

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN-LEON
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**



Tesis para optar al título de Doctor en Medicina y cirugía

TEMA:

Impacto en la aplicación del método SODIS como alternativa para el control de enfermedades diarreicas en la comunidad Gracias a Dios, Municipio de Telica, de abril – septiembre 2009.

AUTORA:

Bra. Neyling Vanessa Mendoza Hernández.

TUTORA:

Teresa Rodríguez. MD

MSc. en Toxicología.

CISTA/UNAN-León.

León, 23 de noviembre del 2012

AGRADECIMIENTO

A: Dios por su misericordia de brindarnos la vida, la fortaleza, la salud, la guía y la oportunidad de mejorar con cada nuevo amanecer.



A: Mis padres y hermanos por estar siempre a mi lado en los momentos buenos y malos, a pesar de estos años que estuvimos separados por motivos de preparación profesional siempre pude contar con su apoyo.



A: Dra. Teresa Rodríguez, por ser más que tutora mi amiga en el estudio, principal apoyo incondicional en todos los aspectos del trabajo, un ejemplo a seguir, una maestra en todo momento, gracias por su calidez humana y no declinar ante las dificultades que se presentaron.



A: Lic. Argeñal por apoyarme en el procesamiento de los datos y presentación de resultados.



A: Dr. Centeno por haber contribuido en la elaboración del protocolo.



A: Erenia Teresa Mendoza Montoya, mi compañera de estudios y autora principal del tema, con quien di los primeros pasos del protocolo, pero por motivos mayores de salud no pudo continuar sus estudios.



A: Todos mis maestros de la facultad de ciencias médicas porque cada uno en su momento fueron, y seguirán siendo para las futuras generaciones de médicos, pilares esenciales de nuestra formación.



Impacto en la aplicación del método SODIS como alternativa para el control de enfermedades diarreicas en la comunidad Gracias a Dios, Municipio de Telica, de abril – septiembre 2009.

Bra. Neyling Vanessa Mendoza Hernández.
Sustentante

Teresa Rodríguez. MD
MSc en Toxicología.
CISTA/UNAN-León
Tutora

OPINION DEL TUTOR

La presente tesis para optar al título de Doctor en Medicina y Cirugía titulada “Impacto en la aplicación del método SODIS como alternativa para el control de enfermedades diarreicas en la comunidad Gracias a Dios, Municipio de Telica, de abril – septiembre 2009”, presentada por la Bra. Neyling Vanessa Mendoza Hernández, aporta el mejoramiento de la calidad del agua y disminución en la gravedad de los episodios de diarrea en una comunidad rural, mediante la utilización de un método fácil y económico para la desinfección del agua, mediante la utilización de la radiación solar para la desinfección. Considero que este trabajo es valioso, ya que representa un esfuerzo de la sustentante por cambiar una situación de salud en la comunidad. Considero que el trabajo fue realizado con el rigor científico necesario y por tanto sus resultados son válidos para la población estudiada.

Teresa Rodríguez. MD, MSc
CISTA/UNAN- León
Tutora

RESUMEN

Impacto en la aplicación del método SODIS como alternativa para el control de enfermedades diarreicas en la comunidad Gracias a Dios, Municipio de Telica, de abril – septiembre 2009.

Mendoza-Hernández MV, Rodríguez T.

Introducción: En la Comunidad Gracias a Dios, del Municipio de Telica, La contaminación del agua de bebida con bacterias coliformes fecales se asocia con una alta incidencia de enfermedades diarreicas por lo que se requiere un método efectivo de desinfección. **Objetivo:** Evaluar la eficacia de la aplicación del método de desinfección solar del agua (SODIS) para la reducción de coliformes fecales en agua y para el control de enfermedades diarreicas. **Metodología:** Se realizó en tres fases, primero se estableció la línea de base, donde se evaluó aspectos generales sobre el manejo del agua, saneamiento básico e incidencia de diarreas en los 3 meses previos, en la segunda fase se tomó muestras de agua tanto de los pozos como de las botellas SODIS y se realizó seguimiento y reporte de los casos de diarrea en las familias usuarias de SODIS, en la tercera fase se valoró el impacto del uso de SODIS en el control de diarreas. **Resultados:** El 50% de los pozos, tienen una alta concentración de coliformes fecales. La eficacia de desinfección con el método SODIS fue >99.9%, asociado con una discreta disminución del número de casos de diarrea y de su severidad, reduciéndose la duración y la asociación con fiebre, moco o sangre. El 64% de las familias no presentaron inconvenientes con el uso del método SODIS, el resto manifestó dificultades para conseguir botellas. **Conclusión:** El método SODIS es una intervención eficiente y factible en nuestro medio para la disminución de la incidencia de diarreas relacionadas con la presencia de coliformes fecales en las aguas de bebida.

INDICE

	Contenido	Página
I	Introducción	1
II	Antecedentes	3
III	Justificación	5
IV	Planteamiento del problema	6
V	Objetivos	7
VI	Marco teórico	8
VII	Diseño metodológico	20
VIII	Resultados	27
IX	Discusión de resultados	44
X	Conclusiones	50
XI	Recomendaciones	51
XII	Bibliografía	52
XIII	Anexos	55

I. INTRODUCCION

El agua, en suficiente cantidad y de buena calidad, es esencial para la vida; sin embargo, a principios del año 2000, la sexta parte de la población mundial, más de mil millones de personas, no tenía acceso a un abastecimiento mejorado de agua potable y muchas más personas carecían de acceso a agua segura. En América Latina y en el Caribe, de acuerdo con el informe de la OMS del 2000, existen más de 76 millones de personas sin acceso a agua segura. Además, 54 millones de personas sólo tienen acceso al agua mediante servicios precarios como bombas manuales y llaves públicas, y el agua de estos servicios está expuesta a contaminación secundaria durante la recolección, el transporte o el almacenamiento.^[1]

La falta de acceso a agua potable de buena calidad provoca un riesgo de enfermedades tales como: cólera, fiebre tifoidea, hepatitis A, disentería amebiana o bacteriana y otras enfermedades diarreicas. Cada año 4000 millones de casos de diarrea causan 2,2 millones de muertes, mayormente entre niños menores de cinco años, esto equivale a que un infante muera cada 15 segundos.^[1] Las poblaciones que tienen más problemas de calidad de agua, son las comunidades rurales. Para proteger de enfermedades a la población que carece de agua limpia, son necesarias la aplicación de métodos apropiados de potabilización de agua, prevención de contaminación secundaria, disposición adecuada de excretas y medidas de promoción y educación para la salud.^[2]

En el área rural de nuestro país, el 50% de la población no recibe agua potable por cañería domiciliar, solo un 22% clora el agua y un 12% la hierve. La falta de tratamiento del agua en las comunidades rurales se explica por una o más de las siguientes razones: porque no tienen acceso al cloro, por la carencia de leña o

porque el tratamiento le da mal sabor al agua. Lo anterior, predispone a todo tipo de enfermedades transmisibles por el agua, principalmente las diarreas.^[3,4]

Una de las alternativas para la desinfección del agua a bajo costo es el uso de la energía solar (SODIS). La fundación SODIS de Nicaragua y la Federación Red NicaSalud han venido promoviendo proyectos en diferentes lugares del país desde el año 2002. SODIS es un método de tratamiento simple que usa la radiación solar (luz UV-A y temperatura) para destruir las bacterias y los virus patógenos presentes en el agua, no altera el sabor del agua, es aplicable a nivel doméstico, de manera simple, se basa en recursos naturales y energía renovable y los costos de inversión son bajos.^[1,6]

El propósito de la presente investigación es disminuir la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua, especialmente las enfermedades diarreicas en la comunidad Gracias a Dios, Telica y dejar en la población el conocimiento de este nuevo método de desinfección del agua (SODIS), pero aún más importante que la comunidad pueda continuar aplicándolo después de finalizado el estudio.

I. ANTECEDENTES

En Nicaragua, se han realizado previamente algunos estudios de intervención sobre la aplicación del método SODIS y su impacto en la disminución de las enfermedades diarreicas en el Municipio de Waslala, Región Autónoma del Atlántico Norte, Villa El Carmen, San Rafael del Sur y La Paz Centro. De acuerdo a lo reportado, para seis comunidades de los Municipios de Waslala y la Región Autónoma del Atlántico Norte, el método SODIS tuvo una eficacia del 74.6% para la remoción de patógenos del agua y del 21.9% para la reducción de los casos de enfermedades diarreicas.^[4] No se pudo obtener el informe final de los resultados para las comunidades rurales de los municipios de villa El Carmen, San Rafael del sur y La paz Centro.

A nivel internacional, la eficacia del método SODIS ha sido evaluada en varios países en desarrollo como Bolivia, Cuba, India, Uzbekistan, Pakistan, India, Nepal, Sri Lanka, Indonesia, y Kenia. En estos estudios se ha reportado una eficacia por encima de 99.9 % a las 8 horas de exposición para la remoción de coliformes fecales, *E. faecalis* y *P. aeruginosa*.^[5] También ha sido reportada una inactivación de virus enteropatógenos y protozoarios como *crystosporidium* y *giardia*,^[6] y una significativa reducción en la incidencia, duración y severidad de la diarrea en niños.^[6,7]

En el estudio realizado en Cuba, se destacó la importancia de las condiciones climáticas para alcanzar las temperaturas adecuadas para la aplicación del método de desinfección de agua mediante radiación solar. La dosis de radiación necesaria para la eliminación de los microorganismos patógenos presentes en agua de pozo contaminada de muy alto riesgo puede ser, según este estudio de tres a seis horas en dependencia del grado de contaminación.^[8]

Existen datos de experiencias demostrativas en países Colombia, Bolivia, Indonesia, China, Burkina Faso y Tailandia; donde el objetivo fue valorar la aceptación socio-cultural de SODIS. Estos estudios revelaron que un promedio de 84% de los usuarios tenían la intención de seguir utilizando el método después de haber concluido la intervención, el 13% consideraron que tal vez lo utilizarían en el futuro y el 3% se rehusaba a continuar con SODIS por la falta de confianza de que las bacterias puedan ser destruidas, la falta de materiales y lo largo del proceso. Una ventaja señalada fue el costo de la implementación de la intervención, ya que aunque al inicio se debe invertir en concepto de capacitación y dotación de materiales, los costos de operación son prácticamente nulos ya que dependen de la actitud y disponibilidad de la población beneficiada.^[4,9]

II. JUSTIFICACION

La comunidad Gracias a Dios, Telica no cuentan con agua potable, los habitantes de la comunidad se proveen de agua de 32 pozos sin tratar. La aplicación del método SODIS es una alternativa de bajo costo y fácil de realizar para obtener agua desinfectada apta para el consumo humano, contribuyendo de ésta manera en la disminución de enfermedades transmitidas por el agua, principalmente las enfermedades diarreicas.

Con ésta investigación se pretende disminuir la incidencia de enfermedades transmitidas por el consumo de agua contaminada, especialmente las enfermedades diarreicas en la comunidad Gracias a Dios y dejar en la población el conocimiento de éste nuevo método de desinfección del agua (SODIS), pero aún más importante que la comunidad pueda continuar aplicándolo después de finalizado el estudio.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Aproximadamente el 52% de la población rural de Nicaragua no tiene acceso al agua segura, lo que representa un peligro para la salud de más de un millón y medio de habitantes. Se estima que la población rural en su mayoría se abastece de pozos, ríos, quebradas y otras fuentes que no garantizan las mínimas condiciones sanitarias y en muchos de los casos las fuentes están contaminadas. De acuerdo a diversas publicaciones, con un método casero de desinfección del agua a través de rayos solares (SODIS) se logra inactivar más del 99.9% de los microorganismos patógenos presentes en el agua. La estrategia consiste en hacer segura el agua mediante desinfección y el almacenamiento adecuados en el punto de utilización.

En base a lo anterior, nos hacemos la siguiente pregunta de estudio:

La desinfección del agua mediante la energía solar (SODIS), ¿Es una alternativa efectiva y factible para la desinfección del agua de bebida y la reducción de enfermedades diarreicas en la Comunidad Gracias a Dios?

V. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL:

Determinar el impacto de la aplicación del método SODIS como una de las alternativas en el control de enfermedades diarreicas en la comunidad Gracias a Dios durante los meses de julio a septiembre 2009.

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 1) Identificar mediante muestreo bacteriológico el nivel de riesgo del agua para consumo humano de la comunidad Gracias a Dios del municipio de Telica antes y después de la desinfección solar.
- 2) Describir el comportamiento de las enfermedades diarreicas antes y después de la aplicación del método SODIS.
- 3) Determinar la efectividad del método SODIS como una de las alternativas en el control de enfermedades diarreicas en la comunidad Gracias a Dios.

VI. MARCO TEORICO

6.1 Agua:

Es una sustancia química formada por dos átomos de hidrogeno y uno de oxigeno. El agua pura es incolora, inodora y carece de sabor, tiene además un pH neutro. El agua presenta diversas propiedades importante para la vida.^[3]

6.2 Enfermedades transmitidas a través de las aguas:

El agua puede arrastrar elementos minerales como hierro, ácidos, bicarbonato, etc. que en determinadas cantidades resultan peligrosas para la salud humana, así como microorganismos que se encuentran en la superficie de la tierra capaces de provocar enfermedades.

