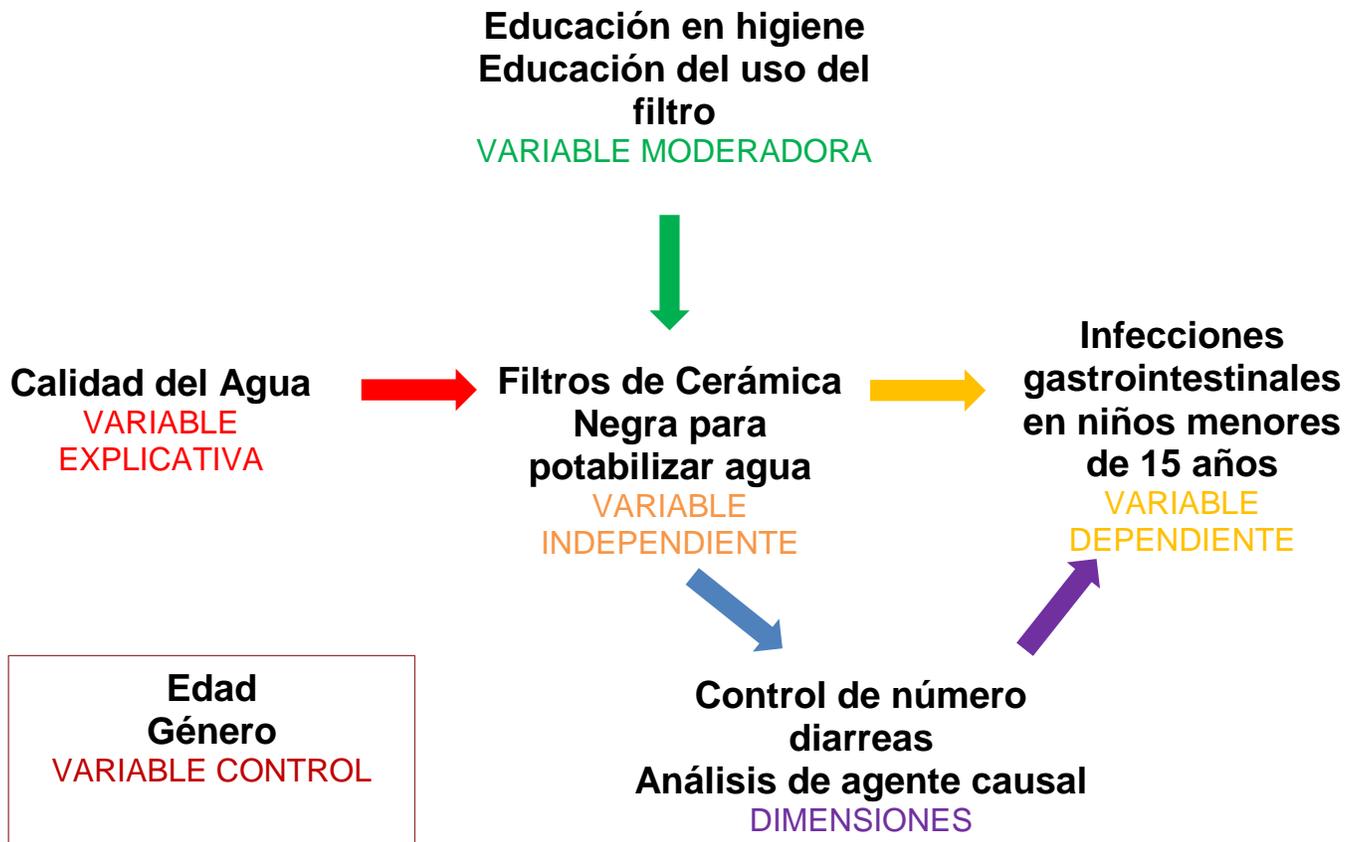


Figura 7. Matriz de relación de variables

3.4.2 Matriz de Operalización de las variables

Tabla 2.

Operalización de las variables.

Variable	Subvariable	Indicador
Calidad de agua	Agua apta para el consumo humano al agua que puede ser consumida sin restricción para beber o preparar alimentos.	Potable (menos de 10 coliformes en 100 ml) No potable (más de 10 coliformes en 100 ml)
Presencia de agentes infecciosos en heces fecales	Colonización con patógenos altamente virulentos evidenciados en las heces fecales.	Coprocultivo positivo Coprocultivo negativo
Uso de filtros de agua de cerámica negra	Uso adecuado del filtro Limpieza adecuada del filtro Número de limpiezas mensuales	Con filtro uso adecuado Con filtro uso inadecuado Sin filtro
Número de diarreas infantiles	Deposiciones sueltas o acuosas al menos tres veces en un periodo de 24 horas.	Número de diarreas reportadas semestralmente
Antecedentes de enfermedades gastrointestinales en el último mes	Mediante el cuestionario de línea de base se evalúa el número de episodios de diarrea	Número de episodios de diarrea en el último mes

Agente causal	Análisis microbiológico de muestras de heces para determinar patógeno causal	Patógeno determinado en coprológico
Manejo Adecuado de FANC	Cuidados adecuados del filtro en relación con limpieza del mismo, cuidados generales	Adecuado (se lava más de 4 veces al mes) Inadecuado (se lava menos de 4 veces al mes) (daños mayores en el filtro como fractura)
Hábitos higiénicos	Cualidades de higiene evaluadas en cuestionario de línea de base	Adecuado (lavado de manos siempre después de contacto con heces, basura, animales con jabón) Inadecuado (lavado de manos inexistente o sin la utilización de jabón)
Fuente de acceso de agua	Acceso de agua de cada hogar	Entubada Embotellada Fluvial, etc.
Género	Cualidades y características que la sociedad atribuye a cada sexo.	Masculino Femenino
Edad	Tiempo transcurrido entre el nacimiento y fecha actual	Edad entre 0 a 15 años

3.5 DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN

Gracias al Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se ubicarán y coordinarán todos los detalles para visualizar a todas las familias del pueblo dentro de los límites definidos por el gobierno del distrito de Santa Marianita.

Con esto se logró observar las poblaciones que tienen mayor limitación en el acceso de agua, las fuentes primarias de agua (superficie de agua por tubería y aguas pluviales).



Figura 8. Mapa de las poblaciones estudiadas, Tomado de (página web Nanegal.com).



Figura 9. Geo posicionamiento de las familias estudiadas.

COLOR	SIGNIFICADO
	Sitio de referencia
	Casas experimentales
	Casas control

Geo posicionamiento obtenido del asentamiento de la región y modificado con las familias del estudio, se detalla la clave de color con amarillo el sitio de referencia, con azul las casas experimentales y con naranja las casas de control.

3.6 DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

3.6.1 Tipo

Por el tipo de diseño y la necesidad de extrapolación de los datos el muestreo será probabilístico.

3.6.2 Selección

Se realizó la selección de forma aleatoria simple con una tabla de números aleatorios determinando de esta manera entre los hogares que aceptaron colaborar con el proyecto.

Para los criterios de elegibilidad se tomó en cuenta: el almacenamiento de agua potable en los hogares. Y se invitó a todos los hogares elegibles para que participen en el estudio durante 6 meses.

3.6.2.1 Criterios de Inclusión

- ✓ Familia con al menos un niño menor de 15 años.
- ✓ Que consientan en participar en el estudio.

3.6.2.2 Criterios de Exclusión

- ✓ Ninguno.

3.6.3 Tamaño

$$n_1 = \frac{(z_\alpha + z_\beta)^2 [r\theta_1(1-\theta_1) + \theta_2(1-\theta_2)]}{(\theta_1 - \theta_2 - \delta)^2}$$

Tabla 3.

Variables de cálculo de muestra.

Variables	Descripción
α	Nivel de significación.....0,05
$1-\beta$	Potencia de la prueba.....0,80
θ_1	Proporción esperada de familias que no tengan más de 2 episodios de infección gastrointestinal en el periodo estudiado en el grupo experimental.....0,90
θ_2	Proporción esperada de familias que no tengan más de 2 episodios de infección gastrointestinal en el periodo estudiado en el grupo control.....0,50
δ	Margen de superioridad..... 0,1
r	Razón de tamaño de muestra del grupo 2 en relación al grupo 1.....1
n_1	Tamaño de la muestra grupo 1.....18
n_2	Tamaño de la muestra grupo 2.....18
N	Total Tamaño de la muestra36

3.7 INSTRUMENTOS

3.7.1 Cuestionarios

Los cuestionarios utilizados fueron:

1. Cuestionario de registro inicial (Anexo 1)
2. Cuestionario de seguimiento del uso y aceptación del filtro (Anexo 2)
3. Cuestionario de diarreas reportadas en el domicilio (quincenal)
4. Colección de muestras de heces

Los cuestionarios planteados contienen preguntas definidas estandarizadas que fueron planteadas por personal de salud capacitado para registrar respuestas adecuadas.