Algunas bacterias que pueden contaminar el agua y producir enfermedades en las personas que la ingieren son *Vibrio cholerae* (cólera), *Shiguella dysenteriae*. (disentería bacilar), salmonellas (enfermedades diarreicas agudas), *Salmonellas Typhi* (fiebre tifoidea), leptospiras (leptospirosis)., etc. Pueden encontrarse también algunas especies de *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringes*, *Escherichia coli*, que causan diarreas infecciosas.^[3]

6.3 Desinfección del agua:

La desinfección del agua significa la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua. La destrucción y/o desactivación de los microorganismos supone el final de la reproducción y crecimiento de esto microorganismos. Si estos microorganismos no son eliminados el agua no es potable y es susceptible de causar enfermedades. El [agua potable](#) no puede contener estos microorganismos.^[10-14]

6.4 Mecanismo de desinfección: La desinfección normalmente provoca la corrosión de la pared celular de los microorganismos, o cambios en la permeabilidad de la célula, cambios en la actividad de protoplasma celular o actividad enzimática (debido al cambio estructural de las enzimas). Estos problemas en la célula evitan la multiplicación de los microorganismos. Los desinfectantes también provocan la oxidación y destrucción de la materia orgánica que son generalmente nutrientes y fuente de alimentación de los microorganismos.^[14]

6.5 El concepto de agua segura:

El sistema de agua segura es una intervención de calidad del agua que emplea tecnologías simples, poco costosas y apropiadas para el mundo en desarrollo. La estrategia consiste en hacer segura el agua mediante la desinfección y el almacenamiento adecuado en el punto de utilización.^[9]

6.6 Valoración de la contaminación biológica del agua:

Existe un grupo de enfermedades conocidas como enfermedades hídricas, pues su vía de transmisión se debe a la ingestión de agua contaminada. Es entonces conveniente determinar la potabilidad desde el punto de vista bacteriológico. Buscar gérmenes como salmonella, shigella, trae inconvenientes, pues normalmente aparecen en escasa cantidad. Por otra parte su supervivencia en éste medio desfavorable y la carencia de métodos sencillos y rápidos, llevan a que su investigación no sea satisfactoria, máxime cuando se hallen en número reducido. En vista de estos inconvenientes, se ha buscado un método más seguro para establecer la calidad higiénica de las aguas, método que se basa en la investigación de bacterias coliformes como indicadores de contaminación fecal. El agua que contenga bacterias de ese grupo se considera potencialmente peligrosa, pues en cualquier momento puede llegar a vehicular bacterias patógenas, provenientes de portadores sanos, individuos enfermos o animales.^[14, 15]

6.7 Clasificación del agua según el nivel de riesgo:

Cuadro 1. Nivel de contaminación con coliformes fecales.

Nivel	UFC/100ml	Nivel de riesgo
A	0	Ninguno
B	1-10	Bajo
C	11-100	Intermedio-alto
D	101-1000	Alto
E	>1000	Muy alto

[9,10]

6.8 Métodos de Desinfección del Agua:

Se dispone de distintos métodos de tratamiento del agua que emplean tecnología simple, de bajo costo. Estos métodos incluyen tamizado; aireación; almacenamiento y sedimentación; desinfección mediante ebullición, productos químicos, radiación solar y filtración; coagulación y floculación; y desalinización.

6.8.1 Aireación:

La aireación aumenta el contenido de aire del agua, elimina las sustancias volátiles tales como el sulfuro de hidrógeno, que afectan al olor y el sabor, y oxida

el hierro y el manganeso a fin de que formen precipitados que puedan eliminarse mediante sedimentación o filtración.^[4]

6.8.2 Coagulación y Floculación:

Si el agua contiene sólidos en suspensión, la coagulación y la floculación pueden utilizarse para eliminar gran parte del material. En la coagulación, se agrega una sustancia al agua para cambiar el comportamiento de las partículas en suspensión. Hace que las partículas, que anteriormente tendían a repelerse unas de otras, sean atraídas las unas a las otras o hacia el material agregado. La coagulación ocurre durante una mezcla rápida o el proceso de agitación que inmediatamente sigue a la adición del coagulante. Durante la floculación, las partículas entran más en contacto recíproco, se unen unas a otras para formar partículas mayores que pueden separarse por sedimentación o filtración. El alumbre (sulfato de aluminio) es un coagulante que se utiliza tanto al nivel de familia como en las plantas de tratamiento del agua. Los coagulantes naturales incluyen semillas en polvo del árbol *Moringa oleifera* y tipos de arcilla tales como la bentonita.^[16]

6.8.3 Desalinización:

Las sales químicas excesivas en el agua le dan mal sabor. La desalinización mediante destilación produce agua sin sales químicas y pueden utilizarse varios métodos al nivel de familia, por ejemplo, para tratar el agua de mar. La desalinización también es eficaz para eliminar otros productos químicos tales como el fluoruro, el arsénico y el hierro.^[4]

6.8.4 Desinfección:

Es una forma de asegurar que el agua está libre de patógenos. La eficacia de la desinfección química y solar, y en menor grado, la ebullición, es reducida por la presencia de materia orgánica y sólidos en suspensión.^[4]

6.8.5 Desinfección por ebullición:

Una recomendación típica para desinfectar el agua es la de hacer que el agua hierva vigorosamente por 10 a 12 minutos. En realidad, un minuto a 100°C destruirá la mayoría de los patógenos, incluidos los del cólera y muchos mueren a 70°C. Las desventajas principales de hervir el agua son las de utilizar combustible y es una labor que consume mucho tiempo.^[4]

6.8.6 Desinfección química:

La clorinación es el método más ampliamente utilizado para desinfectar el agua. El cloro debe agregarse en cantidades suficientes para destruir todos los patógenos pero sin que altere el sabor del agua.^[16]

6.8.7 La filtración:

La filtración incluye diferentes procesos como: el tamizado mecánico, la absorción en partículas, el uso de filtros de arena lentos y procesos bioquímicos. Según el tamaño, el tipo y la profundidad del filtro, y la tasa de flujo y las características físicas del agua sin tratar, los filtros pueden extraer los sólidos en suspensión, los patógenos y ciertos productos químicos, sabores y olores. El tamizado y la sedimentación son métodos de tratamiento que preceden útilmente a la filtración para reducir la cantidad de sólidos en suspensión que entran en la fase de filtración.^[16]

6.8.8 Almacenamiento y sedimentación:

Al almacenar el agua en condiciones no contaminantes por un día se puede conseguir la eliminación de más del 50% de la mayoría de las bacterias. Los períodos más largos de almacenamiento conducirán a reducciones aún mayores.

Durante el almacenamiento, los sólidos en suspensión y algunos de los patógenos se depositarán en el fondo del recipiente.^[4]

6.8.9 Tamizado:

Echar el agua a través de un paño de algodón limpio eliminará una cierta cantidad de sólidos en suspensión o turbidez. Se han construido telas de filtro de monofilamento especial para uso en las zonas en las que prevalece la enfermedad del nematodo de Guinea. Las telas filtran los copépodos que son los huéspedes intermedios de las larvas del nematodo de Guinea.^[16]

6.8.10 Desinfección Solar:

Utiliza la radiación solar para inactivar y destruir a los patógenos que se hallan presentes en el agua. El tratamiento consiste en llenar recipientes transparentes de agua y exponerlos a plena luz solar por unas cinco horas (dos días consecutivos bajo un cielo que está 100 por ciento nublado). La desinfección ocurre por una combinación de radiación y tratamiento térmico (la temperatura del agua no necesita subir muy por encima de 50°C). La desinfección solar requiere agua relativamente clara.^[16]

Método de Desinfección Solar del Agua (SODIS).

SODIS es un método de tratamiento de agua que elimina los patógenos que producen enfermedades transmitidas por el agua; el método es ideal para desinfectar pequeñas cantidades de agua destinadas a consumo humano y depende solamente de la energía solar, constituyéndose en una alternativa para el tratamiento de agua a nivel casero.^[4]

La desinfección solar (SODIS) presenta ciertas ventajas sobre otros métodos de desinfección del agua, dichas ventajas pueden ser que SODIS:^[4]

- No cambia la calidad química del agua.
- No altera ni el olor ni el sabor del agua.
- No aumenta la cantidad de agua ni reduce su escasez.

Así mismo, presenta algunas limitaciones que deben considerarse antes de iniciar la utilización del método, dentro de las mismas encontramos:^[4,14,15]

- SODIS no es útil para tratar grandes cantidades de agua.
- SODIS requiere agua relativamente clara (turbidez menor de 30 UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad).
- SODIS requiere radiación solar (tiempo de exposición: 5 horas bajo cielo despejado o cubierto en un 50% o 2 días consecutivos bajo cielo totalmente cubierto).

El método SODIS se basa en la sinergia de los efectos de la temperatura y de la radiación UV-A (longitud de onda: 320-400 nm). La radiación con mayor longitud de onda (>400 nm) no elimina las bacterias con suficiente efectividad y la UV-B (280-320 nm) sólo se transmite a través de un vidrio especial (Pyrex) y llega a la superficie de la tierra con muy baja intensidad. El tereftalato de polietileno (PET) presenta una buena transmitancia frente a la radiación UV-A, por lo que las botellas de PET, que son difundidas en gran parte del mundo, son adecuadas para su utilización con SODIS. Desde un punto de vista técnico, las botellas no son los recipientes más eficientes ya que presentan un área de exposición pequeña y una profundidad de agua relativamente alta (6-10 cm). Como consecuencia de esto, la relación área de exposición/volumen de agua es bastante baja, lo que significa que el agua no calentará hasta la mayor temperatura posible y la intensidad de radiación UV-A se verá muy reducida en la parte baja de la botella.^[9]

6.8.10.2 Bases del Método SODIS:

El sol irradia continuamente cantidades enormes de energía con longitudes de onda que cubren el rango ultravioleta, visible e infrarrojo. No toda la radiación solar que llega a las capas superiores de la atmósfera alcanza la superficie de nuestro planeta, la atmósfera terrestre actúa como un filtro selectivo de las diferentes componentes de la radiación solar en su trayectoria hacia la superficie terrestre; así mismo, la mayor parte de la radiación con un rango de longitudes de onda entre 200 y 300 nm es absorbida por la capa de ozono (O₃) en la atmósfera superior. La luz solar tiene un impacto directo sobre los microorganismos. La radiación UVA es directamente absorbida por la materia orgánica. Por otra parte, la radiación solar produce formas altamente reactivas del oxígeno, como radicales libres y peróxido de hidrógeno, los cuales a su vez eliminan a los microorganismos. Estos subproductos agresivos para los microorganismos son formas temporales producidas por la acción del sol en aguas oxigenadas, pero no tienen un efecto residual significativo una vez que la muestra haya sido removida del sol. Este proceso ha sido denominado "desinfección solar foto-oxidativa". Los microbios expuestos a los subproductos reactivos del oxígeno son oxidados durante el tratamiento. A nivel práctico, se puede aumentar la aireación y el contenido de oxígeno agitando el agua cruda vigorosamente antes de llenar las botellas; también se puede llenar la botella hasta la mitad, sacudirla fuertemente, y finalmente llenarla completamente antes de exponerla al sol; se logrará de esta manera favorecer la inactivación de los microorganismos por el método SODIS. Es particularmente importante proceder a tal aireación para aguas estancadas como las de lagunas, tanques de almacenamiento y pozos.^[4,14]

Las turbiedades elevadas reducen sustancialmente la penetración de la luz en el agua y por consecuencia reducen la eficiencia de desinfección por el método SODIS, para asegurar una desinfección suficiente y segura, el agua cruda debe tener una turbiedad baja (menor de 30 UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad).^[4,10,14]

La radiación ultravioleta disminuye con el aumento de la profundidad del agua. En una profundidad de 10 cm. y con una turbiedad moderada de 26 UNT, la radiación UV-A esta reducida a un 50%. La superficie inferior negra de las botellas o de las bolsas SODIS crea un gradiente de temperatura y facilita la circulación del agua por convección, mejorando al mismo tiempo la eficiencia de inactivación. En todos los casos, los contenedores utilizados para SODIS deberían ser lo más planos posible y con una profundidad del agua inferior a 10 cm., por tal razón las botellas deben ser expuestas a la radiación de una forma horizontal. Para determinar si el agua necesita ser filtrada previamente, se puede realizar una prueba muy simple para determinar aproximadamente la turbiedad: se pone la botella llena por encima de una figura determinada que puede ser el logotipo de la fundación SODIS y se mira a través de la botella desde arriba hacia abajo; se recomienda realizar la prueba bajo sombra, en una mesa para evitar interferencia de la luz. Si se puede leer las letras a través del agua, la turbiedad es menor a 30 UNT.^[4,10,14]

El método de tratamiento del agua SODIS es simple de aplicar. Sin embargo se requiere una intensa y cuidadosa capacitación de los usuarios tanto en la introducción de SODIS como en su manejo cotidiano para que puedan beneficiarse completamente del método. Hay muchas maneras de exponer las botellas de agua al sol. Por ejemplo los usuarios a menudo no son conscientes que el lugar donde se exponen las botellas debe recibir sol directo durante unas 4-5 horas, además se pueden observar ciertos errores en los cuales las botellas son expuestas al sol en la mañana, sin embargo después de unas dos horas, la sombra de unos árboles o de la casa le da al lugar donde se encuentran expuestas las botellas. También se observa que mucha gente pone sus botellas sobre una silla, después de un cierto tiempo, el respaldo de la silla le da sombra a las botellas interfiriendo con la efectividad del método.^[4,13]

Para la implementación de SODIS se recomienda utilizar botellas de plástico transparente hechas de tereftalato de polietileno (PET) o cloruro de polivinilo (PVC) por que no contienen sustancias peligrosas para la salud humana; en cambio si se utilizan botellas de vidrio se necesitan botellas cuyo material presente

una buena transmisión de la luz ultravioleta. Las botellas de plástico están hechas de PET o PVC, ambos contienen aditivos químicos, como estabilizantes frente a la radiación UV para proteger las botellas y a su contenido de la oxidación y la radiación UV. En el PET, los aditivos son utilizados en concentraciones mucho más bajas que en el PVC (menos del 1% para el PET), lo que hace al PET más adecuado para el tratamiento con el método SODIS.

Tipos de enfermedades reducidas por SODIS:

SODIS afecta a los patógenos presentes en el agua potable y, de esta manera, reduce la ocurrencia de enfermedades entéricas causadas por los siguientes patógenos: ^[13,14]

- Diarrea infecciosa: infecciones bacterianas con *Escherichia coli* enteropatógena.
- Disentería: diarreas acuosas de infecciones bacterianas con salmonella o shigellas
- Infecciones con parásitos de *Giardia lamblia* o *Entamoeba histolitica* (amebiasis).

En el cuadro 2 se presenta la termorresistencia de los patógenos según el tiempo de exposición a la radiación solar.

Cuadro 2. Termo resistencia de los patógenos

Microorganismo	T° para 100% de destrucción		
	1 minuto	6 minutos	60 minutos
Enterovirus			62° C
Rotavirus	(63° C por 30 minutos)		
Coliformes fecales	(a 80° C destrucción completa)		
Salmonellas	-	62° C	58° C
Shigella	-	61° C	54° C

Vibrio cholerae	-	-	45° C
Quiste de <i>E. histolytica</i>	57° C	54° C	50° C
Quiste de <i>Giardia Lamblia</i>	57° C	54° C	50° C
Huevos de lombrices <i>Ascaris Lumbricoides</i> y larvas	-	62 ° C	51° C
Huevos de ascaris	68° C	62° C	57° C
Huevos de chistosomas	60° C	55° C	50° C
Huevos de tenias	65° C	57° C	51° C

[9,13]

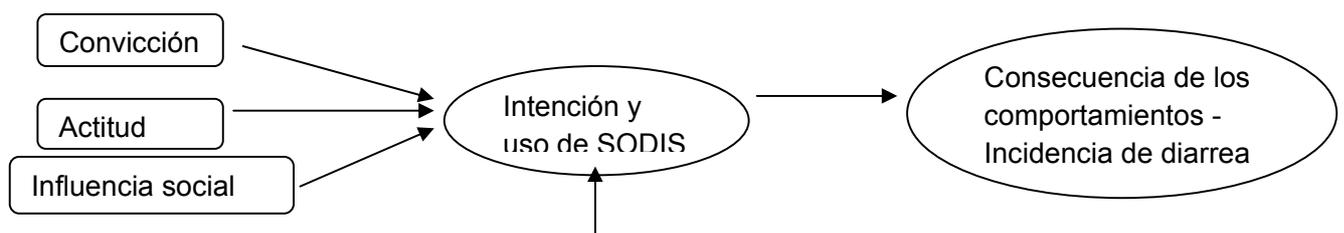
Principales parámetros que influyen en el proceso de desinfección solar:

- a) Turbiedad del agua:** Es utilizado como parámetro para caracterizar las propiedades óptimas de los líquidos. Estos contienen partículas suspendidas que provocan desviación y absorción de la luz. En consecuencia la turbiedad alta disminuye la eficacia de SODIS. Se recomienda una turbiedad <30 UNT para asegurar una desinfección suficiente y segura.^[10]
- b) Profundidad de la capa de agua:** La radiación UV-A disminuye con el aumento de la profundidad del agua. Los contenedores de SODIS debe ser lo más planos posible y con una profundidad de agua <10 cm.^[10]
- c) Oxígeno disuelto:** La radiación solar produce formas altamente reactivas y agresivas del oxígeno, como radicales libres y peróxido de hidrógeno, los cuales a su vez actúan como agentes desinfectantes.^[10]
- d) Tipo de envase:** El envase recomendado es de plástico tipo PET (tereftalato de polietileno), que contiene un aditivo químico como estabilizante frente a la radiación UV.^[10]

Pasos para la aplicación de SODIS:^[10]

1. Seleccionar botellas plásticas transparentes de 1,1.5, 2 o 3 litros, que tenga tapón y esté en buen estado.
2. Elegir un lugar en la casa para poner las botellas, preferiblemente en el techo y en las láminas de zinc, donde haya exposición a la luz solar todo el día y que esté al alcance de la familia.
3. Antes de exponerlas al sol, lavar bien las botellas con agua limpia y jabón o detergente, si tienen envoltura de papel o sello quitarlos.
4. Colar el agua con manta o trapo limpio y si está revuelta dejarla asentar primero.
5. Llenar las botellas hasta las tres cuartas partes y agitarlas varias veces para oxigenarlas.
6. Colocar las botellas en el sitio seleccionado donde reciban el sol durante todo el día.
7. Asegurar que las botellas estén recostadas para que les dé el sol completamente. Retirar las botellas cuando el sol se oculte o a la mañana siguiente y poner otras botellas, repitiendo los mismos pasos.
8. Utilizar un vaso limpio para beber el agua, al tomar y dejarlo tapada, pues se puede contaminar nuevamente.

Factores que influyen en el uso de SODIS:



[12]

Factores externos

Forma de almacenamiento del agua tratada con el método SODIS para evitar la contaminación secundaria del agua:

Una buena forma para evitar la contaminación secundaria del agua tratada con el método SODIS consiste en almacenar el agua en la misma botella y beberla directamente de ella.^[15]

VII. DISEÑO METODOLOGICO

7.1 Tipo de estudio:

Es un estudio de intervención comunitaria.

Este estudio consiste en la introducción de una tecnología de desinfección del agua para consumo humano, en la cual se expone el agua a las radiaciones solares, comparando el comportamiento de las enfermedades diarreicas antes y después de la aplicación de ésta. Se realizó en 3 fases, en la primera fase previo a la implementación de SODIS se valoró la incidencia de diarreas en el área de estudio, en la segunda fase durante la aplicación del método se hizo seguimiento de las familias que aplicaron el método y la tercera fase se valoró el impacto en la disminución de enfermedades diarreicas.

7.2 Área de estudio:

El estudio fue aplicado en la comunidad Gracias a Dios del municipio de Telica departamento de León. Esta comunidad consta de 50 familias, 48 casas, para un total de 224 habitantes, se abastecen de agua únicamente mediante la extracción manual y con bomba de los 32 pozos con los que cuenta, hay contabilizadas 29 letrinas.

7.3 Población de estudio:

Se incluyeron en el estudio aquellas familias que aceptaron voluntariamente aplicar el método SODIS para la desinfección del agua en el hogar, luego de haberles capacitado sobre el uso del método SODIS, se agregaron al estudio voluntariamente 22 familias para un total de 92 personas. Se utilizó como grupo de comparación las familias que no quisieron aplicar el método SODIS, equivalente a 23 familias para un total de 114 personas.

7.4 Periodo de estudio:

El estudio fue aplicado durante los meses de julio a septiembre del año 2009.

7.5 Fuente de información:

La fuente de información es primaria, ya que se obtuvo datos proporcionados directamente por las familias que aplicaron el método, así como de aquellas familias de comparación, del líder comunitario y se obtuvo muestra directa de los pozos durante el periodo de estudio para el recuento de coliformes.

7.6 Instrumentos de recolección de información:

Se elaboró una encuesta de línea de base (Anexo 1) y monitoreo (Anexo 2), fichas de control para el seguimiento familiar y comunitario, encuesta dirigida a los hogares que utilizan SODIS (Anexo 3), evaluación del uso de SODIS (Anexo 4) y encuesta dirigida a los hogares de comparación (Anexo 5) en los cuales se valoró el grado de participación comunitaria, control de la técnica y el uso efectivo de SODIS.

7.7 Proceso de recolección de información y de las muestras de agua:

Se le solicitó apoyo al centro de aguas de la Facultad de Ciencias de UNAN-León dirigido por el Dr. Octavio Guevara, para realizar los análisis bacteriológicos mínimos del agua del 56.2% de los pozos y de los recipientes que contenían el

agua después de la aplicación del método SODIS, con el fin de medir los niveles de contaminación con coliformes fecales y otro tipo de bacterias.

Recolección de las muestras: Se tomaron muestras de agua de 18 pozos y 18 muestras de agua desinfectada con el método SODIS, pertenecientes a las familias usuarias del método, tanto de las que habían iniciado SODIS antes del estudio como de las que decidieron agregarse durante el mismo. Se tomó muestra sólo de las botellas que hayan estado expuestas al sol por al menos 6 horas y que no la hubiesen abierto antes. Las muestras se tomaron en frascos de 10 cm de longitud y 6 cm de ancho previamente esterilizados y etiquetados, protegidos con papel aluminio, se sacaron del termo con hielo, el nivel del agua fue de 2-3 cm antes del borde del frasco. En el caso de los pozos de bomba eléctrica se dejó 5 minutos abierta la llave antes de la toma de la muestra, una vez tomada la muestra se le colocó nuevamente el papel de aluminio, se guardó en el termo con hielo y se transportó al laboratorio antes de las 24 horas para su análisis.

Se realizó encuesta línea de base y monitoreo relacionados a aspectos sobre saneamiento básico y lavados de manos.

Para la determinación de la situación de salud de la comunidad en relación a la incidencia de enfermedades diarreicas se realizó una encuesta a la comunidad en general sobre la aparición de diarrea en los miembros de la familia durante los últimos 3 meses previo al estudio, basado en el recuerdo de los jefes de familia.

A las familias que aceptaron aplicar el método SODIS se les aplicó seguimiento semanal en el cual se valoró si estaban aplicando adecuadamente los pasos para aplicar SODIS, si hacen manejo correcto del agua tratada con SODIS y se registró por mes si se presentó o no casos de diarrea en dichas familias. El registro también se realizó a las familias que no aplicaron el método SODIS con el fin de tener un grupo de comparación. Después de haber aplicado el método SODIS durante el periodo establecido se realizó una encuesta y se registró por mes la incidencia de enfermedades diarreicas por grupo de edad tanto para las familias que estaban aplicando el método SODIS como las familias de comparación.

Cuantificación de la población bacteriana en las muestras de agua:

El análisis de las muestras de agua se realizó en el laboratorio El Ojoche, que pertenece a Facultad de Ciencias Tecnología de la UNAN-León. Las muestras fueron analizadas en el transcurso de menos de 24 horas después de su recolección.

Cada una de las muestras fue sacudida vigorosamente e invertida varias veces a fin de suspender de manera homogénea las bacterias en la muestra de agua.

Se prepararon tubos con 5 ml de caldo Mac Conkey (Anexo 6) y se preparó el ensayo con 3 concentraciones diferentes de cada una de las muestras (10 ml, 1 ml y 0,1 ml), y se incuban durante 24 o 48 hs. a 35- 45 °C. Se observa si las bacterias producen gas, para lo que se coloca una campana de Durham en el interior de los tubos. El conteo de los coliformes se hace mediante la técnica del número más probable (NMP), el cual es explicado en el Anexo 7. En el Anexo 8 se presenta copia del reporte de resultados de los ensayos.

7.8 Procesamiento, análisis y presentación de datos:

Para el procesamiento de la información se realizó una base de datos en el paquete estadístico de análisis de SPSS 15.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA). Las características socio-demográficas de los encuestados y datos relacionados a las características familiares fueron analizadas individualmente y presentadas en tablas de frecuencias.

Después de obtener los resultados del análisis bacteriológico del agua se determinó la clasificación del agua según el nivel de riesgo, tanto en las muestras tomadas de los pozos como de los recipientes que contenían agua tratada con el método SODIS. Se realizó una tabla de distribución de frecuencias de la incidencia de las diarreas por mes de las familias usuarias del método SODIS así como en las familias de comparación. Se valoró la eficacia del método SODIS mediante indicadores que relacionan la remoción de los coliformes totales y fecales y el tiempo de exposición al sol de las muestras de los pozos

presentándose mediante figuras y se presentó en una tabla de comparación la disminución de enfermedades diarreicas antes y después del periodo de aplicación del estudio.

7.9 Operacionalización de las variables:

Variable	Procedimiento	Valor
Características socio-demográficas: Son atribuciones peculiares de una persona que la distingue de otro individuo, relacionadas a las circunstancias sociales y demográficas.	Edad: años transcurridos desde su nacimiento hasta la fecha del estudio.	Edad en años
	Sexo: conjunto de caracteres que distinguen al hombre de la mujer.	Masculino Femenino
	Rango familiar: lugar que ocupa en la familia.	Mamá Papá Abuelo(a) Hijo >18 años Otra persona.
	Nivel de escolaridad: Categoría de estudios cumplidos.	Ninguno Primaria completa Primaria incompleta Secundaria completa Secundaria incompleta Universidad
	Ocupación: El trabajo que el encuestado desempeñe al momento de la encuesta.	Estudiante Profesional Ama de casa Obrero otros

Variable	Procedimiento	Valor
<p>Clasificación del agua según el nivel de riesgo: Escala que determina el nivel de contaminación del agua con coliformes fecales.</p>	<p>Se realizó análisis bacteriológico mínimo de las muestras de agua y se cultivaron utilizando el medio McConkey, con una temperatura de 35°C a 45°C durante 24-48 horas, después de lo cual se midió el crecimiento de coliformes fecales y otras bacterias.</p>	<p>Nivel A (ningún riesgo): 0 UFC/100ml. Nivel B (riesgo bajo): 1-10 UFC/100ml. Nivel C (riesgo intermedio): 11-100 UFC/100ml. Nivel D (alto riesgo): 101-1000 UFC/100ml Nivel E (riesgo muy alto): >1000 UFC/100ml</p>
<p>Incidencia de enfermedades diarreicas antes del uso del método SODIS: Aparición de casos nuevos de diarrea en los últimos 3 meses previos a la encuesta</p>	<p>Mediante la encuesta se obtuvieron los casos nuevos de diarreas que aparecieron los 3 meses previos a la implementación del método SODIS, en la población en general.</p>	<p>Casos nuevos de la enfermedad en el periodo de tiempo establecido</p>
<p>Comportamiento de las enfermedades diarreicas: Tendencia de las enfermedades diarreicas durante el periodo de observación.</p>	<p>Se registró en la encuesta línea de base la incidencia de diarrea previa al inicio del estudio comparándolo con la incidencia inmediatamente posterior al mismo.</p>	<p>Ascendente. Descendente.</p>
<p>Aplicación del método SODIS:</p>	<p>Se llenó una ficha de seguimiento familiar, para</p>	<p>Horas de exposición al sol:</p>

Variable	Procedimiento	Valor
Uso de la energía solar para la desinfección del agua de consumo humano.	valorar el uso del método, así como el tiempo transcurrido desde que las botellas se exponen al sol hasta la hora de retirarlas.	<6 horas ≥ 6 horas
Manejo adecuado del agua: Conjunto de medidas que se toman para evitar que el agua desinfectada mediante SODIS se vuelva a contaminar.	Se valoró el cumplimiento de las medidas del manejo adecuado del agua, mediante el llenado de la encuesta y la observación. Lavado de las manos antes de manipular el agua. Si utiliza trastes limpios para transportar , extraer o tomar el agua tratada Pone la tapa al recipiente después de sacar el agua.	Adecuado Inadecuado

Variable	Procedimiento	Valor
<p>Efectividad del método SODIS para el control de enfermedades diarreicas:</p> <p>Capacidad intrínseca que tiene el método para modificar favorablemente la incidencia de la diarrea y la conveniencia para la población (manejo y costos económicos)</p> <p>Indicadores de eficacia del método para remover coliformes fecales y totales</p>	<p>Comparación del comportamiento de las enfermedades diarreicas antes y después de la aplicación del estudio.</p> <p>Contabilización de la concentración de coliformes fecales y totales en UFC/dl antes y después de la desinfección.</p> <p>Tiempo de exposición al sol y el porcentaje de remoción de coliformes totales y fecales de las muestras de pozo</p>	<p>Incidencia de diarrea</p> <p>Características de la diarrea.</p> <p>El tiempo en horas de exposición al sol y el porcentaje de remoción de coliformes totales y fecales.</p> <p>Inconvenientes con el uso del método.</p>

VIII. RESULTADOS

8.1 Resultados de la línea base:

8.1.1 Datos generales

Se encuestó a 45 representantes de familias de la comunidad Gracias a Dios en el Municipio de Telica. Las 45 familias estudiadas comprenden un total de 196 personas. Predominaron las familias de tamaño medianas con un 51.1%. Del total de familias encuestadas, el 82.3% no aplicaban el método SODIS antes del inicio del estudio. El rango de edad de los entrevistados fue de 17 a 87 años, la mayoría de los encuestados (62.2%) tenían entre 26 a 56 años de edad, el 13.3% tenían de 57 años o más (Tabla 1).