3.8 LAS MUESTRAS FECALES Y RECOPIACIÓN DE DATOS

Los hogares participantes fueron visitados por promotores de salud cada dos semanas para recoger la muestra de agua y de datos de la encuesta, incluyendo el uso de la FACN proporcionado, las prácticas de higiene y recuperación de datos de las infecciones gastrointestinales entre los miembros de la familia. Por otra parte, los promotores de salud al acudir a la zona estarán capacitados para seguir casos de diarrea entre los hogares participantes.

Cualquier episodio de diarrea, definida en tres o más deposiciones sueltas o acuosas en un período de 24 horas, fueron reportadas por el promotor de la Salud y una muestra fecal fue recogida que se envió a laboratorio de referencia.

Además, en una ocasión se tomó muestras de heces fecales para coprocultivo a un niño por familia independientemente de que presenten o no sintomatología de infección gastrointestinal. Estas muestras se recolectaron en el mes de mayo. Los resultados demostraron alta contaminación por coliformes

patógenos, pero no se determinó patología asociada en ninguno de los niños y ninguno requirió de intervención médica.

3.9 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los hogares en los grupos de intervención se muestrearon al menos dos veces durante el estudio para dos tipos de agua: El agua no tratada, almacenada en el hogar y agua tratada a través del filtro entregado. Se recolectaron muestras de agua de 250 ml de volumen que fueron tomadas de cada casa en el estudio para medir la concentración de bacterias fecales estudiadas.

Además, los filtros de cada grupo después de 6 meses de uso se llevaron al laboratorio y se sustituyeron con el fin de eliminar el riesgo viral evaluado. Los filtros usados fueron probados con agua que contenga virus entéricos sustitutos (*MS2*, *HAdV*) y bacterias sustitutas (*E. coli*) y fueron aseados a la entrada y salida (filtrado) además se analizó el ADN viral y bacteriano para cada filtro durante el uso.

Las muestras recolectadas son analizadas con procesos de laboratorio, después de ser cultivadas en un agar cromogénico y teñidas las que se pigmentan de color azul corresponden a los coliformes fecales, mientras que el resto de bacterias no son alteradas por este tinte y no se tiñen, de esta manera se determina la presencia de coliformes y estos pudieron ser contabilizados.

Las muestras de agua en el punto de uso donde recogen. El análisis de coliformes totales y *Ml. Coli* por 100 ml, donde efectuadas por filtración de membrana y la incubación en un agar cromogénico (Chromocult Agar, Merck). Por otra parte, las fuentes de agua de todas las comunidades incluyeron en el estudio donde evaluado para contaminación fecal humano específico, utilizando adenovirus humano como viral indicador en 10 muestras de agua litros por qPCR y el uso de PCR anidada como prueba confirmatoria producción y evaluación TADs.



Figura 10. Recolección adecuada de muestra de agua de FACN. Tomado de fotografías realizadas durante el estudio.

3.10 MÉTODOS DE ETIOLOGÍAS DIARREA DIAGNÓSTICO

Con el fin de evaluar la incidencia de las etiologías de diarrea, las muestras recogidas a nivel comunitario fueron procesadas en Laboratorios Zurita para el análisis molecular. Multiplex PCR que amplifica los virus Maine (*adenovirus*, *rotavirus*, *astrovirus*, *norovirus*, *calicivirus*), bacterias (*Shigella*, *Salmonella*, *Campylobacter*) y protozoos (amebas, *Giardia*, *Cryptosporidium*) causantes de enfermedades diarreicas y por falta de reporte y recolección de muestras este recurso no se pudo utilizar en el estudio porque los participantes no tuvieron un compromiso real para reportar los episodios de diarrea o informaban el evento tiempo después de que ocurría o simplemente no se mostraron prestos a colaborar

con las muestras de heces, razón que limitó sustancialmente la recolección de datos en cuanto a los episodios diarreicos.

3.11 ESTANDARIZACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Específicamente es lo concerniente con la aplicación y calificación de los instrumentos de medida. Se revisaron recomendaciones sobre la muestra de estandarización y los diferentes procedimientos para la transformación de puntajes.

3.11.1 ESTANDARIZACIÓN DE LA APLICACIÓN

Para garantizar la estandarización en aplicación de instrumentos, se capacitó al personal encuestador en la aplicación de los cuestionarios y correcta recolección de las muestras. Verificando previamente la validez de los cuestionarios y su completa disponibilidad durante todo el proceso de investigación.

3.11.2 ESTANDARIZACIÓN DE CALIFICACIÓN

Los instrumentos de medición permitieron obtener un resultado numérico, que en la mayoría de los instrumentos consiste en una suma simple de los valores dados a las respuestas dadas por el examinado. Algunos instrumentos son un poco más sofisticados y requieren de operaciones matemáticas algo complejas, pero son la excepción y no la regla.

3.12 CONSENTIMIENTO INFORMADO

El consentimiento informado se obtuvo de la cabeza de familia y el cuidador primario de los hogares (por lo general una mujer adulta) que actuó como corresponsal principal para el hombre en las subsiguientes visitas. El diseño y la contratación de planes de estudio para los hogares, recogida de muestras y el consentimiento informado se revisaron por el Comité de Ética autorizado del Ministerio de Salud del Ecuador y la Universidad (CEISH-UDLA) se encuentra el documento en el Anexo 4.

3.13 MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El procesamiento estadístico se realizó mediante el paquete estadístico SPSS, versión 24.0. Se mostró la inclusión de participantes en el estudio mediante la distribución de frecuencias absolutas y relativas por grupos de intervención y en el tiempo.

Se identificó el comportamiento de las variables evaluadas y el cumplimiento de los supuestos necesarios para la aplicación de las pruebas estadísticas que permitan utilizar en el análisis de la eficacia de los filtros. En todos los casos se realizó el análisis descriptivo de las variables.

Para las variables cualitativas se calculó la distribución de frecuencias absolutas y relativas, se ilustró mediante gráficos de barras simples o pastel.

En el caso de las variables cuantitativas se calculó la media, mediana, desviación estándar, error estándar para la media, mínimo, máximo, rango. Se exploró la normalidad de los datos mediante la prueba de hipótesis y los métodos gráficos.

Se presenta la frecuencia por grupos de estudio de las variables de base. Con cada variable cualitativa se construyeron tablas de contingencia y se calcularon los porcentajes. Se probó la homogeneidad mediante la prueba χ^2 cuadrado y Chi cuadrado con corrección de Yates, en caso de que las frecuencias esperadas de las celdas fueran inferiores a 5.

CAPÍTULO CUATRO

Resultados

Es de gran importancia explicar que este es un proyecto multidisciplinario y que la recolección de datos fue amplia y se enfoca en varios aspectos, en el presente trabajo se presentan los resultados de lo pertinente a medicina y beneficios del FANC en la mejoría de la calidad del agua.

4.1 Distribución de la población estudiada

Tabla 4.

Tabla de frecuencia en los grupos estudiados.

GRUPOS DE ESTUDIO		
	Frecuencia	Porcentaje
Control	33	43,4
Experimental	43	56,6
Total	76	100,0

Tabla 4 después de la aleatorización de los grupos el total de 76 niños quedaron distribuidos de la siguiente manera: 33 fueron asignados al grupo control es decir participantes que aplican TADs convencionales (43%) y 43 quedaron en el grupo experimental que tienen el nuevo FANC (67%). No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos, Chi cuadrado, $p=0,23$.

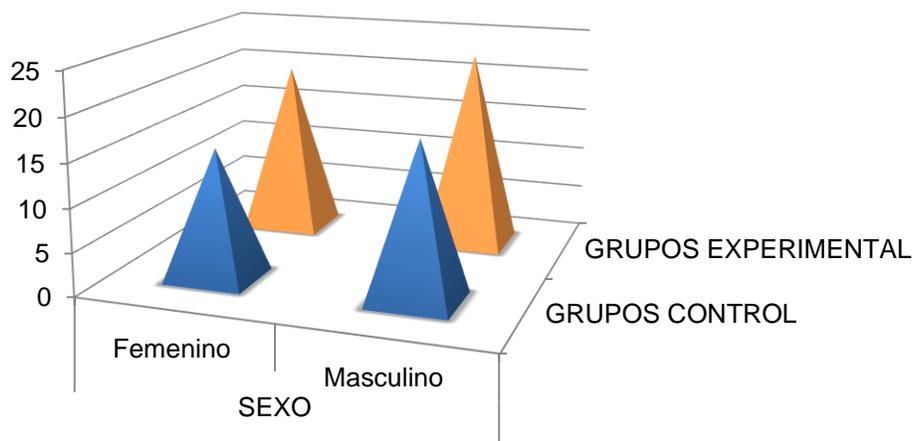


Figura 11. Gráfico de distribución según el sexo en los grupos estudiados

En la figura 11 se evidencia la distribución de la población infantil según el sexo en cada uno de los grupos de estudio; se evidencia una mayor proporción de hombres con un 53,9% y mujeres correspondientes al 46,1% y los grupos se ven de manera equitativa en los dos grupos de estudio. Se calculó el Chi cuadrado para el sexo en 0,92.