Tabla 1. Datos generales de las familias encuestadas en la comunidad Gracias a Dios, Telica. 2009

Generalidades	Número de familias	%
Edad del entrevistado(a)		
<= 25	11	24.4
26 – 56	28	62.2
57+	6	13.3
Total	45	100.0
Número de personas por familia		
1-3	16	35.6
4-6	23	51.1
7 a más	6	13.3
Total	45	100.0
Según aplicación de SODIS		
Aplican	8	17.8
No aplican	37	82.2
Total	45	100.0

Fuente: Encuesta línea de base

8.1.2 Percepción de los encuestados sobre la calidad del agua y aplicación de los métodos de desinfección del agua de consumo humano:

En relación sobre la consideración de la calidad del agua de consumo la mayoría (68.9%) consideraron el agua que toman como buena, el 17.8% la consideraron regular y solamente el 13.3% consideran que el agua es de mala calidad (tabla 2).

Tabla 2. Distribución de las familias según sus valoraciones sobre la calidad del agua que consumen de la comunidad Gracias a Dios, Telica 2009

Consideración sobre la Calidad del agua	Número de familias	%
Consideración sobre la calidad del agua		

que toman		
Buena	31	68.9
Regular	8	17.8
Mala	6	13.3
Total	45	100.0

Fuente: Encuesta línea de base

El 48.8% de los encuestados reportaron la cloración como método de tratamiento habitual del agua de consumo, el 17.8% la desinfectan con el método SODIS, el 8.9% la hierven y ninguno la filtran. En cuanto al uso que le dan al agua almacenada el 100% la utilizan para beber, el 88.9% para cocinar, el 77.8% para lavar los trastes o la limpieza del hogar, el 75.6% para lavar ropa o para higiene personal (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de las familias según los métodos de desinfección que utilizan, comunidad Gracias a Dios, Telica 2009

Métodos de desinfección	n	%
La cloran	22	48.9
Desinfectan con el método SODIS	8	17.8
La hierven	4	8.9
La filtran	0	0
Ninguno	11	24.4
Total	45	100

Fuente: Encuesta línea de base

En la tabla 4 se observa que el 55.6% de las familias almacena el agua en balde o bidón de plástico, el 11.1% en balde y tinaja, 8.9% en tinaja y otro recipiente. El 95.6% mantiene cerrado el recipiente, el 57.8% de las familias no tienen limpio el recipiente por dentro y por fuera, el 86.7% el recipiente está situado sobre una mesa o banco.

En cuanto a la manipulación del agua de consumo: De las 41 familias que hacen uso de balde, tinaja u otro recipiente, el 73.2% utiliza un cucharón o pocillo para sacar el agua, el 58.5% de los pocillos o cucharones utilizados están limpios, el 90.2% tiene las manos limpias antes de sacar el agua, el 78% pone la tapa al recipiente después de sacar el agua, el 80.5% guarda adecuadamente los recipientes utilizados.

8.1.3 En relación al cumplimiento de las medidas higiénicas sanitarias de las familias encuestadas:

El 60.0% almacena inadecuadamente el agua de consumo. Por otra parte el 71.1% manipula inadecuadamente el agua de consumo, mientras que el 28.9% si lo hace adecuadamente.

Tabla 4. Porcentaje de familias con determinadas formas de almacenamiento del agua de consumo en la comunidad Gracias a Dios, Telica 2009

Utensilios en que almacena el agua	n	%
Balde o bidón	25	55.6
Balde y tinaja	5	11.1
Tinaja y otro tipo de recipiente	4	8.9
Botella	2	4.4
Tinaja u olla	1	2.2
Balde y otro recipiente	1	2.2
Bidón con llave y botella	1	2.2
Balde, bidón con llave, filtro con su recipiente y tinaja	1	2.2
Balde y bidón con llave	1	2.2
Balde y botella	1	2.2
Bidón con llave y tinaja	1	2.2
Otro	2	4.4
Total	45	100.0

Fuente: Encuesta línea de base

8.1.4 En cuanto al momento en que se lava las manos:

Podemos observar en la tabla 5 que más del 90% se lavan las manos después de ir a la letrina y antes de comer, pero en cambio solo un 33.3% lo hace antes de dar de comer a los niños/as.

8.1.5 En cuanto a la aplicación de la técnica de lavados de manos:

El 100% utilizan agua limpia y jabón, el 64.4% se frota las manos al menos 3 veces cada vez, solamente el 8.9% se seca las manos con toalla o trapo limpio. El momento en que se lavan las manos es adecuado en un 80% de los encuestados, pero solamente 8.9% aplican adecuadamente la técnica de lavado de manos.

Tabla 5. Aspectos sobre el lavado de manos de las personas encuestadas, en comunidad Gracias a Dios, Telica. 2009

Aspectos sobre el lavado de manos	Si	%	No	%
Momento en que se lava las manos				
Después de ir a la letrina	44	97.8	1	2.2
Después de limpiar a los niños/as	18	40.0	27	60.0
Antes de comer	41	91.1	4	8.9
Antes de preparar y repartir los alimentos	38	84.4	7	15.6
Antes de dar de comer a los niños/as	15	33.3	30	66.7
Aplicación de la técnica de lavado de manos				
Utiliza agua limpia	45	100.0	0	.0
Utiliza jabón o ceniza	45	100.0	0	.0
Se frota las manos al menos 3 veces cada vez	29	64.4	16	35.6
Se seca con toalla o trapo limpio	4	8.9	41	91.1
Se niega al lavado de manos	0	.0	45	100.0

Fuente: Encuesta línea de base

8.1.6 Análisis de la calidad del agua

En la Tabla 6 se presentan las concentraciones de coliformes totales y fecales encontradas en las muestra de agua de 18 pozos de las familias participantes, previo a la aplicación del método de desinfección del agua. Se observa que la media de la concentración de coliformes fecales es de 354 UFC/100ml lo que representa una concentración 3 veces menor que las coliformes totales.

Tabla 6. Concentración de coliformes totales y coliformes fecales en muestras de agua de 18 pozos de la comunidad Gracias a Dios Telica 2009, antes de la desinfección con SODIS

	Media ± SE	Rango
Coliformes totales (UFC/100ml)	1139 ± 1168	100-4500
Coliformes fecales (UFC/100ml)	354 ± 443	0-1800

Fuente: Resultado de los análisis microbiológicos mínimos de 18 pozos

En la Tabla 7 se observa que solamente un 16.7% de las muestras de agua pozo fueron clasificadas en la categoría de ningún riesgo, estando la mayoría (83.3%) entre intermedio a muy alto. En relación a las normas CAPRE, las muestras de los pozos, se encuentran en un 83.3% en la categoría de agua no bebible o no apta para el consumo humano según la cantidad de coliformes fecales (UFC/100ml) y en un 100% en base a los coliformes totales.

Tabla 7. Distribución de 18 muestras de agua de pozo según niveles de riesgo y según las normas de potabilidad (CAPRE) en la comunidad Gracias a Dios, Telica 2009

Niveles de riesgo	Valor de referencia UFC/100ml	n	%
Ninguno	0	3	16.7
Bajo	1-10	0	.0
Intermedio	11-100	5	27.7
Alto	101-1000	9	50.0
Muy alto	>1000	1	5.6
Total		18	100.0
Potabilidad		n	%
De acuerdo al número de coliformes fecales (bebible= 0 ufc/100ml)*			
Potable		3	16.7
No potable		15	83.3
Total		18	100.0
De acuerdo al número de coliformes totales (bebible ≤ 4 ufc/100ml)*			
Potable		0	0
No potable		18	100.0
Total		18	100.0

Fuente: Resultado de los análisis microbiológicos mínimos de 18 pozos. *Normas CAPRE

8.1.7 Incidencia de enfermedades diarreicas:

En la Tabla 8 se presentan los datos sobre la incidencia de diarrea en las familias en estudio. Diez de las familias (22.2%), reportaron casos de Síndrome Diarreico Agudo (SDA) en los 3 meses previos a la implementación del estudio, para un total de 15 casos (7.6% de la población), presentando 3 casos en una familia, 4 casos en otra, y un caso en 8 familias.

Tabla 8. Distribución de las familias según los casos reportados por familia, en la comunidad Gracias a Dios, Telica 2009

Cantidad personas que presentaron diarrea, por familia	Número de familias	%
0	35	77.8
1	8	17.8
3	1	2.2
4	1	2.2
Total de familias	45	100.0

Fuente: Encuesta línea de base.

En cuanto a la edad de las personas que se enfermaron, el 40% eran menores de 5 años de edad, 26.6% de 6 a 12 años de edad, 26.6% adultos o jóvenes, y en menor cantidad ancianos con 6.8% (Tabla 9).

Tabla 9. Distribución de los casos según grupo de edades afectadas, en la comunidad Gracias a Dios, Telica 2009

Grupo de edades afectadas	N casos	%
Menores de 5 años de edad	6	40.0
De 6 a 12 años de edad	4	26.6
13-64 años de edad	4	26.6
≥ 65 años de edad	1	6.8
Total de casos	15	100

Fuente: Encuesta línea de base

En cuanto al comportamiento de la incidencia del SDA en los 3 meses previos al estudio, no se reportó ningún caso proveniente de las 8 familias que estaba utilizando SODIS, un dato muy inferior comparado con las 37 familias que no utilizaban previamente SODIS, donde surgieron los 15 casos reportados (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de la incidencia de SDA en relación a la aplicación del método SODIS en los tres meses previos a la implementación del estudio

Casos por familia	Familias usuarias de SODIS	Familias de comparación	Total de casos
1	0	08	8
3	0	01	3
4	0	01	4
Total	8	10	15

Fuente: Encuesta línea de base

8.2 Resultados después de la intervención:

8.2.1 Datos generales

En la Tabla 11 se presentan los datos sociodemográficos de las familias participantes. En las familias usuarias de SODIS, la edad más prevalente de los encuestados fue de 40 a 60 años (54.5%), en cambio en las familias de comparación fue de 19 a 39 años, con un 73.9%. El sexo femenino fue el más frecuente (86.4%) en las familias usuarias de SODIS. La mayoría son familias medianas (de 4 a 6 miembros) tanto para familias usuarias de SODIS como en las de comparación, pero con más frecuencia en las primeras.

La mayoría son amas de casa (63.8% de los las 36 mujeres encuestadas), el 31.8% (7 de los 22 encuestados) de las familias usuarias de SODIS no concluyeron la primaria, en cambio 30.4% (7 de los 23 encuestados) de las familias de comparación no concluyeron la secundaria.

En cuanto al uso del método SODIS: el 100% de las familias usuarias de SODIS, manifiestan tener confianza, sin embargo el 18% admiten haberle aplicado cloro al agua después del tratamiento con el método SODIS. La mayoría (77%) de las familias usuarias de SODIS, guarda el agua desinfectada en las mismas botellas utilizadas para exponerlas al sol. La mayoría refiere que toma el agua toda la familia (90.9%), la toman siempre el 95.5% y a veces, solamente el 4.5%.

Tabla 11. Características socio-demográficas de los encuestados usuarios de SODIS y encuestados de comparación, según encuesta final

Características sociodemográficas	Familias usuarias de SODIS	Familias de comparación
--	-----------------------------------	--------------------------------

Edad de los encuestados	n	%	n	%
19 a 39 años	7	31.8	17	73.9
40 a 60 años	12	54.6	4	17.4
mayor de 60 años	3	13.6	2	8.7
Total	22	100.0	23	100.0
Sexo				
Femenino	19	86.4	17	73.9
Masculino	3	13.6	6	26.1
Total	22	100.0	23	100.0
Cantidad de personas por familia				
1 a 3	7	31.8	7	30.5
4 a 6	14	63.6	11	47.8
7 a más	1	4.6	5	21.7
Total	22	100.0	23	100.0

Fuente: Encuestas dirigidas a las familias usuarias de SODIS y las familias de comparación posterior a la implementación del estudio.

8.2.2 Análisis de la calidad del agua

En la Tabla 12 se presentan las concentraciones de coliformes totales y fecales encontradas en las muestras de agua de 18 botellas después de la desinfección con el método SODIS. Se observa que la concentración media de coliformes fecales fue de 36 UFC/100 ml que representa una concentración 3 veces menor que las coliformes totales de las cuales se encontró una media de 101 UFC/100ml. La concentración de coliformes totales fue 11 veces menor en las botellas respecto a la encontrada en las muestras de pozo, así mismo, la concentración de coliformes fecales fue 9.8 veces menor en las botellas.

Tabla 12. Concentración de coliformes totales y coliformes fecales en muestras de agua de 18 botellas desinfectadas con el método SODIS

	Media ± SE	Rango
Coliformes totales (UFC/100ml)	101 ± 134	0-400
Coliformes fecales (UFC/100ml)	36 ± 72	0-200

Fuente: Resultado de los análisis microbiológicos mínimos de 18 botellas SODIS

En la Tabla 13 se presentan los niveles de riesgo para el agua de consumo, según la norma CAPRE y la cantidad de coliformes fecales. Se aprecia que la mayoría (77.8%) de las muestras de las botellas SODIS, se encuentran en la categoría de ningún riesgo según la concentración de coliformes fecales y aptas para consumo humano según normas CAPRE.

Tabla 13. Nivel de riesgo para el agua de consumo humano según la cantidad de coliformes fecales y según las normas CAPRE, en el agua de 18 botellas desinfectadas con el método SODIS, en la comunidad Gracias a Dios, Telica 2009

Niveles de riesgo	Valor de referencia UFC/100ml	n	%
Ninguno	0	14	77.8
Bajo	1-10	0	.0
Intermedio	11-100	1	5.6
Alto	101-1000	3	16.6
Muy alto	>1000	0	.0
Total		18	100.0
Potabilidad			
De acuerdo al número de coliformes fecales (bebible= 0 ufc/100ml)*			
Potable		14	77.8
No potable		4	22.2
Total		18	100.0
De acuerdo al número de coliformes totales (bebible ≤ 4 ufc/100ml)*			
Potable		10	55.6
No potable		8	44.4
Total		18	100.0

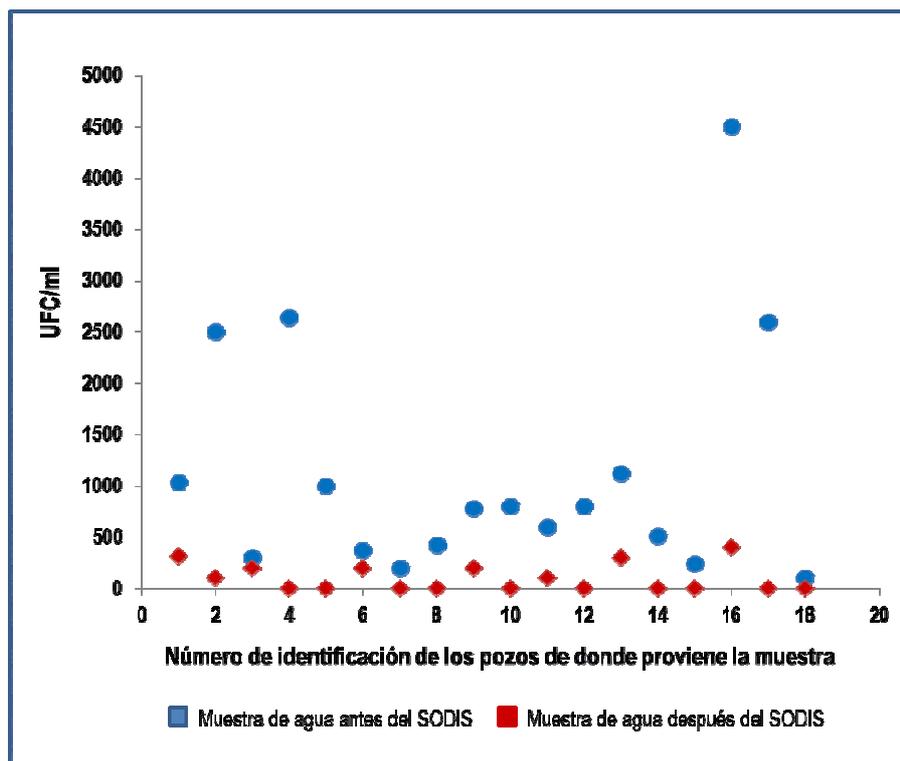
Fuente: Resultado de los análisis microbiológicos mínimos de 18 botellas SODIS. *Normas CAPRE

8.2.3 Indicadores de eficacia del método SODIS:

En la Figura 1 se presenta la calidad del agua, utilizando como indicador el número de colonias de coliformes totales. Se observa que antes de la desinfección, la mayoría (12 muestras) de coliformes totales se encontraban por encima de 500 UFC/dl, con el uso de SODIS la mayoría (9 muestras) mostraron

una remoción del 100% de la concentración de coliformes totales y la totalidad de las muestras presentan una concentración por debajo de 500 UFC/dl.

Figura 1. Contaminación por bacterias coliformes totales como indicador de la calidad del agua antes y después de la desinfección por el método SODIS, en la comunidad Gracias a Dios, Telica 2009

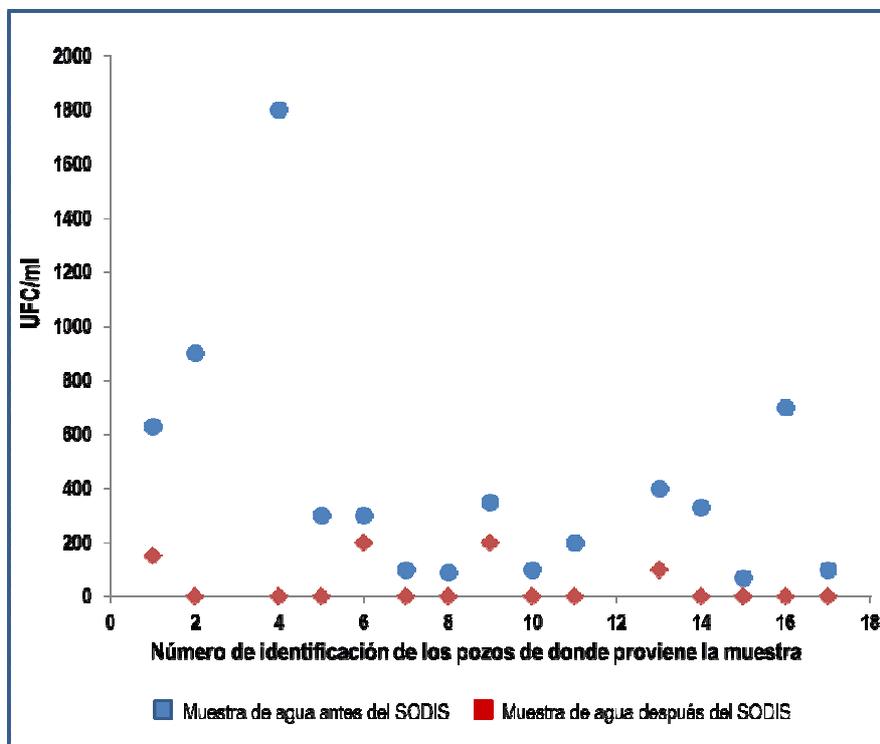


Fuente: Resultado de los análisis microbiológicos mínimos de las botellas SODIS

En la Figura 2, se presenta la calidad del agua, utilizando como indicador el número de colonias de coliformes fecales, el que se considera el indicador más importante de la calidad del agua. Se observa que la mayoría de las muestras (10 muestras) tenían una concentración entre 500 a 1000 UFC/dl y después del uso del método hubo una desinfección del 100% en 11 de las muestras y en todas las muestras los niveles están por debajo de 200 UFC.

Figura 2. Contaminación por bacterias coliformes fecales como indicador de la calidad del agua antes y después de la

desinfección por el método SODIS, en la comunidad Gracias a Dios, Telica 2009

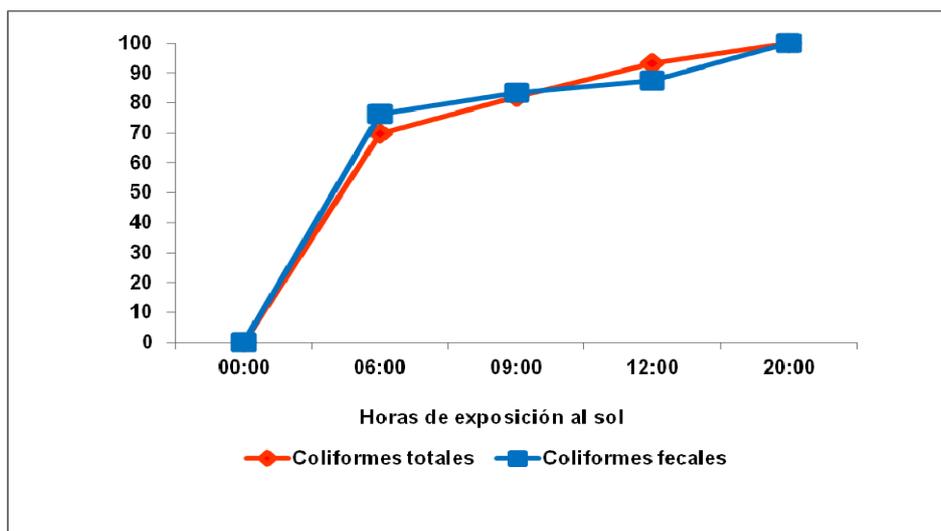


Fuente: Resultado de los análisis microbiológicos mínimos de las botellas SODIS

En la Figura 3 se observa que el método SODIS fue más eficaz, para remover en su mayoría los coliformes fecales (el 100%) que las totales, cuando se exponen más de 8 horas al sol, por tanto mientras más tiempo se exponen aumenta el porcentaje de remoción.

El nivel de eficacia del método SODIS fue de >99.9% para remover tanto coliformes totales como fecales en la mayoría de las muestras tomadas (12 muestras de coliformes fecales y 9 de coliformes totales, de 18 muestras), siendo más eficaz para remover coliformes fecales, mientras que presentó una eficacia <90% para remover coliformes totales (7 de 18 muestras).

Figura 3. Porcentaje de remoción de coliformes totales y fecales según el tiempo de exposición de 18 muestras de botellas SODIS, en la comunidad Gracias a Dios, Telica 2009

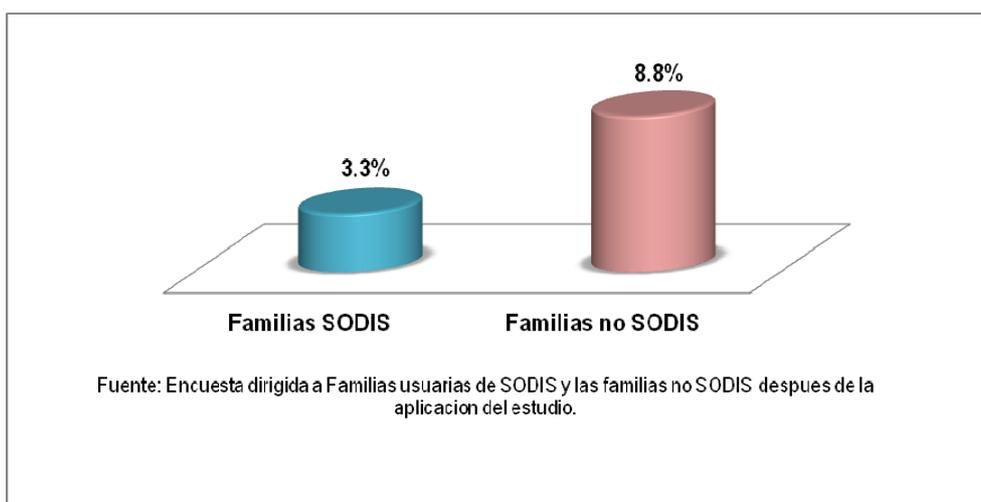


Fuente: Resultado de los análisis microbiológicos mínimos de las botellas SODIS

8.2.4 Incidencia de enfermedades diarreicas:

En la Figura 4 se observa que la tasa de incidencia en el grupo de comparación, no usuario de SODIS fue de 8.8%, tres veces mayor que en las familias SODIS los cuales presentaron una tasa de 3.3%.

Figura 4. Comparación de las tasas de incidencia de SDA de las familias usuarias de SODIS y de las familias no SODIS, de la comunidad Gracias a Dios, Telica 2009, después de la intervención.



En la Tabla 14 se refleja que se presentaron 3 casos de diarrea en las familias usuarias de SODIS, un caso en julio y 2 en septiembre, mientras que en las

familias de comparación se presentaron 7 casos más, 5 casos en julio, 2 casos en agosto y 3 en septiembre, observándose mayor cantidad de casos durante y después del periodo de lluvia en julio, siendo más prevalente en el grupo de comparación (no usuaria de SODIS).

Hay menor cantidad de familias afectadas en el grupo SODIS (2 de 22 familias), y mayor proporción de personas enfermas por familia en el grupo de comparación (hasta 4 casos en una misma familia).

En el grupo SODIS no hay diferencia en cuanto al grupo de edad más afectado, mientras que en el grupo de comparación los jóvenes o adultos son los más afectados (70.0%), seguidos de los menores de 5 años (20.0%). El 76.9% de los casos de SDA posterior al estudio provienen de las familias no usuarias de SODIS.

Tabla 14. Distribución de los casos de diarrea en las familias usuarias de SODIS y en las familias de comparación, en la comunidad Gracias a Dios, 2009, según la cantidad de enfermos por familia y por grupos de edades

	Familias usuarias de sodis		Familias de comparación	
	n	%	n	%
No. De personas que enfermaron de diarrea, por familia				
0	20	90.8	18	78.3
1	1	4.6	2	8.7
2	1	4.6	2	8.7
4	0	0	1	4.3
Total	22	100.0	23	100.0
Distribución por edad de los casos de diarrea				
Niño/a menor de 5 años de edad	1	33.3	2	20.0
de 6 a 12 años de edad	1	33.3	1	10.0
13-64 años de edad	0	0	7	70.0
≥ 65 años	1	33.3	0	0
Total	3	100.0	10	100.0

Fuente: Encuestas dirigidas a las familias usuarias de SODIS y las familias de comparación posterior a la implementación del estudio.

En la Tabla 15 se observa que la duración del episodio de diarrea es mayor en las familias de comparación (4 días), mientras que las familias usuarias de SODIS

fueron de 2 días. La máxima frecuencia de las deposiciones diarreas al día se presentó en las familias de comparación, **no SODIS** (7 veces al día), mientras que **en las familias SODIS** fue menor (4 días). En la familia usuarias de SODIS ninguno presentó fiebre asociada a la diarrea, mientras en las familias de comparación, se presentó en el 90% de los casos. En cuanto a la presencia de moco o sangre y fetidez en las heces, las familias usuarias de SODIS ninguno de los casos la presentaron, en cambio en las familias de comparación la mayoría refirieron (30% y 70% respectivamente).