Tabla 5.

Tabla de estadísticas descriptivas de la edad.

	Edad media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Valor de p*
Control	8,7	4,7	0,9	1	0,84
Experimental	8,5	4,6	15	16	

En la tabla 5 se observa las medidas de resumen para la edad de los sujetos incluidos. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos.

Tabla 6.

Distribución de participantes según grupos etarios y sexo.

		SEXO		Total
		Femenino	Masculino	
EDAD NIÑOS	Lactantes(0-2 años)	9	3	12
		11,7%	3,9%	15,7%
	Preescolares(3-5 años)	2	6	8
		2,6%	7,8	10,5%
	Escolares(6-14 años)	20	28	48
	26,3%	36,8%	63,2%	
	Adolescentes (15 años)	4	4	8
		5,2%	5,2%	10,5%
Total		35	41	76
		46,1%	53,9%	

Tabla 6 se determina en número de niños según el sexo y grupo etario se observó la presencia de una mayoría en el sexo masculino con un 53,9% versus 46,1% de mujeres. Y en los grupos etarios el 15,7% fueron lactantes; 10,5% preescolares; 63,2% escolares; y el 10,5% adolescentes.

4.2. Resultados de accesibilidad y fuentes de agua

El 100% de la población estudiada tiene acceso directo al agua y a continuación se evidencia en un gráfico que representa la fuente de agua que es utilizada en el 99% de los casos proviene del agua entubada y solo el 1% de la población estudiada opta por agua embotellada se observa en el Gráfico 2

FUENTES DE AGUA

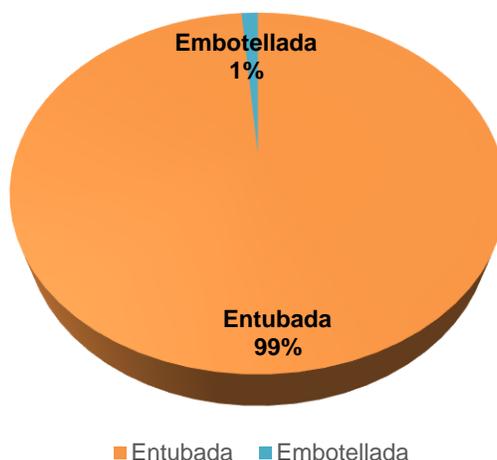


Figura 12. Fuentes de agua

Tabla 7.

Distribución de participantes según las fuentes de agua y los grupos estudiados.

	Embotellada		Entubada		Valor de p*
	No.	%	No.	%	
Control	1	3,03	32	96,97	0.25
Experimental	0	0	42	100	

*Chi cuadrado con corrección de Yates

Tabla 7 se evidencia que la mayoría de los participantes reciben agua entubada y que el grupo experimental solo utilizó este tipo de agua para abastecer el filtro de cerámica negra. No se demostró diferencia estadística significativa entre los grupos control y experimental.

Tabla 8.

Antecedentes de enfermedades diarreicas previas en el mes.

ENFERMEDADES GASTROINTESTINA LES PREVIAS EN EL MES		GRUPO		Total
		Control	Experimental	
1	Nº	11	12	23
	%	33,3%	27,9%	30,3%
2	Nº	4	18	22
	%	12,1%	41,9%	28,9%
3	Nº	11	8	19
	%	33,3%	18,6%	25,0%
4	Nº	7	2	9
	%	21,2%	4,7%	11,8%
5	Nº	0	3	3
	%	0,0%	7,0%	3,9%
Total	Nº	33	43	76
	%	100,0%	100,0%	100,0%

Chi cuadrado, $p=0,007$

En la tabla 8 aparecen los antecedentes de frecuencia de episodios previos de diarrea antes de la asignación a los grupos de estudios. Se observa una diferencia entre los grupos estudios y los diferentes números de episodios diarreicos. La mayoría de los participantes tuvieron 3 episodios o menos.



Cultivo de muestra de agua entubada (30 coliformes). Foto de agua entubada que fue hervida (40 coliformes). Cultivo de agua después de filtrarla con FACN

Figura 13. Fotos de los diferentes cultivos de agua.

Se realizó el análisis microbiológico del agua entubada al cultivar las muestras de 100 mililitros y pigmentarlas, las bacterias se tiñen y con azul se resaltan los coliformes y así se pudo observar que no cumplen con los niveles de potabilización del agua y esta se encuentra altamente contaminada con coliformes y *E. coli* como se observa en el gráfico 3 y con esto se determina que esta agua está altamente contaminada con bacterias de origen fecal.

Como se evidencia, además, después de realizar el tratamiento de agua domiciliaria equivalente a hervirla no se evidencia mejoría significativa de la calidad de la misma ya que continua con una gran cantidad de coliformes y *E. Coli*, es decir que a pesar del tratamiento el agua sigue permaneciendo contaminada por heces fecales.

También se observa la fotografía del cultivo de una muestra de agua que fue filtrada con el FANC y con el cuidado de un buen mantenimiento del filtro y adecuada toma de la muestra, como se evidencia se eliminan totalmente los coliformes y *E. Coli* y la vuelven completamente apta para el consumo humano ya que cumple con estándares de calidad de la OMS.

Tabla 9.

Tabla de distribución de Hábitos higiénicos.

	Adecuado		Inadecuado		Valor de p*
	No.	%	No.	%	
Control	22	66,6	11	33,3	0.08
Experimental	20	46,5	23	53,4	

*Chi cuadrado

En la tabla 9 se evidenció que el 66,6% y el 46,5 % de participantes en el grupo control y en grupo experimental respectivamente tienen hábitos higiénicos adecuados, en cuanto se refiere a: lavado de manos con uso de jabón, limpieza de alimentos y evitar contacto con animales al manipular alimentos, mientras que el resto no cumple con los hábitos básicos de higiene personal y limpieza de alimentos. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos; sin embargo, se observa que en el grupo control el porcentaje de niños con hábitos adecuados es mayor que en el grupo experimental.

Tabla 10.

TADs más utilizadas en el grupo control.

	TADS	
	Frecuencia	Porcentaje
Hervir	28	84,8
Filtro con trapo	4	12,1
Filtro de arena	1	3,1
Total	33	100,0

En la tabla 10 se evidencia que la mayoría de las familias en el grupo control hierven el agua para tomar.

Tabla 11.

Tabla de frecuencia sobre el manejo adecuado de TADs y FACN.

	Inadecuado		Adecuado		Valor de p*
	No.	%	No.	%	
Control	14	42,4	19	57,5	0.002
Experimental	4	9,3	39	90,6	

*Chi cuadrado

En la tabla 11 se evidencia que la mayoría de participantes (76,3%) tienen un uso adecuado en la aplicación de todas las TADs. En el grupo experimental se observa mayor porcentaje de familias con uso adecuado de las TADs. Se pudo verificar diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos.

4.3 Resultados manejo de las TADs

Tabla 12.

Distribución de participantes según potabilidad del agua.

	No potable		Potable		Valor de p
	No.	%	No.	%	
Control	33	100	0	0	0.001
Experimental	0	0	43	100	

*Chi cuadrado con corrección de Yates

En la tabla 12 se observa que en el grupo experimental se logró en un 100,0% la potabilidad del agua a través del uso del FACN.

Tabla 13.

Relación entre el manejo adecuado y la calidad del agua luego de TADs.

	Manejo Inadecuado		Manejo Adecuado		Valor de p*
	No.	%	No.	%	
Calidad Inadecuada	14	42,4	19	57,6	0.001
Calidad Adecuada	4	9,3	39	90,7	

*Chi cuadrado

En la tabla 13 se evidencia la relación que existe entre el uso adecuado del filtro y la calidad del agua luego de TADs, lo que indica claramente que las familias que realizaron un adecuado manejo de las TADs obtuvieron un agua de mejor calidad.

Tabla 14.

Relación entre los hábitos y la calidad de agua posterior a TADs.

	No potable		Potable		p*
	No.	%	No.	%	
Hábitos Adecuados	22	66,6	20	46,5	0,08
Hábitos Inadecuados	11	33,3	23	53,4	

*Chi cuadrado

En la tabla 14 se evidencia la relación que existe entre hábitos higiénicos adecuados y la calidad del agua luego de TADs. Se observa que las familias a pesar de que tienen hábitos adecuados no alcanzaron agua de mejor calidad. No se encontraron diferencias estadísticas significativas, por tanto, los hábitos higiénicos no están influyendo en la potabilidad del agua.

Tabla 15.

Tabla de frecuencia de colonización bacteriana patógena.

COLONIZACIÓN			
		Frecuencia	Porcentaje
Muestra	Positivo	36	100%

En la tabla 15 se observa que el muestreo para la realización del examen coprológico a 36 niños uno de cada casa y que todas las muestras que fueron recogidas se encontraban colonizadas alarmantemente por coliformes y parásitos de tipo no especificado con esto se evidencia que la muestra que representa el

47,4% de la población estudiada se encuentra contaminada. No fue posible cultivar dichas muestras por la consistencia pastosa que presentaron todas, pero presentan características altamente sugerentes de colonización mayoritariamente bacteriana y parasitaria.

4.4 Resultados de muestras de heces en episodios diarreicos

Durante todo el monitoreo solo existió un reporte de diarrea en el que se recolectó la muestra y resultó positivo para Norovirus este reporte representaría una prevalencia del 0,76% en esta población.

El *Norovirus* es un patógeno de frecuente presentación en niños de 2- 5 años asociado principalmente a infección alimentaria asociado a una sintomatología de fiebre, náusea y vómito y que encaja con el perfil del niño que presentó dicha sintomatología y se mantiene en el rango de edad preescolar.

DISCUSIÓN

A pesar de que no se han realizado muchos estudios sobre el presente tema especialmente enfocado al beneficio de TADs en la salud, a continuación, se discuten los resultados más relevantes encontrados sobre estudios previos similares.

En el estudio la distribución del total de 76 niños: 33 fueron asignados al grupo control y 43 quedaron en el grupo experimental. Similar a la mayoría de estudios comparados, especialmente con un proyecto realizado en San José Costa Rica en el 2009, se trata de dividir a los grupos de estudio de forma equitativa para mejorar los resultados y tener una comparación objetiva entre los dos grupos estudiados.

En el presente estudio se determinó que el 100% de la población estudiada tiene acceso directo al agua y la fuente de agua que es utilizada en el 99% de los casos proviene del agua entubada y solo el 1% de la población estudiada opta por agua embotellada. Igual que en un estudio realizado en Cundinamarca, Colombia con la implementación de filtros de arena el estudio se realizó en una zona rural que si tiene acceso a agua entubada, pero presentan el mismo problema de calidad de agua (Ramírez, *et al.*, 2011). Y en otro estudio se identificaron grandes trazas de coliformes totales y fecales en el agua de la comunidad del barrio El Ocotol de Guinope, por lo que se intervino en esta población con un filtro de cerámica con una capa de plata coloidal. (Baide, 2001).

Al analizar en el grupo experimental solo una familia participante utilizó agua embotellada para abastecer el filtro de cerámica negra. En todos los estudios de filtros artesanales se ha visto que la principal fuente para abastecer los filtros es el agua entubada que no cumple con criterios de potabilización.

Además, se observó en este proyecto que en el grupo experimental logró en un 100,0% la potabilidad del agua a través del uso del FACN cuando este se utiliza de manera adecuada. Estos resultados se pueden comparar con el estudio realizado en Colombia que determinó que la aplicación adecuada del filtro de produce una filtración que eliminó el 90% de bacterias fecales y coliformes totales (Ramírez, *et al.*, 2011).

En otro estudio realizado en la comunidad de Kuychiro-Cusco, Perú se evidenció que la utilización de filtros de es factible dado que los niveles en remoción de coliformes totales bajaron un 80.91%, y un 67.39% en coliformes termo tolerantes. (Barrientos Echeagaray, Tello, Tito & Palomino, 2009).

Se puede comparar también con un estudio comparativo en los laboratorios de la Universidad de Boyacá en Tunja sobre el proceso de filtración, entre una y dos velas cerámicas, en el que se concluyó que produce remoción de microorganismos como el *Escherichia coli* y coliformes totales correspondiente al 99% (Pérez Vidal, Díaz & González, 2014).

Y otro estudio de importancia fue el del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el barrio El Ocotal de Guinope, Honduras en el que el filtro resultó ser muy eficiente en la descontaminación microbiológica, ya que redujo a cero las unidades formadoras de colonias (Baide, 2001), Y estos resultados se asemejan completamente al estudio realizado con el filtro de cerámica negra y se piensa que mantienen resultados similares por la similitud que existe en el proceso de fabricación de ambos filtros.

No existe mayor estudio realizado sobre el beneficio que los filtros tienen en la salud y en la reducción de enfermedades, el único estudio similar en el realizado con plata coloidal en Honduras. (Baide, 2001).

En cuanto a la reducción de episodios diarreicos en el presente estudio realizado no se pudo demostrar una diferencia estadísticamente significativa en la presencia de enfermedades gastrointestinales, pero si se evidenció que el episodio reportado fue en un niño menor de 5 años.

Comparando esto con otra investigación que evaluó los filtros de cerámica con plata coloidal si demostró una reducción significativa de la incidencia de diarreas especialmente en niños menores de 5 años y este estudio se ha replicado con éxito en Nicaragua, Cuba, Guatemala y Haití evidenciando similares resultados en todos estos países. (Baide, 2001).

En la sección de enfermedades previas haciendo hincapié en los episodios diarreicos presentes en un mes se observó que de todas las familias estudiadas presentaron por lo menos 1 episodio de diarrea y de estos en 84,2% tuvieron menos de 3 episodios al mes. Esto se puede comparar con el estudio de (Baide, 2001) en el que evidenciaron la diarrea se presentó en un 64 a 76% de las familias estudiadas.

Y en cuanto al tema de higiene, se puede decir que gracias al estudio realizado se determinó que el 66,6% y el 46,5 % de participantes en el grupo control y en grupo experimental respectivamente tienen hábitos higiénicos adecuados mientras que el resto no cumple con los hábitos básicos de higiene personal y limpieza de alimentos; esto se puede comparar con el estudio del filtro con plata coloidal en el solo el 28,6% de sus participantes tienen adecuados hábitos higiénicos. (Baide, 2001).

En cuanto al manejo adecuado de las TADs y el filtro en el presente estudio se observó que la mayoría de participantes (76,3%) tienen un uso adecuado en la aplicación de todas las TADs. En el grupo experimental se observa mayor porcentaje de familias con uso adecuado. Se pudo evidenciar diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos.

Al contrastar esto con el estudio de Ocotlal de Guinope del filtro con plata en el que evidenciaron que el 45% de las familias que tenían filtros no estaban limpias, pero en un 58% de éstas la casa estaba limpia y la cocina estaba limpia en un 80% de los casos. En general, las condiciones de higiene en el hogar en el 20% de los casos son muy buenas, en el 25% de los casos son buenas y en el 50% son malas. En el 57% de las familias que no tienen filtro los niños no estaban limpios, un 78% de éstas no tenían limpia su casa y un 64% no tenían limpia su cocina. En general las condiciones de la higiene en el hogar en un 42.9% de los casos eran malas y en un 35% regulares. (Baide, 2001).

Por todos estos estudios se puede determinar que el uso de técnicas tipo filtro es de gran utilidad para mejorar la calidad de agua y es una solución costo efectiva que no requiere de mayor inversión monetaria y que si puede ser beneficioso para mejorar significativamente la salud de las personas que las utilicen. Esto además se presenta como una opción viable económicamente para cumplir con los Objetivos del Milenio con respecto al tema de agua y saneamiento, en un costo general el filtro se encuentra a un costo al mercado de 40 dólares por año por familia si se compara este valor con el costo aproximado que tiene implementar sistemas tradicionales para el tratamiento en zonas rurales que asciende sobre los 400 dólares por persona, esta se muestra como una herramienta altamente costo efectiva y accesible para la implementación global en todas las zonas que no tienen acceso tanto a nivel nacional como en el extranjero.

El mismo análisis económico se determinó en el estudio realizado en Colombia que evidenció que el uso de tratamientos domiciliarios es más económico que la aplicación de tratamientos domiciliarios y de igual manera aconseja la intervención económica del gobierno de dicho país con los ingresos per cápita y lo determinan como un ahorro para el país. (Ramírez, *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

La calidad del agua de los sujetos del grupo que utilizaron los filtros de agua de cerámica negra es superior a la calidad del agua de los participantes que utilizaron las técnicas habituales.

Se demostró un uso adecuado del filtro de agua de cerámica negra utilizado por el grupo experimental y de todas las técnicas empleadas por el grupo control, sin embargo, en el último caso esto no influyó en la potabilidad del agua de consumo.

Se encontró asociación positiva entre la calidad del agua y el uso del filtro, no así con el resto de las técnicas empleadas para el tratamiento del agua.

La prevalencia de diarreas fue baja; sin embargo, todos los niños a los cuales se les realizó coprológicos presentaron colonización por coliformes y parásitos de tipo no especificado.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la comunidad realizar una intervención médica preventiva para aplicar recursos especialmente profilácticos para el control de enfermedades asociado a la mala calidad de agua como son la desparasitación profiláctica semestral.

También hay que realizar una intervención educacional para mejorar el impacto y esclarecer sobre el tema especialmente encaminado a mantener hábitos higiénico-dietéticos adecuados en todos los miembros de la familia. Y de esta manera concientizar a los pobladores de esta alarmante situación que es totalmente prevenible.

Para futuras investigaciones a nivel de salud se hace hincapié en la dificultad que se tuvo para lograr una colaboración en los participantes para la recolección de muestras en episodios diarreicos, se sugiere tomar otros factores en cuenta como son las medidas antropométricas y talla parenteral para determinar si existe asociada una alteración del crecimiento en los niños.