Tabla 15. Comparación de las características del SDA en familias usuarias de SODIS y en las familias de comparación, de la comunidad Gracias a Dios, Telica 2009

Características del SDA	Familias usuarias de SODIS (3 casos)		Familias de comparación (10 casos)	
	n	%	n	%
Duración del episodio de diarrea				
2 días	3	100	5	50
4 días	0	0	5	50
Total	3	100	10	100
Frecuencia de deposiciones diarreas al día				
3 veces	0	0	2	20
4 veces	2	66.7	2	20
5 veces	1	33.3	2	20
7 veces	0	0	4	40
Total	3	100	10	100
Diarrea con fiebre				
Sí	0	0	9	90
No	3	100	1	10
Total	3	100	10	100
Diarrea con moco o sangre				
Sí	0	0	3	30
No	3	100	3	30
No sabe	0	0	4	40
	3	100	10	100
Heces fétidas				
Sí	0	0	7	70
No	3	100	3	30
Total	3	100	10	100

Fuente: Encuesta dirigida a familias usuarias de SODIS y a las familias de comparación

En la Tabla 16 se presenta la comparación entre el número de casos de diarrea entre las familias que utilizaron el método SODIS con las que no lo utilizaron. La comparación se realizó mediante la prueba chi cuadrado. No se encontró diferencia estadística entre los dos grupo ($p= 0.09$)

Tabla 16. Comparación de los casos de diarrea según uso del método SODIS en la comunidad Gracias a Dios, Telica. 2009, posterior a la aplicación del estudio.

Uso de SODIS	Síndrome diarreico agudo		
	Si	NO	Total
Familias sin SODIS	10	104	114
Familias usuarias de SODIS	3	89	92
Total	13	193	206

P= 0.09 mediante prueba de Chi cuadrado

Fuente: Encuesta dirigida a familias usuarias de SODIS y a las familias de comparación.

Todas las familias, manifestaron beneficios con el uso de SODIS, refiriendo como beneficio, menos enfermedades (72.7%), seguido de la menor contaminación del agua que consumen. La mayoría manifiesta (95.5%) que continuará usando SODIS. La mayoría (64%) no presentaron inconvenientes al usar SODIS. Los inconvenientes que manifestaron con mayor frecuencia fueron falta de botellas (22.7%) y otras como falta de tiempo, etc. (Tabla 17)

Tabla 17. Beneficios manifestados por las familias que utilizaron SODIS

Beneficios con el uso de SODIS	n	%
Menos enfermedades	16	72.7
Menos gastos	6	27.3
Menor contaminación del agua de consumo	13	59.1
Buena salud	13	59.1
Continuará usando el método SODIS	21	95.5

Fuente: Encuestas dirigidas a las familias SODIS

IX. DISCUSION DE RESULTADOS

En la Tabla 1 se observa que la mayoría de los encuestados (62.2%) tenían entre 26 a 36 años de edad, lo cual implica cierto grado de madurez y responsabilidad en las respuestas y razonamientos obtenidos en el momento del llenado de las encuestas.

La mayoría (51.1%) son familias medianas (de 4 a 6 miembros), esto tiene gran importancia, ya que mientras más grande es una familia más compleja son las relaciones entre los miembros y más variada la cultura familiar lo cual influye en la actitud y prácticas de salud en la familia, como por ejemplo en saneamiento básico familiar, normas de higiene, uso y manipulación del agua, en general la preservación de la salud familiar.

Al inicio del estudio la mayoría de la población no usaban ni tenían conocimiento del método SODIS (Tablas 1), esto refleja que es necesario educar a la población que no cuentan con un sistema seguro de agua acerca de las diferentes alternativas fáciles de aplicar, seguras y de bajo costo para mejorar la calidad del agua, como es el método SODIS.

La población en su mayoría (68.9%) consideran que el agua que toman es de buena calidad (Tabla 2), algunos expresaban porque viene de las raíces de la tierra, porque es agua de pozo y es más limpia que la de tubería, no tiene mal sabor y otros porque le aplican cloro, siendo éstas solamente el 48.9% de las encuestadas y solamente el 13.3% reconocen que el agua que toman es de mala calidad (Tabla 2), ya que según refieren a veces sale de mal sabor, tiene un olor raro o por que se han enfermado.

Todos reconocen a la cloración como un método para desinfectar el agua de consumo (Tabla 3) sin embargo solamente 48.9% lo aplican y han escuchado al menos el método SODIS un 37.8%, sin embargo, solamente el 17.8% lo utilizaban

antes del inicio del estudio, esto refleja la falta de interés, de disposición o de conciencia acerca de la importancia de tomar agua segura para disminuir las enfermedades transmitidas por el agua contaminada.

Son inadecuados el almacenamiento y manipulación del agua, en la mayoría de los encuestados, esto manifiesta descuido o falta de preocupación en tomar medidas para disminuir la contaminación secundaria del agua (Tabla 4). Se ha comprobado en otros estudios que el principal riesgo para la salud en relación con el almacenamiento doméstico del agua es el riesgo de su re-contaminación a través de prácticas de manipulación inadecuadas.^[14,15]

Solamente el 64.4% de las familias tienen letrina, mientras que solo el 2.2% practica el fecalismo al aire libre, esto implica el uso común de letrina por varias familias, agregado a esto está el mal mantenimiento de la letrina, lo cual aumenta el riesgo de transmisión de enfermedades entéricas.

El 35.6% de las familias encuestadas tienen niños menores de 5 años de edad, casi la mitad de las familias permiten que estos defequen al aire libre y solamente el 12.5% lo dejan al aire libre, a pesar que estos son pocos significan familias de alto riesgo para transmitir enfermedades diarreicas dentro del núcleo familiar como a sus vecinos, con afectación principal a los niños menores de 5 años.

La mayoría (80.0%) manifestó bien el momento recomendado para el lavado de manos, sin embargo, en la aplicación de la técnica del lavado de manos solamente el 8.9% la hacen adecuadamente, esto implica riesgo para la transmisión de enfermedades entéricas (Tabla 5). Se ha comprobado en estudios de la fundación SODIS, que el simple acto de lavarse las manos con agua y jabón muy bien puede reducir en un tercio la transmisión de diarrea. Tres hábitos de higiene son los que generan el mayor beneficio: lavarse las manos con agua y jabón, efectuar una disposición segura de las heces y manipular y almacenar agua en forma segura.^[14,15]

La media del recuento de coliformes totales y fecales son considerablemente mayores en las muestras de pozo, que en las muestras de botellas SODIS, este valores son importantes, ya que reflejan una contaminación mayor en la principal fuente de suministro de agua familiar y la necesidad de tomar medidas de desinfección, principalmente en aquellas familias que no le dan ningún tratamiento al agua (26.6% de las familias) (Tabla 6 y 12).

Los resultados del análisis bacteriológico del agua revelaron que el agua de las botellas SODIS en su mayoría (77.8%), no representan ningún riesgo para el consumo, según el recuento de coliformes fecales. Solo tres de las muestras de las botellas SODIS estuvieron en la categoría alto riesgo según recuento de coliformes fecales y no cumplieron el requisito de agua apta para el consumo humano según las normas CAPRE, sin embargo hubo una reducción del valor respecto con las muestras de agua de pozo (Tabla 12). Esto evidencia una reducción en la carga bacteriológica del agua que consumen, aunque en algunos casos no se logró una reducción ideal, sin embargo, se logró una reducción positiva. Este hallazgo es importante si tenemos en cuenta que esta comunidad probablemente no contará con un suministro de agua segura durante varios años.

Debido a la posibilidad de contaminación secundaria del agua al manipular ésta, en cada visita semanal se le explicaba a la familia la importancia de seguir las medidas de higiene personal y familiar.

La mitad de las muestras tomadas de los pozos se encuentran en categoría de alto riesgo según la cantidad de coliformes fecales y la mayoría no aptas para el consumo humano (Tabla 7), de tal manera que ningún pozo se encuentra libre de contaminación con coliformes fecales, por lo tanto, la población está en constante riesgo de que pequeños aumentos de coliformes fecales puedan generar enfermedades transmitidas por el agua contaminada, primordialmente enfermedades diarreicas, afectando principalmente a la población más vulnerable como son los niños menores de 5 años de edad.

En otros estudios, se ha visto que la falta de acceso a agua de buena calidad provoca un riesgo de enfermedades transmitidas por el agua tales como diarrea, cólera, fiebre tifoidea, hepatitis A, disentería amebiana o bacteriana y otras enfermedades diarreicas.^[1,4,8,14,15]

Esto también implica que se debe tomar medidas para que las todas las familias adopten habitualmente alguna forma para desinfectar el agua que toman y algo muy importante que debe ir de la mano con esto, es que practiquen hábitos de higiene saludables.

SODIS demostró una eficacia mayor de 99.9% para remover en las mayoría de las muestras (66.7%) los coliformes fecales, con un tiempo de exposición entre 8 y 12 horas (Figuras 4). Esto coincide con otros estudios lo cual comprueba que el método SODIS es muy efectivo si se aplica debidamente y durante más de 6 horas a cielo despejado.^[9,12,14,15]

La mayoría de las familias que aplicaron el método SODIS, no utilizan otro tipo de tratamiento aparte de SODIS. El agua es almacenada en las mismas botellas en que fueron expuestas al sol para evitar la contaminación secundaria. En el 90.5% de los casos todos los miembros de la familia toman del agua desinfectada y un 95.5 % la toman siempre, lo cual permite tener la certeza que éste método es el único que ha contribuido a la disminución de los casos de diarrea. Estas condiciones junto con los comportamientos y hábitos saludables son los que contribuyen a aumentar la eficacia de SODIS.^[9,11,14,15]

En relación a la presencia de diarrea en los 3 meses previos al estudio, se presentaron 15 casos (Tabla 8), todos pertenecientes a las familias que no estaban aplicando SODIS, a pesar de que ésta información fue obtenida en su mayoría por el jefe de familia, no refleja completamente el valor real, ya sea por olvido, por falta de comunicación entre los familiares o simplemente por pena,

también refleja que el método es eficaz para reducir los riesgos a la salud asociados con el agua contaminada, aunque es muy difícil adjudicarle solamente al uso de SODIS este beneficio, dado que las enfermedades entéricas principalmente la diarrea tiene múltiples vías de transmisión, pero se ha reportado en estudios internacionales similares resultados. ^[1,5,7,14,15]

El grupo de edad más afectado fue los niños ≤ 5 años corresponde al 40% de los casos (tabla 9), lo cual coincide con las estadísticas que demuestran que el grupo más afectado por las diarreas son los niños menores de 5 años de edad. ^[14,15]

El comportamiento de los casos de diarrea, fue discretamente descendente, en relación a los casos reportados inicialmente (Tablas 8, 9 y 14). Es importante tomar en consideración que durante el periodo de estudio hubo días lluviosos durante los meses de julio y septiembre, está documentado que estas condiciones disminuyen la eficacia de SODIS y aumenta los casos de diarrea. La comparación de los casos de diarrea entre las familias que utilizaron SODIS vs las que no lo utilizaron mediante la prueba de chi cuadrado, reflejó una $p=0.09$ (Tabla 16), un dato cercano a la diferencia estadísticamente significativa, por lo que consideramos que el método SODIS, bajo condiciones óptimas de aplicación tiene probabilidad de ser un factor contribuyente en la disminución de los casos de diarrea para las familias que utilizaron este método.

Hay que tomar en cuenta también que 2 casos reportados en familias usuarias de SODIS, pertenecían a una familia que estaba utilizando un recipiente inadecuado (muy grande y de color celeste), en el otro caso se identificó poco tiempo de exposición al sol, ya que en días lluviosos se requieren 2 días de exposición solar, para que el método SODIS alcance su máxima efectividad.

En cuanto al impacto que tuvo el uso del método SODIS, se puede observar que no solamente disminuyó los casos de diarrea antes y después del inicio del

estudio, sino que también disminuyó eficazmente y en poco tiempo la carga bacteriológica del agua de los pozos y el conocimiento de una forma fácil y económica de obtener agua desinfectada a nivel domiciliar (Figuras 1, 2, 3, 4, Tabla 14).

El método contribuyó además en la disminución de la severidad de los episodios de diarrea en las familias usuarias de SODIS, en cuanto a reducción de la duración, la asociación con fiebre, moco o sangre (Tabla 15), asociado a la disminución de microorganismos patógenos en el agua desinfectada con SODIS, estos resultados coinciden con los proyectos realizados por la fundación SODIS en diferentes países en Centroamérica y Suramérica. ^[13,14,15]

La mayoría (64%) no presentan inconvenientes (Tabla 17), lo cual refleja que el método es de fácil manejo y no requiere muchos gastos económicos para obtener agua segura, incluso las familias reconocen que con el uso del método SODIS obtienen beneficios para la salud a un costo accesible a su economía familiar.

X. CONCLUSIONES

1. El método SODIS resultó eficaz para desinfectar el agua de consumo humano en la Comunidad Gracias a Dios. En la línea base, la mayoría de los pozos presentaron grados de contaminación con coliformes fecales entre intermedio y alto y después de la desinfección solar la remoción de coliformes fue del 99,9%.
2. El uso del método SODIS se relacionó con un comportamiento descendente en los episodios de diarrea. Se presentaron menos casos de diarrea en las familias que aplicaban el método (3 casos) en relación con las que no lo aplicaron (10 casos) y los episodios que se presentaron fueron de menor gravedad.
3. El método SODIS resultó de fácil manejo para la población, presentó pocos inconvenientes y no requiere muchos gastos económicos.

XI. RECOMENDACIONES

- Al líder comunitario y al responsable de salud de la comunidad Gracias a DIOS:
 - Educar a la población sobre temas de hábitos de higiene, formas de tratamiento domiciliar del agua y manipulación del agua, haciendo énfasis en el impacto que esto tiene en la salud familiar y comunal.
 - Realizar mantenimiento de los pozos, principalmente los pozos más antiguos, para disminuir la filtración de contaminantes.
 - Involucrar al resto de la población en la recolección de botellas plásticas transparentes en buen estado, para ayudarles a las familias que continuarán SODIS.
 - Incentivar a las familias que no aplican ningún tratamiento al agua, a optar por el método SODIS o por otra forma de desinfección.
 - Recomendar a los pobladores buscar asistencia médica cuando presenten diarrea, principalmente los niños menores de 5 años, ya que los casos encontrados en el estudio no están registrados en el centro de salud de Telica.

- Al ministerio de salud:
 - Capacitar a los líderes comunitarios y responsables de salud locales, sobre las diferentes formas de desinfección domiciliar del agua, principalmente a las comunidades con más difícil acceso al sistema de tuberías de agua potable.

- Divulgar el método SODIS como una de las alternativas seguras de desinfección del agua.

XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Sobrino, J. Desinfección solar del agua en países en vías de desarrollo: proyecto fin de carrera. Licenciatura en Ciencias Ambientales. Octubre 2007 [página en internet] consulta: 01 de marzo 2012. Disponible en: <http://www.bubok.es/ver/preview/4616>.
2. Agua potable para comunidades rurales, re-uso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas: Capítulo 9 (Desinfección solar, una alternativa para pequeñas comunidades rurales). Consulta: 01 de marzo 2012. Disponible en: <http://solucionessolares.blogspot.com/2009/03/mas-informacion-sobre-el-sodis.html> y http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_09.pdf.
3. Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL). ABC sobre el recurso agua y su situación en Nicaragua/ Enacal 2^{da} Managua-Nicaragua 2007. [pagina en internet] consulta: 10 de marzo 2012. Disponible en: <http://www.enacal.com.ni/documentos/ABCdelAgua2.pdf>
4. Marín, C.A y Espinoza, N.A. “Eficacia de la desinfección solar del agua (SODIS), en seis comunidades del municipio de Waslala, Región Autónoma del Atlántico Norte 2002 – 2003”. Tesis para optar al Título de Master en Salud Pública. Managua , Noviembre de 2003. [monografía en internet] consulta: 22 de marzo 2012. Disponible en: <http://desastres.cies.edu.ni/digitaliza/tesis/t212/seccionf.pdf>

5. Urquieta, E e Iriarte M. Eficiencia del método de desinfección solar (SODIS) en la inactivación de *Enterococcus faecalis* y *Pseudomonas aeruginosa* y su recuperación por dos métodos de análisis. Laboratorio de Microbiología del Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.2000 [monografía en internet] consulta: 24 de abril 2012. Disponible en: http://www.fundacionsodis.org/uploads/assets/file/documentos/Agua_OMS.pdf

6. Daniele S. Lantagne, Robert Quick, y Eric D. Mintz U.S. Center for Disease Control and Prevention, en el estudio Household Water Treatment and Safe Storage Options in Developing Countries: A Review of Current Implementation Practices. [Documento en Internet] consulta: 25 de abril 2012. Disponible en: <http://www.fundacionsodis.org/uploads/assets/file/documentos/CDC2006.pdf>

7. Rose, A; Roy, S. ; Abraham, V; Gunnor,H; Kuryan, G; Vinohar, B. *et al.* Solar Disinfection of Water for Diarrhoeal Prevention in Southern India. Downloaded from adc.bmjournals.com on 16 January 2006. [Documento en Internet] consulta: 25 de abril 2012. Disponible en: http://www.fundacionsodis.org/uploads/assets/file/documentos/Agua_OMS.pdf.

8. Hernández, A; Manresa, A; Lugones, M (et al). Resultados de la aplicación del método SODIS en las condiciones climáticas de Cuba. La Habana, Cuba marzo-junio 2007 [monografía en internet] consulta: 26 de abril 2012. Disponible en: http://www.fundacionsodis.org/uploads/assets/file/documentos/Agua_OMS.pdf.

9. Anne-Marie Altherr [et al]. Personal, situational, and social factors influencing the current and future use of SODIS in Nicaragua. Junio 2004. [publicación en internet] consulta: 25 de marzo 2012. Disponible en: http://www.fundacionsodis.org/web/attachments/050_ReportNica3.pdf

10. SODIS-Nicaragua. Taller de capacitación de implementación tecnología SODIS: plan- Nicaragua/prosic occidente (material de apoyo). 2005.
11. Programa de agua y saneamiento América Latina y el Caribe. Soluciones innovadoras para el suministro de agua en comunidades rurales de dispersas de Honduras. Perú sept. 2003. [documento en internet] consulta: 03 de mayo 2012. Disponible en: http://www.fundacionsodis.org/uploads/assets/file/documentos/soluc_innov.pdf
12. LENNTECH. Información de la luz ultravioleta. [artículo en internet] consulta: 03 de mayo 2012. Disponible en: <http://www.lenntech.com/espanol/uv-informacion.htm#system>.
13. Fundación SODIS. Desinfección solar del agua: Guía de aplicación. Cochabamba julio 2005. [manual en internet]. Consulta: 03 de mayo 2012. Disponible en: <http://www.fundacionsodis.org/sitio/pdf/articulos/Guia%20SODIS.pdf>
14. Fundación SODIS. Desinfección solar del agua: Guía de aplicación. Cochabamba julio 2003. [manual en internet]. Consulta: 08 de mayo 2012. Disponible en: http://www.sodis.ch/files/SODIS_Manual_sp.pdf
15. Método SODIS, de desinfección solar del agua, desarrollado en Dubendorf (Suiza). 16-06-2002. [artículo en internet] consulta: 08 de mayo 2012. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/dubai/02/bp041.html>
16. Romero M. Tratamientos utilizados en potabilización de agua. Boletín Electrónico No. 08. Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar. Consulta: 21 de mayo 2012. Disponible en <http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=4>

http://www.tec.url.edu.gt/boletin/FURL_08_ING02.pdf&ei=fYzDT7PrMJKi8QTZ4_HQCw&usq=AFQjCNENPAe8lfRyTF9KakzogwZyFoPW4Q

Anexos

ANEXO 1

Encuesta línea de base y monitoreo

Sección 1: Aspectos sobre el agua	
1. ¿De dónde utilizan agua para beber o cocinar? Adecuado: () entre No.1 y 6 Inadecuado: () entre No. 7 y 14	Sistema de agua por red domiciliar..... 1 Sistema de agua por gravedad con puestos públicos o tomas domiciliars.....2 Sistema de agua con bomba eléctrica3 Pozo excavado a mano con bomba manual.....4 Pozo perforado con bomba eléctrica.....5 Pozo perforado con bomba manual.....6 Pozo excavado a mano artesanal o rústico.....7 Captación de manantial.....8 Ojo de agua o manantial.....9 Crique o pozo a orillas del río.....10 Río.....11 Quebrada.....12 Agua de lluvia.....13 No responde.....14 Otro (especifique).....15

<p>2. ¿Qué tratamiento le dan al agua que ocupa la familia para beber o cocinar? Puede marcar varias respuestas.</p>	<p>La cloran.....1 La desinfectan con energía solar-SODIS.....2 La hierven.....3 La filtran.....4 Ninguno.....5</p>												
<p>3. ¿Almacena agua en la casa?</p>	<p>Si.....1 No.....2</p>												
<p>4. ¿Para qué utilizan el agua que almacenan?</p>	<p>Para beber.....1 Para cocinar.....2 Lavar los trates o limpieza de la casa.....3 Para lavar la ropa o para la higiene personal.....4 Otro que hacer doméstico.....5</p>												
<p>5. ¿Podría enseñarme en qué almacena el agua para beber y cocinar?</p>	<p>En balde o bidón plástico.....1 En filtro con su recipiente.....2 En un bidón con llave.....3 En tinaja u hoyo.....4 En botellas plásticas.....5 Otro recipiente.....6</p>												
<p>6. observe; si el agua de beber y cocinar que está almacenada cumple con las siguientes especificaciones: Adecuado.....1(todos los No.1) Inadecuado.....2</p>	<table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: right;">Si</th> <th style="text-align: right;">No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>El recipiente está cerrado.....1.....2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Está limpio por dentro y fuera.....1.....2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Está situado encima de una mesa o banco.....1.....2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Si	No	El recipiente está cerrado.....1.....2			Está limpio por dentro y fuera.....1.....2			Está situado encima de una mesa o banco.....1.....2		
	Si	No											
El recipiente está cerrado.....1.....2													
Está limpio por dentro y fuera.....1.....2													
Está situado encima de una mesa o banco.....1.....2													

(cualquier No.2)	
7. Verifique si la manipulación del agua de beber es adecuada. Adecuada.....1 (cumple todos los pasos) Inadecuada.....2 (incumple cualquiera de los pasos)	<p style="text-align: right;">Si</p> <p>No</p> <p>Utiliza pocillo o cucharón para sacar el agua.....1.....2</p> <p>El pocillo o cucharón utilizado está limpio.....1.....2</p> <p>Las manos están limpias antes de sacar el agua....1.....2</p> <p>Pone la tapa la recipiente después de sacar el agua.....1.....2</p> <p>guarda adecuadamente los recipientes utilizados.....1.....2</p>
Sección 2: Aspectos sobre saneamiento básico	
8. ¿Tiene usted letrina?	Si.....1 No.....2
9.¿dónde hacen sus necesidades?	Inodoro.....1 En la letrina.....2 Al aire libre.....3
10. ¿Quiénes en la familia utilizan la letrina?	Todos los varones.....1 Todas las mujeres.....2 Los niños y niñas mayores de 5 años.....3
11. ¿Hay niños o niñas menores de 5 años en la casa?	Si.....1 No.....2

12. ¿Dónde hacen pupú los niños?	Bacinilla.....1 Al aire libre.....2 Otro (especifique).....3
13. ¿Qué hacen con el pupú?	Lo botan en la letrina.....1 Lo entierran.....2 No hacen nada/ al aire libre.....3
14. verifique el uso y mantenimiento de la letrina	Hay monte alrededor de la letrina.....1 La puerta está cerrada.....2 Está tapado el banco.....3 Hay excretas alrededor del banco.....4 Hay papeles sucios dentro o fuera de la caseta.....5 Tiene mal olor.....6 Aplican cal o ceniza.....7
Sección 3: Aspectos sobre el lavado de manos	
15. ¿En qué momento se lava las manos usted? (Puede marcar varias respuestas) Adecuada.....1 (menciona al menos 3) Inadecuada.....2 (menciona menos de 3 momentos)	Después de ir a la letrina.....1 Después de limpiar a los niños/as.....2 Antes de comer.....3 Antes de preparar y repartir los alimentos.....4 Antes de dar de comer a los niños/as.....5 Otro (especifique).....6

<p>16. Solicitar a la persona que por favor haga la demostración de cómo se lava las manos.</p> <p>Verifique la aplicación de técnica adecuada y marque los criterios según lo observado:</p> <p>Adecuado.....1 (todos los No. 1</p> <p>Inadecuado.....2 (cualquier No. 2</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="text-align: right; width: 20%;">Si</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Utiliza agua limpia.....</td> <td style="text-align: right;">1.....2</td> </tr> <tr> <td>Utiliza jabón o ceniza.....</td> <td style="text-align: right;">1.....2</td> </tr> <tr> <td>Se frota la mano al menos 3 veces.....</td> <td style="text-align: right;">1.....2</td> </tr> <tr> <td>Se seca con toalla o trapo limpio.....</td> <td style="text-align: right;">1.....2</td> </tr> <tr> <td>Se negó a realizar la técnica de lavado de manos.....</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> </tbody> </table>		Si	No		Utiliza agua limpia.....	1.....2	Utiliza jabón o ceniza.....	1.....2	Se frota la mano al menos 3 veces.....	1.....2	Se seca con toalla o trapo limpio.....	1.....2	Se negó a realizar la técnica de lavado de manos.....	3
	Si														
No															
Utiliza agua limpia.....	1.....2														
Utiliza jabón o ceniza.....	1.....2														
Se frota la mano al menos 3 veces.....	1.....2														
Se seca con toalla o trapo limpio.....	1.....2														
Se negó a realizar la técnica de lavado de manos.....	3														

ANEXO 2

Encuesta sobre la incidencia de enfermedades diarreicas

Soy estudiante de VI año de la carrera de medicina, estamos realizando una encuesta para conocer la presencia de diarreas en esta comunidad, la cual será de mucha importancia para la realización de ésta investigación, por lo que le solicitamos su colaboración.

I. Generalidades:

1. No de entrevista: _____
2. Edad del entrevistado: _____
3. No. de personas que habitan la casa: _____

I. Calidad del agua:

4. Fuente de Agua de Consumo:

Pozo _____ Río _____

Quebrada _____ Tubería _____

5. Cómo considera la calidad del Agua que consumen:

Buena: _____ Mala: _____ regular _____

6. Conoce algunas formas para mejorar la calidad del agua.

Cloración _____ Hervir _____ SODIS _____ No sabe _____

La utiliza actualmente: Si _____ No _____

II. Incidencia de enfermedades diarreicas:

7. En los últimos tres meses alguien de su familia se ha enfermado de Diarrea

Si _____ No _____ Cuántas? _____

Si la respuesta anterior es Si, quien fue el que se enfermó:(Poner Cuántos)

Niño menores de 5 años _____ Niños de 6-12 años _____ Joven o Adulto _____ Anciano _____

ANEXO 3

Encuesta dirigida a los hogares que utilizan el método SODIS, para la desinfección del agua de consumo.

I. GENERALIDADES:

1. No. de Entrevista: _____
2. Nombre del entrevistado: _____
3. Edad: _____ 4. Sexo ___ 5. Nivel de escolaridad: _____
6. Ocupación _____ 7. Rango familiar _____
8. ¿cuántas personas viven en el hogar?: _____ cuantas Mujeres: _____ Cuantos varones _____

Edades de cada uno de los miembros de la familia:

II. CALIDAD DEL AGUA:

9. ¿Cómo considera la calidad del Agua que consumen?:
Buena: _____ Regular: _____ Mala: _____

Explique su respuesta:

III. USO DE SODIS:

10. ¿Cuánto tiempo tiene de utilizar el método SODIS?: _____
11. ¿Confía en que el método mejora el agua que toma? Si _____ No: _____
12. Además de SODIS, utiliza otra forma para desinfectar el agua:
Cloración _____ Hervir _____ No _____
13. Una vez que el agua la desinfectó con SODIS, que hacen con ella:
Colocan en otros recipientes _____ La guardan en las botellas _____
Si su respuesta fue la primera (“colocan en otros recipientes”): Explique el porqué:
14. ¿Quiénes usan el agua desinfectada con SODIS?:
Sólo usted _____ Los niños menores _____ Toda la familia _____
15. ¿Qué tan frecuente usa el agua desinfectada con el método SODIS?:

Siempre _____ A veces _____ Sólo en la Casa _____

16. ¿Para qué usa el agua desinfectada con SODIS?:

Sólo para tomar _____ Tomar y Preparar Frescos _____ Cocinar _____ Para otras cosas _____ Explique:

17. ¿Han tenido algún inconveniente o problema para usar el método SODIS?