REFERENCIAS

- Allos, B. (19 de mayo de 2017). Microbiology, pathogenesis, and epidemiology of Campylobacter infection. (S. Calderwood, S. Kaplan, & A. Bloom, Edits.) UpToDate.
- Baide, J. M. C. (2001). Prueba de la aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el barrio El Ocotal de Guinope, Honduras. Zamorano, Carrera de Desarrollo Socioeconómica y Ambiente.
- Bain R, Cronk R, Wright J, Yang H, Slaymaker T, Bartram J. (2014) Fecal Contamination of Drinking Water in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS Med; 11.
- Barrientos Echegaray, H., Tello, J., Tito, C., y Palomino, M. (2009). Purificación de agua por medio de filtros de arena en la comunidad de KuyChiro. Cusco.
- Brown, J. & Sobsey, M. D. (2009). Ceramic media amended with metal oxide for the capture of viruses in drinking water. Environ. Technol. 30, 379–391.
- Brown, J. & Sobsey, M. D. (2010). Microbiological effectiveness of locally produced ceramic filters for drinking water treatment in Cambodia. J. Water Health 8, 1–10.
- CDC Foundation. (4 de Mayo de 2016). Diarrheal Illness. Obtenido de <https://www.cdc.gov/healthywater/swimming/swimmers/rwi/diarrheal-illness.html>
- CDC Foundation. 2016. Diarrheal Illness. (4 de Mayo de 2016). <https://www.cdc.gov/healthywater/swimming/swimmers/rwi/diarrheal-illness.html>.

CDC U.S. Department of Health and Human Services. (15 de Mayo de 2017). Diarrhea: Common Illness, Global Killer. Centers for Disease Control and Prevention Foundation.

Centers for Disease Control and Prevention, (18 de Agosto de 2011). Hygiene-related Diseases. CDC Foundation.

Centers for Disease Control and Prevention, (18 de Agosto de 2011). Hygiene-related Diseases. CDC Foundation.

Centers for Disease Control and Prevention. (31 de mayo de 2017). Centers for Disease Control and Prevention. Obtenido de <https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2018/post-travel-evaluation/persistent-travelers-diarrhea>

Guerrero-Latorre L, Rusiñol M, Hundesa a., García-Valles M, Martínez S, Joseph O, *et al.* (2014) Development of improved low-cost ceramic water filters for viral removal in the Haitian context. *J Water, Sanit Hyg Dev.* 2015; 5:28. Doi: 10.2166/washdev.121.

Harris, J., & Pietroni, M. (16 de Marzo de 2017). Approach to the child with acute diarrhea in resource-limited countries. (S. Calderwood, M. Edwards, & A. Bloom, Edits.) UpToDate.

INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos). (2013). Anuario de Estadísticas Hospitalarias: Egresos y Camas 2013. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Camas_Egresos_Hospitalarios/Publicaciones-Cam_Egre_Host/Anuario_Camas_Egresos_Hospitalarios_2013.pdf.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (18 de 03 de 2015). MUJERES Y HOMBRES del Ecuador en Cifras III. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Socioeconomico/Mujeres_y_Hombres_del_Ecuador_

Kotloff, K. L., Nataro, J. P., Blackwelder, W. C., Nasrin, D., Farag, T. H., Panchalingam, S., Wu, Y., Sow, S. O., Sur, D., Breiman, R. F., Faruque, A. S., Zaidi, A. K., Saha, D., Alonso, P. L., Tamboura, B., Sanogo, D., Onwuchekwa, U., Manna, B., Ramamurthy, T., Kanungo, S., Ochieng, J. B., Omere, R., Oundo, J. O., Hossain, A., Das, S. K., Ahmed, S., Qureshi, S., Quadri, F., Adegbola, R. A., Antonio, M., Hossain, M. J., Akinsola, A., Mandomando, I., Nhampossa, T., Acácio, S., Biswas, K., O'Reilly, C. E., Mintz, E. D., Berkeley, L. Y., Muhsen, K., Sommerfelt, H., Robins-Browne, R. M. & Levine, M. M. (2013) Burden and a etiology of diarrhoeal disease in infants and young children in developing countries (The Global Enteric Multicenter Study, GEMS): a prospective, case-control study. *Lancet* 382, 209–222.

LaRocque, R., & Harris, J. (9 de Octubre de 2017). Approach to the adult with acute diarrhea in resource-rich settings. (S. Calderwood, & A. Bloom, Edits.) UpToDate.

LaRocque, R., & Pietroni, M. (24 de May de 2017). Approach to the adult with acute diarrhea in resource-limited countries. (S. Calderwood, & A. Bloom, MD, Edits.) UpToDate.

Levine, D., Ave, O. R. & Francisco, S. (2010) End-user preferences for and performance of competing POU water treatment technologies among the rural poor of Kenya. *Environ. Sci. Technol.* 44, 4426–4432.

Linscott AJ, (2011) Food-Borne illnesses. *Clinical microbiology newsletter*; 33(6): 41-45.

Lion T. (2014) Adenovirus infections in immunocompetent and immunocompromised patients. *ClinMicrobiol Rev.*; 27: 441–62.

Liu, L., Johnson, H. L., Cousens, S., Perin, J., Scott, S., Lawn, J. E., Rudan, I., Campbell, H., Cibulskis, R., Li, M., Mathers, C. & Black, R. E. (2012) Global,

- regional, and national causes of child mortality: an updated systematic analysis for 2010 with time trends since 2000. *Lancet* 379, 2151–2161.
- Loveland, J., Ryan, J. N., Amy, G. L. & Harvey, R. W. (1996). The reversibility of virus attachment to mineral surfaces. *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.* 107, 205–221.
- Michen, B., Fritsch, J., Aneziris, C. & Graule, T. (2013). Improved virus removal in ceramic depth filters modified with MgO. *Environ. Sci. Technol.* 47, 1526–1533.
- Ministerio de Salud Pública. (17 de 03 de 2015). Ministerio de Salud Pública. Obtenido de Ecuador ama la vida: <http://www.salud.gob.ec/componentes/>
- Ministerio de Salud Pública. (2015). Ministerio de Salud Pública. Ecuador ama la vida. 17 de 03 de 2015. <http://www.salud.gob.ec/componentes/>.
- MSP and INEC. (2013). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición-ENSANUT-ECU.
- MSP. (2015) Principales causas de morbilidad ambulatoria.
- Oyanedel-Craver, V. A. & Smith, J. A. (2008) Sustainable colloidal silver-impregnated ceramic filter for point-of-use water treatment. *Environ. Sci. Technol.* 42, 927–933.
- Pérez Vidal, A., Díaz, J., y González, G. (2014). Estudio comparativo de dos sistemas de filtración casera para el tratamiento de agua para consumo humano. Tunja: Universidad de Boyacá.
- Preez, M., Conroy, R. M., Wright, J. A., Moyo, S., Potgieter, N. & Gundry, S. W. (2008). Short report: use of ceramic water filtration in the prevention of diarrheal disease: a randomized controlled trial in rural South Africa and Zimbabwe. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 79, 696–701.
- Ramírez, Plazas, J., Torres, C., Silva, J., Caicedo, L., & González, M. (2011). A Systemic Framework to Develop Sustainable Engineering Solutions in Rural Communities in Colombia. Bogotá: SystPract Action Res.

- Riddle MS, DuPont HL, Connor BA.(2016) ACG clinical guideline: diagnosis, treatment, and prevention of acute diarrheal infections in adults. *Am J Gastroenterol* 111(5):602–22.
- Van der Laan, H., van Halem, D., Smeets, P. W. M. H., Soppe, A. I. A., Kroesbergen, J., Wubbels, G., Nederstigt, J., Gensburger, I. & Heijman, S. G. J. (2014). Bacteria and virus removal effectiveness of ceramic pot filters with different silver applications in a long term experiment. *Water Res.* 51, 47–54.
- Van Halem, D. (2006). Ceramic Silver Impregnated Pot Filters for Household Drinking Water Treatment in Developing Countries. Master of Science Thesis in Civil Engineering, Delft University of Technology.
- Vasco G, Trueba G, Atherton R, Calvopiña M, Cevallos W, Andrade T, *et al.* (2014). Identifying etiological agents causing diarrhea in low income Ecuadorian communities. *Am J Trop Med Hyg*; 91:563–9. doi:10.4269/ajtmh.13-0744.
- WHO (2011). Evaluating household water treatment options: health based targets and microbiological performance specifications. WHO Libra. Cat. Data. 1, 1–58.
- WHO. (2015). Guidelines for Drinking-water Quality. 1:564.
- WHO. (2017). Main report Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene. WHO Libr Cat Data.
- Yang X, Wang H. (2014). *Escherichia Coli /Pathogenic E. Coli (Introduction)*. En: Batt CA. editors. *Encyclopedia of Food Microbiology*. 2a ed. Oxford: Elsevier; p. 695-701.

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario de línea de base

PASOS para la REALIZACION del CUESTIONARIO

1. Selección de Hogar (con Docente) y búsqueda de adulto para la entrevista
2. Presentación del entrevistador/a
3. Explicación del objetivo del Cuestionario:
 - Proyecto de Vinculación Comunidad UDLA
 - Objetivo del estudio: Evaluar la situación de la parroquia respecto a la calidad y el acceso al agua de consumo
 - Anunciar tiempo de cuestionario: aproximadamente 15 min
4. Búsqueda de lugar para elaborar el cuestionario (preferentemente dentro de la casa)
5. Solicitud permiso para grabación cuestionario (si no da consentimiento solo se procede al reporte escrito)
6. Inicio cuestionario
7. Finalización del cuestionario
8. Recolección de muestra

A. Localización

Parroquia :

Barrio/Comunidad:

Código

cuestionario:

Nombre de cabeza de familia:

Número de personas que viven:

Fecha de la entrevista:

B. Perfil demográfico

1) Quien es el/la entrevistado/a? Esposa (a) Marido (b) Otro (c) :

2) Edad de/l la Menos de 20 años(a) 20-30 años(b) 31-40 años(c)
entrevistado/a:) más de 40 años(d)

3) Número de a. hombre adulto (>15 a) : b. hombre 5-15 a: c. niños
miembros de la <5a:
familia (rellena el
nombre exacto de d. mujer adulta (> 15a): e. mujer 5-15 a: f. niñas
cada grupo) <5a:

4)Número de a. b. c. mayores d.
personas Discapacitado/a: Embarazada: 60 a: mujeres
vulnerables soltera
con
hijos/as :

5) Cabeza de Mujer (a) Hombre (b)
familia?

6) Educación del Primaria (a) Instituto (b) Universitario (c) Sin
entrevistado/a educación formal (d) Otros(
e) : _____

C. Conocimiento sobre enfermedades y manejo

7) ¿Cuáles son las enfermedades más comunes experimentadas a menudo en su hogar? (Determinar, varias respuestas posibles)

8) En el último mes, ¿hubo algún miembro de tu familia enfermo? Identificar las enfermedades y los enfermos (edad / género):

- Enfermedad (Enf1) : _____ genero (m) (h) edad
(E1) _____

- Enfermedad (Enf2) : _____ genero (m) (h) edad (E2) _____
- Enfermedad (Enf3) : _____ genero (m) (h) edad (E3) _____
- Enfermedad (Enf4) : _____ genero (m) (h) edad (E4) _____
- Enfermedad (Enf5) : _____ genero (m) (h) edad (E5) _____

9) **DIARREA** - ¿Cuándo no toma acción (a) si hay moco(b) si es muy comienza a tomar acuosa(c) si más de 3 días (d) acciones si su hijo/a tiene otros(e diarrea? (Una sola)): _____ respuesta posible)

10) ¿Cuál cree que Agua contaminada (a) Comida contaminada (b) es la posible causa Animales (c) Divinidades (d) de la diarrea? (Varias opciones posibles) Manos sucias(e) Practicas de defecación inadecuadas(f) Otros (g) : _____

11) ¿Qué hace Dar Suero Rehidratación Oral (a) medicina tradicional (b) usualmente para comprar medicamentos (automedicación) (c) continuar tratar la diarrea? alimentando / amamantando (d) llevar al centro de salud (e) al hospital (f) otros (g): _____

12) Sus hijos/as Sí, todos (a) Si, solo algunos (b) Especificar N° niñas han sido (Na)_____ y N° niños (No)_____ vacunados No, ninguno (c)

contra
Rotavirus?

D. Acceso al Agua

13) ¿Cuál es la principal fuente de su agua de consumo? (Una sola respuesta)

Pozo abierto(a) Pozo perforado(b) Quebrada(c)
Surgencia (d) Pozo protegido(e) Rio(f) Agua
de su agua de entubada (h) Agua tanque (j) Agua lluvia (k) Otros(l)

consumo? (Una) : _____

14) ¿Paga usted por esta agua? Si(a) no(b) Si afirmativo, cuánto paga por 20 L : _____ \$

15) ¿A qué distancia encuentra la fuente de agua principal (ida y vuelta)?

En casa(a) menos de 10 min(b) entre 10 min y 1 hora(c) ente 1-2 horas(d) más de 2 horas(e)

16) ¿Hay un drenaje adecuado en el punto de agua principal? (En caso de pozo. Se puede observar)

Si, con agua estancada (a) Si, sin agua estancada(b) no(c)

17) ¿Qué tan accesible es la principal fuente de agua?

Accesible en todo momento (a) accesible, pero necesita pedir permiso del propietario (b) accesible a menos que no haya suficiente agua para los animales o el riego (c) accesible a menos que haya suficiente agua para las personas (d) otros (e) _____

18) ¿Quién va a buscar el agua? _____

Hombre(a) Mujer(b) Niños/as(c) otros(d) :

(En caso de fuente fuera domicilio)

19) ¿Existe algún riesgo o amenaza particular que puede ocurrir en el camino y / o durante la recolección de agua? (En caso de fuente fuera domicilio)

Para hombres: _____

Para mujeres: _____

Para niños/as: _____

20) ¿Cuál es la otra fuente alternativa de agua de consumo?

Pozo abierto(a) Pozo perforado(b) Quebrada(c)

Surgencia (d) Pozo protegido(e) Rio(f) Agua entubada (h) Agua tanque (j) Agua lluvia (k) Otros(l) : _____

21) ¿Paga usted por esta agua? Si(a) no(b) Si afirmativo, cuánto paga por 20 L : _____ \$

E. Calidad del agua, almacenamiento y tratamiento seguros

22) ¿Cómo sabe si el agua es segura para beber?

Transparente (a) sin olor (b) clorada (c) testada y recomendada por la autoridad del agua (d) mucha gente bebe de esa fuente (e) otros (f):

23) Si piensa que Hervir (a) filtración con trapo(b) cloración (c) el agua no es desinfección solar(d) sedimentación(e) otras (f) segura, ¿qué : _____ medidas se toman en su hogar?

23.1) Que otras Hervir (a) filtración con trapo(b) cloración (c) tecnologías de desinfección solar(d) sedimentación(e) otras (f) tratamiento de : _____ agua conoce?

24) ¿Cuántos recipientes de agua Ninguno(a) 1(b) 2(c) 3(d) 4(e) tiene para la familia?) 5 o más(f)

25) ¿Qué tipo de contenedores Contenedores plásticos 20 L(a) tiene? (Varias opciones posibles) Contenedores plásticos 10L(b) Cubo(c) Vasija cerámica (d) Otros (e) _____

26) ¿Cuántos litros de agua se Número de litros : _____ litros recogen/utilizan por día?

27) ¿Utiliza recipientes separados Si(a) no(b) A veces(c) para el agua de consumo?

28) Sólo si la persona Número de litros : _____ litros **respondió sí a la pregunta anterior, ¿cuántos litros de agua potable por persona por día tiene?**

29) ¿Cómo se comparte el agua Equitativamente (a) personas vulnerables dentro de la familia? primero (b) hombre primero (c)

- 30) Observaciones del contenedor de agua
- mujer primero d) niños primero (e) otras prácticas (f): _____
- A ¿Están cubiertos los contenedores de agua para uso doméstico? Sí (a) no (b)
- B. Limpios? Sí (a) no (b)
- C. Los tamaños son apropiados? Sí (a) no (b)

F. Prácticas de Higiene

- 31) ¿En qué momentos clave se practica el lavado de manos?
- Antes de comer (a) Después de manejar las excretas del bebé (b) Después de manejar basura (c) Después de comer (d) Antes de la preparación de los alimentos (e) Antes de alimentar a lactantes / lactantes (f) Después del uso de letrinas (g) Después de alimentar a los animales (h) Otros (i): _____

(Varias opciones posibles)

- 32) ¿Qué usa la mayor parte del tiempo para lavarse las manos?
- Solo agua (a) agua y jabón (b) otros (c):
- _____

- 33) ¿En qué momentos clave se practica el lavado de manos con jabón?
- Antes de comer (a) Después de manejar las excretas del bebé (b) Después de manejar basura (c) Después de comer (d) Antes de la preparación de los alimentos (e) Antes de alimentar a lactantes / lactantes (f) Después del uso de letrinas (g) Después de alimentar a los animales (h) Otros (i): _____

34) ¿Qué tipo de letrina (a) fosa séptica (b) baño conectado a
instalaciones alcantarillado (c) no tenemos (d)
sanitarias tienen otros (e)
en la casa? :_____

Nombre de los entrevistadores/as

Recolección de muestra**Código muestra**

35) Punto de muestreo dentro el domicilio: Llave (a) Recipiente de agua (b)

Hora de recolección:

Observaciones:

Anexo 2

Cuestionario Grupo Control

Cuestionario Seguimiento Hogares Grupo Control

Buenos días, mi nombre es (_____). Soy estudiante de la carrera de Biotecnología de la Universidad de las Américas y formo parte del equipo de investigación que está evaluando el manejo del agua de consumo en su comunidad. Ustedes firmaron un consentimiento para formar parte de un estudio sobre los tratamientos de agua usados en la comunidad. Esta es una entrevista de seguimiento que durara aproximadamente 20 minutos.