Si _____ No _____ Si su respuesta es sí Explique:

Falta de botellas _____

Es difícil conseguir las botellas _____ Condiciones

lluviosas _____

Otras razones:

18 . En los últimos tres meses alguien de su casa se ha enfermado de diarrea:

Si _____ No _____ Si su respuesta es sí ¿Cuántas? _____ En el mes de

Julio _____ agosto _____ Septiembre _____

19. Si la respuesta anterior es Si, quien fue el que se enfermó:(Poner Cuántos)

Niño menores de 5 años _____ Niños de 6-12 años _____ Joven o Adulto _____ Anciano _____

20. Características del episodio de diarrea:

¿Cuántos días tardó la diarrea? _____ ¿Cuántas veces obraba en el día, cuando tenía la diarrea? _____ Era con fiebre _____ Con moco o sangre en la caca: _____ ¿De qué color eran las caca? _____ ¿Tenían olor más desagradable de lo normal?

MANEJO DEL AGUA TRATADA CON SODIS:

21. ¿Se lava las manos antes de tomar el agua?: si _____ no _____

22. Usa trastes limpios para llevar de un lado a otro el agua tratada con SODIS: si _____ no _____

23. ¿Usa trastes limpios para sacar el agua?: Si _____ No _____

24. ¿Usa trastes limpios para tomar el agua desinfectada con SODIS?: si _____ no _____

25. Tapa el recipiente o las botellas después de sacar el agua: si _____ no _____

26. ¿Qué beneficios ha obtenido con el uso del método SODIS?:

26. ¿Continuará usando el método SODIS aunque ya no esté viniendo a la comunidad?

Sí _____ No _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACION

ANEXO 4

Supervisión uso de SODIS

Observar:

1. ¿Cuántas Botellas tiene la familia destinadas al método SODIS? _____
2. Estado de las botellas:

No	A Evaluar	Si	NO
1	Botellas están pintadas en la parte que descansan		
2	Botellas Limpias por fuera		
3	Botellas Limpias por dentro		
4	Botellas rayadas		
5	Botellas viejas		
6	Botellas rotas		
7	Tapón limpio por dentro		
8	Botellas llenas completamente		
9	Agua Transparente		
10	Botella reciben sol sin obstáculos durante 6 horas		
11	Botellas acostadas recibiendo sol.		
12	Botellas fuera del alcance de los animales.		

3. Solicitar que llenen una botella para colocarla en el sol y observar lo siguiente:

No	A Observar	Si	No
1	Lava las botella con agua y jabón		
2	Lava el tapón de la botella con agua y jabón		
3	Llena completamente las botellas		
4	Agita el agua de la botella cuando la esta llenando		
5	Si el agua esta turbia la filtran		
6	Cierra correctamente las botellas		

ANEXO 5

Encuesta dirigida a los hogares que no utilizan el método SODIS.

I.- GENERALIDADES:

1. No. De Entrevista: _____
 2. Edad del entrevistado(a): _____ 3. Nombre del entrevistado: _____
 4. Sexo _____ 5. Nivel de escolaridad _____
 6. Ocupación _____ 7. Rango familiar _____
 8. ¿cuántas personas viven en el hogar?: _____ cuantas Mujeres: _____ Cuantos varones _____
- Edades de cada uno de los miembros de la familia:

II. CALIDAD DEL AGUA:

9. ¿Cómo considera la calidad del agua que toman?:
Buena: _____ regular: _____ Mala : _____ Explique su respuesta:

10. ¿Qué forma usa para descontaminar el agua que toma?
Cloración _____ Hervir _____ Filtración _____ Ninguno _____
11. Si conoce SODIS, por qué no lo utiliza?:
Por falta de botellas: Sí _____ No _____
Es difícil conseguir las botellas: Sí _____ No _____
Condiciones lluviosas: Sí _____ No _____
Porque no quiero: Sí _____ No _____
Otras razones:

12. Usted usa alguna forma para descontaminar el agua que consumen. Si
_____ No _____
(Si la Respuesta es Sí, contestar las preguntas 13,14 y 15)
13. ¿Qué tan frecuente usa el agua tratada?:
Siempre _____ A veces _____ Solo en la Casa _____
14. ¿Para qué utiliza el agua tratada?:

Sólo para tomar _____ Tomar y Preparar Frescos _____ Cocinar _____

15. ¿Han tenido algún inconveniente o problema para desinfectar el agua con la forma que usan? Si _____ No _____ Explique:

16. ¿En los últimos tres meses alguien de su familia se ha enfermado de Diarrea?
Si _____ No _____ Cuántas? _____ Mes de julio _____
agosto _____ septiembre _____

17. Si la respuesta anterior es Si, quien fue el que se enfermó: (Poner Cuántos)
Niño menor de 5 años _____ Niños de 6-12 años _____ Joven o
Adulto _____ Anciano _____

18. Características del episodio de diarrea:

¿Cuántos días tardó la diarrea? _____ ¿Cuántas veces obraba en el día, cuando tenía la diarrea? _____

Era con fiebre _____ Con moco o sangre en la caca: _____ ¿De qué color eran las caca? _____ ¿Tenían olor más desagradable de lo normal?

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACION

ANEXO 6

Medio de cultivo Mac Conkey

Este medio se utiliza para el aislamiento de bacilos Gram negativos de fácil desarrollo, aerobios y anaerobios facultativos. Permite diferenciar bacterias que utilizan o no, lactosa en muestras clínicas, de agua y alimentos.

Fundamento

En el medio de cultivo, las peptonas, aportan los nutrientes necesarios para el desarrollo bacteriano, la lactosa es el hidrato de carbono fermentable, y la mezcla de sales biliares y el cristal violeta son los agentes selectivos que inhiben el desarrollo de gran parte de la flora Gram positiva. Por fermentación de la lactosa, disminuye el pH alrededor de la colonia. Esto produce un viraje del color del indicador de pH (rojo neutro), la absorción en las colonias, y la precipitación de las sales biliares.

Los microorganismos no fermentadores de lactosa producen colonias incoloras.

Fórmula (en gramos por litro)		Instrucciones
Peptona	17.0	Suspender 50 g del polvo por litro de agua destilada. Reposar 5 minutos y mezclar hasta uniformar. Calentar suavemente y hervir 1 a 2 minutos hasta disolver. Esterilizar en autoclave a 121°C durante 15 minutos.
Pluripeptona	3.0	
Lactosa	10.0	
Mezcla de sales biliares	1.5	
Cloruro de sodio	5.0	
Agar	13.5	
Rojo neutro	0.03	
Cristal violeta	0.001	
pH final: 7.1 ± 0.2		

Ejemplo de resultados

Microorganismos	Colonias
Escherichia coli ATCC 25922	Rojas con halo turbio
Klebsiella pneumoniae ATCC 700603	Rosadas mucosas
Salmonella typhimurium ATCC 14028	Incoloras, transparentes
Shigella flexneri ATCC 12022	Incoloras, transparentes
Proteus mirabilis ATCC 43071	Incoloras, transparentes
Enterococcus faecalis ATCC 29212	Diminutas, incoloras, opacas

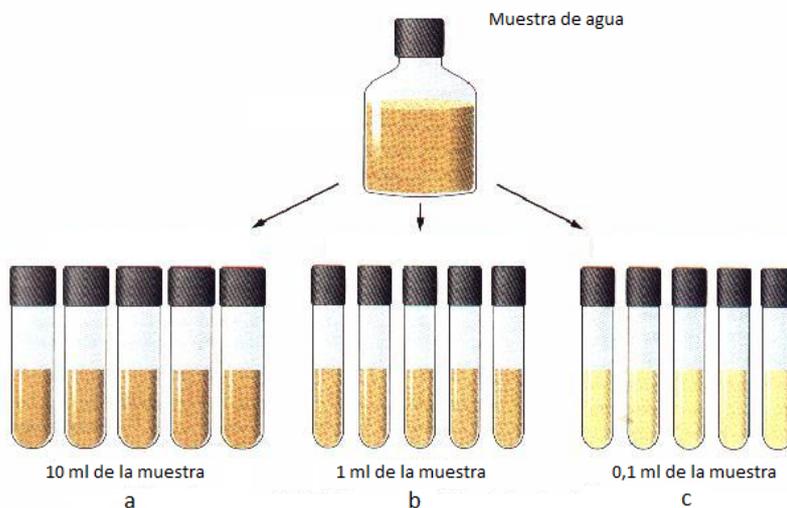
ANEXO 7

ENUMERACION BACTERIANA POR EL MÉTODO DEL NÚMERO MÁS PROBABLE

El método de número más probable (NMP) es una estrategia eficiente de estimación de densidades poblacionales especialmente cuando una evaluación cuantitativa de células individuales no es factible. La técnica se basa en la determinación de presencia o ausencia en réplicas de diluciones consecutivas de atributos particulares de los microorganismos presentes en las muestras de agua u otras matrices ambientales.

Se toman como positivos a aquellos tubos con caldo nutritivo en los que ha habido desarrollo. Se toma nota, para cada dilución, del número de tubos positivos (+) y se obtiene un número característico representado por tres cifras. Cada uno de las cifras de número característico, corresponde a un nivel de dilución. Una vez que se ha obtenido el número característico, con el mismo se ingresa en la tabla probabilística y se lee el número más probable de microorganismos, refiriendo este a la concentración de siembra.

Ejemplo



Número de tubos con
reacción positiva en las
diluciones
correspondientes

Número de tubos con
reacción positiva en las
diluciones
correspondientes

a	b	c	NMP/100 ml	a	b	c	NMP/100 ml
0	0	0	<2	4	2	1	26
0	0	1	2	4	3	0	27
0	1	0	2	4	3	1	33
0	2	0	4	4	4	0	34
1	0	0	2	5	0	0	23
1	0	1	4	5	0	1	30
1	1	0	4	5	0	2	40
1	1	1	6	5	1	0	30
1	2	0	6	5	1	1	50
				5	1	2	60
2	0	0	4				
2	0	1	7	5	2	0	50
2	1	0	7	5	2	1	70
2	1	1	9	5	2	2	90
2	2	0	9	5	3	0	80
2	3	0	12	5	3	1	110
				5	3	2	140
3	0	0	8				
3	0	1	11	5	3	3	170
3	1	0	11	5	4	0	130
3	1	1	14	5	4	1	170
3	2	0	14	5	4	2	220
3	2	1	17	5	4	3	280
				5	4	4	350
4	0	0	13	5	5	0	240
4	0	1	17	5	5	1	300
4	1	0	17	5	5	2	500
4	1	1	21	5	5	3	900
4	1	2	26	5	5	4	1,600
4	2	0	22	5	5	5	≥1,600

ANEXO 8

Reporte de resultados del Laboratorio

Reporte 1

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS
UNAN-LEON



EMPRESA: Estudiante VI año Facultad de Medicina

FECHA: 19 - 08 - 09

Código de muestra	Coliformes totales Ufc /100ml	Coliformes fecales Ufc /100ml
Pozo 1	800	No se encontraron
Pozo 2	2640	1800
Pozo 3	1000	300
Pozo 4	1120	400
Pozo 5	370	300
Pozo 6	510	330
Pozo 7	420	90
Pozo 8	780	350
Pozo 9	240	70
Pozo 10	600	200

ufc: unidades formadoras de colonias

Nota: Los resultados están dados por 100ml. de muestra de agua

Parámetros establecidos por las Normas CAPRE

Muestra	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Agua de bebida	≤ 4 ufc	0 ufc

- El laboratorio no se hace responsable de los resultados obtenidos ya que el muestreo no fue realizado por personal de laboratorio.

Msc. Octavio Guevara
Responsable de Laboratorio



Reporte 2

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS
UNAN-LEON



EMPRESA: Estudiante VI año Facultad de Medicina

FECHA: 19 - 08 - 09

Código de muestra	Coliformes totales Ufc /100ml	Coliformes fecales Ufc /100ml
Pozo 11	200	100
Pozo 12	310	150
Pozo 13	2600	300
Pozo 14	4500	700
Pozo 15	2500	900
Pozo 16	800	100
Pozo 17	100	0
Pozo 18	300	0

ufc: unidades formadoras de colonias

Nota: Los resultados están dados por 100ml. de muestra de agua

Parámetros establecidos por las Normas CAPRE

Muestra	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Agua de bebida	≤ 4 ufc	0 ufc

- El laboratorio no se hace responsable de los resultados obtenidos ya que el muestreo no fue realizado por personal de laboratorio.

Msc. Octavio Guevara
Responsable de Laboratorio



Reporte 3

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS
UNAN-LEON



EMPRESA: Estudiante VI año Facultad de Medicina
FECHA: 19 - 08 - 09

Código de muestra	Coliformes totales Ufc /100ml	Coliformes fecales Ufc /100ml
Botella 1	0	0
Botella 2	0	0
Botella 3	0	0
Botella 4	300	100
Botella 5	200	200
Botella 6	0	0
Botella 7	0	0
Botella 8	200	200
Botella 9	0	0
Botella 10	100	0

ufc: unidades formadoras de colonias

Nota: Los resultados están dados por 100ml. de muestra de agua

Parámetros establecidos por las Normas CAPRE

Muestra	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Agua de bebida	≤ 4 ufc	0 ufc

- El laboratorio no se hace responsable de los resultados obtenidos ya que el muestreo no fue realizado por personal de laboratorio.

Msc. Octavio Guevara
Responsable de Laboratorio



Reporte 4

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS
UNAN-LEON



EMPRESA: Estudiante VI año Facultad de Medicina
FECHA: 19 - 08 - 09

Código de muestra	Coliformes totales Ufc /100ml	Coliformes fecales Ufc /100ml
Botella 11	0	0
Botella 12	1030	630
Botella 13	0	0
Botella 14	400	0
Botella 15	100	0
Botella 16	0	0
Botella 17	0	0
Botella 18	200	0

ufc: unidades formadoras de colonias

Nota: Los resultados están dados por 100ml. de muestra de agua

Parámetros establecidos por las Normas CAPRE

Muestra	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Agua de bebida	≤ 4 ufc	0 ufc

- El laboratorio no se hace responsable de los resultados obtenidos ya que el muestreo no fue realizado por personal de laboratorio.

Msc. Octavio Gueyara
Responsable de Laboratorio