Numero de familia/hogar: _____

Persona que firmó el consentimiento: _____

Persona que responde al cuestionario: Nombre _____/

Edad _____

A Entrevistador

B Fecha

C Hora

1. PREGUNTAR **¿Podría darme un vaso de agua de la que ustedes usan para dar de beber a los niños de la casa?**

Si (tomar muestra con vaso estéril) Código: N° hogar_1	1	No	0	No tengo	99
--	---	----	---	----------	----

2. OBSERVAR: ¿Fue el agua tomada correctamente (sin tocar con las manos el interior del vaso)?

Si	1	No	0
----	---	----	---

3. PREGUNTAR **¿De qué fuente proviene esta agua?**

Agua entubada	1	Agua lluvia	2	Pozo	3
Agua tanquero	4	Agua embotellada	5	Otra:	

4. OBSERVAR: ¿El agua de

consumo esta almacenada en un contenedor?	Si	1	No	0
---	----	---	----	---

4.1. OBSERVAR: ¿Qué tipo de contenedor usa para el agua de consumo?

Bidón	1	Jarra	2	Tanque	3
Bidón con llave	4	Recipiente cerámico	5	Otro:	

4.2. OBSERVAR: ¿Esta el contenedor cerrado?

Si	1	No	0
----	---	----	---

4.3. OBSERVAR: ¿Esta el contenedor limpio?

Si	1	No	0
----	---	----	---

4.4. OBSERVAR: ¿Esta el contenedor fuera alcance de animales?

Si	1	No	0
----	---	----	---

5. PREGUNTAR: **¿Hace usted algo para mejorar la calidad el agua de consumo?**

Si	1	No	0	No lo sé	99
----	---	----	---	----------	----

5.1. PREGUNTAR **¿Qué ha hecho para mejorar esta agua para el consumo?**

Hervir	1	Cloro	2	Sedimentar	3
--------	---	-------	---	------------	---

Filtrar con trapo	4	Filtro arena	5	Otra:
-------------------	---	--------------	---	-------

5.2. PREGUNTAR **¿Hace cuantas horas que hizo el tratamiento?**

	Horas
--	-------

5.3. PREGUNTAR **¿Puede darme agua sin tratar de esa misma fuente?**

Si (<i>tomar muestra con vaso estéril</i>)	1	No	0	No tengo	99
Código: N° hogar_2					

5.4. PREGUNTAR **¿Cuándo usted NO trata el agua?**

Época Seca	1	Época llluvias	2	Cuando no tengo tiempo	3
Cuando no hay dinero	4	Siempre trato el agua	5	Otra:	

Cuestionario Grupo Experimental

Cuestionario Seguimiento Hogares Grupo Experimental

Buenos días, mi nombre es (_____). Soy estudiante de la carrera de Biotecnología de la Universidad de las Américas y formo parte del equipo de investigación que está evaluando el manejo del agua de consumo en su comunidad. Ustedes firmaron un consentimiento para formar parte de un estudio sobre los tratamientos de agua usados en la comunidad. Esta es una entrevista de seguimiento que durara aproximadamente 20 minutos.

Numero de familia/hogar: _____

Persona que firmó el consentimiento: _____

Persona que responde al cuestionario: Nombre _____/

Edad _____

A Entrevistador

B Fecha

C Hora

1. PREGUNTAR ¿Está usando el filtro de agua de cerámica negra?

Si (tomar muestra con vaso estéril)	1	No (ir a preg. 2)	0
Código: N° hogar_1			

1.1. OBSERVAR: ¿Fue el agua tomada correctamente (sin tocar con las manos el interior del vaso)?

Si	1	No	0
----	---	----	---

1.2. OBSERVAR ¿Está el filtro con agua por encima la llave?

Si	1	No	0
Si	1	No	0
Si	1	No	0

1.3. OBSERVAR ¿Está el filtro mojado?

1.4. OBSERVAR ¿Está el filtro limpio?

1.5. PREGUNTAR **¿Puede por favor describirme como usa el FILTRO?**

Añado agua al filtro	1	
Dejo agua almacenada	2	
Lavo el filtro cuando está sucio	3	¿Cuántas veces al mes? _____

1.6. PREGUNTAR **¿Hace cuántas horas que añadió agua al filtro?**

	Horas
--	-------

1.7. PREGUNTAR **¿Puede darme agua sin filtrar de esa misma fuente?**

Si (tomar muestra con vaso estéril) Código: N° hogar_2	1	No	0	No tengo	99
--	---	----	---	----------	----

2. (Solo para la respuesta NO de pregunta 1) PREGUNTAR **¿Porque NO usa el FILTRO?**

Mal sabor	1	Mal olor	2	No sé cómo hacerlo	3
Requiere mucho tiempo	4	Otra:			

2.1. PREGUNTAR **¿Qué agua está tomando si NO usa el filtro?**

Agua de la llave	1	Agua de botellón	2	Agua hervida	3
Agua clorada	4	Otra:			

2.2. Preguntar **¿Podría darme un vaso de esa agua?**

Si (<i>tomar muestra con vaso estéril</i>) Código: N° hogar_1	1	No (<i>ir a preg. 2</i>)	0
---	---	----------------------------	---

Incidencias reportadas/observadas (fractura del filtro, desaparición del filtro...)

Anexo 3 Consentimiento Informado

Documento de Consentimiento Informado para los habitantes de Santa Marianita

Este formulario de consentimiento informado es para padres de niños entre las edades de 1 a 15 años que residen en Santa Marianita y a quienes les vamos a pedir que participen en la investigación “Filtros de agua de cerámica negra: estudio de impacto en salud en comunidades de Nanegal y Gualea”.

Nombre del investigador Principal: Dra. Laura Guerrero Latorre

Nombre de la Organización: Universidad de las Américas, Quito

Este Documento de Consentimiento Informado tiene dos partes:

- **Parte I. Información (proporciona información sobre el estudio para usted)**
- **Parte II. Formulario de Consentimiento (para obtener la firma si usted está de acuerdo en que su hijo pueda participar)**

Se le dará una copia del Documento completo de Consentimiento Informado

PARTE I: Información

Introducción

Yo soy Laura Guerrero Latorre, trabajo para la Universidad de las Américas y estamos investigando sobre tratamientos de agua para los hogares que no tienen acceso a agua potable.

Le voy a dar información e invitar a su hijo/hija a que participe en esta investigación. No tiene que decidir hoy si está de acuerdo o no a que su hijo/hija participe en la investigación. Antes de decidir, usted puede hablar con alguien con quien se sienta cómodo.

Puede que haya algunas palabras que no entienda. Por favor pídamelas para según avanzamos en la información y tomaré tiempo para explicarlas. Si usted tiene preguntas después, puede preguntármelas a mi o al personal.

Propósito

Las diarreas y parasitosis son enfermedades recurrentes en niños que viven en zonas donde la población no tiene acceso a sistemas de agua potable. El tratamiento domestico del agua no siempre es efectivo (hervir, filtrar el agua) y en base a un estudio realizado en St. Marianita. El propósito de esta investigación es probar un nuevo sistema de tratamiento de agua domiciliar para ver si protege a niños pequeños mejor que el uso de tratamientos de agua convencionales.

Tipo de Intervención de Investigación

Un seguimiento cada 15 días del estado de salud y de la calidad del agua doméstica. Además, se realizará la recogida de muestras de heces de los niños del hogar en caso de episodio de diarrea.

Selección de Participantes

Le estamos invitando a tomar parte de esta investigación porque es importante que probemos el efecto de este tratamiento de agua doméstico en niños que viven en un área donde no hay un sistema de agua potable y donde los problemas de parasitosis y diarrea son importantes. Ya que usted y su hijo/a viven en esta área, le preguntamos si usted permitiría que participe su hijo/a.

Se ha averiguado en los laboratorios que este filtro de agua de cerámica negra funciona efectivamente. Aunque los resultados del laboratorio son muy prometedores no podemos presuponer que el uso de estos vaya a reducir significativamente los casos de parasitosis y diarrea sino lo probamos en niños, las víctimas más frecuentes de estas enfermedades

Participación voluntaria

Su decisión de que su niño/a participe en este estudio es completamente voluntaria. Es su decisión el que su niño/a participe o no. Usted puede también cambiar su decisión más tarde y dejar de participar, aun cuando haya aceptado previamente sin prejuicio alguno.

Procedimientos y Protocolo

A causa de que no sabemos si el uso de este tratamiento de agua domiciliar es mejor que los tratamientos convencionales, necesitamos hacer comparaciones. Los niños que tomen parte en esta investigación serán colocados en grupos elegidos al azar, como cuando se tira una moneda.

Un grupo recibirá el filtro de agua de cerámica negra que estamos probando y el otro no lo recibirá. Entonces compararemos cuál de los tratamientos de agua obtiene el mejor resultado en referencia a la salud de los niños.

Descripción del proceso

En las visitas quincenales se realizará un cuestionario al responsable del hogar (mayor de edad) sobre la calidad del agua y los tratamientos aplicados, además del estado de salud de su familia.

Además de este seguimiento, si el niño/a tiene un episodio de diarrea durante el periodo de estudio deberá avisar al personal de atención que se les indicará. Entendiendo como episodio de diarrea el aumento de la frecuencia de las deposiciones (al menos tres en un día).

Duración

La investigación dura 6 meses en total. Durante ese tiempo, recibirá visitas para el cuestionario cada 15 días (en total 12 visitas) y deberá reportar los episodios de diarrea al personal de atención indicado.

Efectos secundarios, molestias y riesgos

No se conocen efectos secundarios, molestias o riesgos que el uso del filtro de agua de cerámica negra pueda ocasionar.

Beneficios

Puede que no haya ningún beneficio directo para su hijo/a, pero su participación seguramente nos ayudará a encontrar la respuesta a la pregunta de investigación. Puede que no haya ningún beneficio para la sociedad en el presente estado de la investigación, pero probablemente se beneficiarán generaciones futuras.

Incentivos

No se le proporcionará ningún incentivo para tomar parte en esta investigación.

Sin embargo, si usted pertenece al grupo control que no recibirá el filtro de agua de cerámica negra y finalizado el estudio se demuestra su eficacia respecto los tratamientos convencionales, se les entregará un filtro al finalizar el estudio.

Confidencialidad

La información que recolectamos para este proyecto de investigación se mantendrá confidencial. La información acerca de su niño/a recolectada por la investigación será aislada y solo los investigadores podrán verla. Cualquier información sobre su niño/a se le asignará un número de identificación en vez de su nombre. Solamente los investigadores sabrán el vínculo de ese número con el nombre y la información se mantendrá en cabina cerrada con llave.

Compartir los resultados

El conocimiento que obtendremos de este estudio se compartirá con usted antes de que se haga ampliamente disponible al público. No se compartirá información confidencial. Habrá pequeños encuentros en la comunidad y estos se anunciarán. Después, se publicarán los resultados para que otras personas interesadas aprendan de nuestra investigación.

A quien contactar

Si usted tiene algunas preguntas puede hacerlas ahora e incluso después de que haya comenzado el estudio. Si usted desea hacer preguntas más tarde, puede contactar a cualquiera de las siguientes personas: [nombre, dirección/número de teléfono/email].

Esta propuesta ha sido evaluada y aprobada por [nombre del comité de evaluación ética], que es un comité cuya tarea es asegurarse de que a los participantes se les protegerá de daños. Si desea averiguar algo más del comité, contacte [nombre, dirección, número de teléfono]

PARTE II: Formulario de Consentimiento

Formulario de Consentimiento

He sido invitado para que mi niño/a participe en una investigación sobre un nuevo tratamiento de agua domiciliar para reducir los episodios de parasitosis y diarrea infantil.

Entiende que ello significa que reciba un tratamiento de agua para el domicilio y que recibirá 12 visitas de seguimiento. He sido informado de que no se conocen riesgos. Soy consciente de que puede que no haya beneficio personal para mí o mi niño/a y que no seré compensado más allá de la entrega de un filtro al finalizar el estudio si esta muestra eficacia. Se me ha proporcionado el nombre de un investigador que puede ser contactado fácilmente usando el número que se me dio.

He leído la información proporcionada, o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar dudas sobre ello y se me ha respondido satisfactoriamente.

Consiento voluntariamente que mi niño/a participe en este estudio y entiendo que tengo el derecho de retirar del estudio mi niño/a en cualquier momento sin que afecte de ninguna forma mi atención médica ni la de mi niño/a.

Nombre del Participante _____

Nombre del Padre/Madre o Apoderado _____

Firma del Padre/Madre o Apoderado _____

Fecha _____

Día/mes/año

Anexo 4 Aprobación del comité de ética



D. M. de Quito, 12 de octubre de 2017

PhD. Laura Guerrero Latorre
Directora
 PhD. Martha Fors
 MSc. Mayra Fernanda Chico
 MSc. Lucia Jeannete Zurita Salinas
Investigadoras

De mis consideraciones:

Por medio de la presente el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad de Las Américas (**CEISH-UDLA**) le informa que el protocolo y los instrumentos de investigación: encuestas y consentimiento informado, del proyecto titulado "**Estudio exploratorio de la eficacia y seguridad de Filtros de Agua de Cerámica negra en la comunidad de Santa Marianita, Nanegal, Ecuador 2017**", fue revisado en sesión plenaria el 4 de octubre de 2017 y con fecha de hoy 12 de octubre de 2017.

Esta aprobación, tiene una duración de un año, después del cual se debe pedir extensión si fuera necesaria.

En toda correspondencia con el Comité de Ética de Investigación con Seres Humanos, favor referirse al siguiente código de aprobación: **2017-0902**.

El Comité estará dispuesto a lo largo de la implementación del estudio a responder tanto a los participantes como a los investigadores en relación a cualquier inquietud que pudiere surgir. Es importante remarcar que cualquier novedad debe ser comunicada al Comité; todo cambio en el protocolo de investigación implica que debe pedir una nueva aprobación al CEISH-UDLA.

El Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad de Las Américas ha otorgado esta probación con base en la información entregada por los solicitantes, quienes al presentarla asumen la veracidad, corrección y autoría de los documentos entregados. Los solicitantes de la aprobación son los responsables de aplicar y respetar la información, procedimientos y condiciones expresados en estos documentos aprobados por el Comité; también son responsables de respetar la legislación vigente aplicable y los estándares nacionales e internacionales en la materia.

Diego Chauvin
Presidente
CEISH-UDLA



5.1 RECURSOS

5.1.1 Recursos Humanos

5.1.1.1 Director del proyecto

5.1.1.1.1 Principal

LAURA GUERRERO LATORRE

5.1.1.1.2 Sustituto

ESTEBAN FERNÁNDEZ MOREIRA

5.1.1.2 Tutora

MARTHA MARÍA FORS LÓPEZ

5.1.1.3 Tesista de medicina

TATIANA ESTEFANÍA VENEGAS GAVILÁNEZ

5.1.1.4 Investigadores externos

JEANNET ZURITA

KAIRA WAGONER

5.1.2 Recursos Técnicos

5.1.2.1 Viajes técnicos

Se realizaron viajes para la recolección de muestras y datos cada 15 días

5.1.2.2 Servicios

Diagnóstico de las etiologías diarreicas fue presupuestado para ser realizado en Zurita Laboratorios con facilidad. Los laboratorios Zurita presentan los kits

comerciales y equipos de diagnóstico con análisis de rutina en curso. Los precios son mucho más bajos para el análisis (\$ 36 / muestra).

5.1.2.3 Contratos

Por cargo de la universidad fue considerado el salario para la promotora de salud por los meses en los que se aplicó el estudio. Esto facilitó la recogida de las muestras de campo en coordinación con el Sistema Nacional de Salud. Su asistencia fue crucial para llevar a cabo los objetivos planteados, por lo que un centinela interior aumentó la notificación y recogida de muestras.

5.2 CRONOGRAMA

DESCRIPCION DEL PROYECTO: "Calidad del agua, uso y manejo de filtros de agua de cerámica negra (FANC) y su relación con infecciones gastrointestinales en niños menores de 15 años. Santa Marianita, Nanegal. Ecuador, 12/2017 al 06/2018.

PERSONA QUE APRUEBA EL PROYECTO: Comité de Ética

Tabla 16.

Cronograma de actividades.

Actividad*	Mes	Mes	Mes	Mes	Mes
	1 - 2	3 - 4	5 - 6	7 - 8	9 - 10
Planificación del proyecto					

Describir las características sociodemográficas, hábitos higiénicos y enfermedades previas de los grupos estudiados.

Determinar la prevalencia de infecciones gastrointestinales infantiles por grupos de edades, género y agentes etiológicos más frecuentes.

Identificar si existe asociación entre la calidad del agua y el uso y manejo de los filtros de agua de cerámica negra.

Describir la incidencia de infecciones gastrointestinales infantiles y sus causas más comunes entre los usuarios de los filtros de agua de cerámica negra y población que no cuenta con el filtro.

Recolección de datos

Análisis de muestra de agua y heces

Análisis de datos recolectados

Elaboración del informe

FECHA DE INICIO: 1 de octubre de 2017

FECHA DE FINAL: 1 de julio de 2018

5.3 PRESUPUESTO PERSONAL

Tabla 17

Tabla de presupuesto personal invertido en el desarrollo del proyecto

Rubro	Monto y Porcentaje del Proyecto
Recursos humanos	0,00
Equipos	0,00
Materiales y suministros	50,00
Subcontratos de servicios	0,00
Transporte y logística	50,00
Total	100,00

Anexo 6

Fotografías



Figura 14. Filtro de cerámica negra FANC



Figura 15. Medios de difusión (cartel informativo)



Figura 16. Proceso de inscripción



Figura 17. Socialización de la propuesta de proyecto

