



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS DE LA SALUD  
CIES UNAN - MANAGUA

T 212  
OW 80  
M 337  
2003



MAESTRIA EN SALUD PUBLICA 2001 - 2003

***“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***

**Autores:**

***Carlos Alberto Marín Rivas\****  
***Noel Antonio Espinoza Hernández\****

*Martha A. González Moncada*

**Tutora:**

***Martha A. González Moncada, MSc. PhD.***

**T  
212  
OW  
80  
M337  
2003**

***Managua , Noviembre de 2003***

\* Médico y Cirujano



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS DE LA SALUD  
CIES UNAN - MANAGUA



MAESTRIA EN SALUD PUBLICA 2001 - 2003

***"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*

**Autores:**

*Carlos Alberto Marín Rivas\**  
*Noel Antonio Espinoza Hernández\**

**Tutora:**

*Martha A. González Moncada, MSc. PhD.*

T  
212  
OW  
80  
M337  
2003

*Managua , Noviembre de 2003*

\* Médico y Cirujano

# Indice

	Página
Dedicatoria	<i>i</i>
Agradecimientos	<i>ii</i>
Resumen	<i>iii</i>
I. Introducción	1
II. Antecedentes y Justificación	3
III. Objetivos	4
IV. Marco Teórico	5
V. Diseño Metodológico	21
VI. Descripción de los resultados	26
VII. Discusión de los resultados	34
VIII. Conclusiones	40
IX. Recomendaciones	41
X. Bibliografía	42
Anexos	44

## ***Dedicatoria***

***El presente trabajo está dedicado a nuestras familias, quienes nos han apoyado en los momentos más difíciles, y gracias a su comprensión, hoy estamos logrando dar un paso más en nuestra vida profesional.***

## ***Agradecimientos***

***A Dios, por habernos dado la fuerza y determinación para seguir adelante.***

***A nuestros hijos, por ser el motor y la razón de nuestras vidas.***

***A nuestra tutora, por sus enseñanzas, el tiempo invertido en nosotros y el cariño que nos ha demostrado.***

***Al personal del Programa Integral en Salud (PIS), por la confianza brindada.***

## **Resumen**

En Nicaragua existen muchas comunidades que presentan pésimas condiciones higiénico-sanitarias, pobreza extrema y bajas perspectivas de contar con un adecuado sistema de distribución de agua, por lo que el método de desinfección solar del agua (SODIS) podría ayudar a éstas comunidades a mejorar la calidad del agua. Desde el mes de marzo de 2002, el Programa Integral en Salud (PIS) de la parroquia católica de Waslala ha implementado este método en ocho comunidades rurales del municipio.

Durante los meses de Julio y Agosto de 2003, se realizó **investigación tipo pre experimental** centrándose en seis de las ocho comunidades (Buenos Aires Dudú, Dipina Central, Varo Central, Ocote Dudú, Los Milagros Aguas Calientes y Las Vallas Central); aplicando entrevista a usuarias (71) y no usuarias (66) de SODIS, se realizó análisis bacteriológico de agua al total de hogares usuarios SODIS y en las principales fuentes de abastecimiento de agua sin previo tratamiento SODIS, y también se realizaron grupos focales, con el objetivo de evaluar la eficacia de SODIS. **La eficacia del método** de desinfección solar del agua (SODIS) en las comunidades en estudio, reflejada por la ausencia de gérmenes patógenos en el análisis bacteriológico del agua es del 74.6% y con respecto al cumplimiento de los criterios de uso del Método SODIS la eficacia fue del 38% a nivel poblacional.

Los **resultados** del análisis bacteriológico muestran el 25.3% (18 de 71) de las muestras SODIS tuvieron resultado positivos para bacterias (coliformes y otras bacterias), en cambio de las muestras que se tomaron en las fuentes de agua el 95% (19 de 20) presentó resultados positivos con la carga bacteriana superior. Tomando en cuenta que el uso de SODIS era el único factor que diferenciaba a las familias incluidas en el estudio, al comparar la ocurrencia de cuadros diarreicos entre los grupos se encuentra que en los usuarios de SODIS habían antecedentes de cuadros diarreicos en los últimos tres meses en el 29.6% ( 21 de 71), y en el grupo de no usuarios se presentó un 51.5% (34 de 66), a éstos datos se aplicaron pruebas estadísticas resultando un OR de 0.40 con significancia estadística ( $p = 0.009$ ), lo que traduce que la utilización de SODIS es un factor que previene el apareamiento de cuadros diarreicos.

Al analizar en el grupo usuario de SODIS la presencia de enfermedades diarreicas y relacionarlos con el tiempo de utilización del método, no se encontró diferencias estadísticas. Sin embargo a mayor tiempo de utilización del método menor presencia de diarreas, de tal manera que en el grupo de entrevistadas que tiene menos de 6 meses de utilizar SODIS, los episodios de diarrea se presentan en el 35 % (7 de 20 entrevistadas); en el grupo de 6 -12 meses se presenta en el 31.8% (7 de 22 entrevistadas) y en el grupo tiene más de 12 meses de estar utilizando SODIS el 24.1% ( 7 de 29 entrevistadas).

En relación a la frecuencia de uso del agua tratada con SODIS y la presencia de diarreas, las usuarias que refieren usar agua tratada "siempre" presentan 22.2% (6 de 27 entrevistadas) cuadros diarreicos comparados con el 34.8% (15 de 43 entrevistadas) que utilizan agua tratada de forma irregular; al aplicarle pruebas estadísticas éstos datos presentan OR 0.53 pero sin significancia estadística.

En general las personas entrevistadas tienen buena apreciación del método SODIS, aunque reconocen las limitantes que tienen al no contar con suficientes materiales para su implementación (botellas), pero algo muy positivo es la idea de continuar con SODIS, producto del convencimiento por la experiencia que han tenido al ver una reducción en el número de casos de diarrea en sus familias.

Existen debilidades en la aplicación de la técnica y en la obtención de materiales para implementar SODIS , por lo que se considera que es oportuno revisar las estrategias de información, el papel que juegan los promotores comunitarios y las coordinaciones que se pueden realizar con otros sectores para la obtención de botellas necesarias para implementar SODIS, y garantizar de esta forma la apropiación de la estrategia por parte de la población de las comunidades involucradas, y valorar posteriormente la extensión a otras comunidades.

## I. Introducción

El agua constituye el principal componente del peso corporal y es indispensable para el desarrollo de la vida. Actualmente el poseer agua potable es considerada la necesidad básica, que para muchos no está satisfecha, sobretodo en las áreas rurales de los países en vías de desarrollo.

Como es del conocimiento de muchos, el agua representa un medio de trascendental importancia en la transmisión de algunas enfermedades infecciosas como: disentería, diarrea, leptospirosis, cólera, entre otras; por consiguiente su análisis es muy importante si se desea descartar este medio como fuente de contaminación. El grado de contaminación se establece por el título de *Escherichia Coli (E. coli)*, pues en la práctica es difícil encontrar especies bacterianas, que en ausencia de *E. coli* le confieren al agua características de impotabilidad. Se denomina título *E. coli*, a la mínima cantidad de agua en centímetros cúbicos, que albergue una sola bacteria de *E. coli*. La importancia de establecer este título radica en la relación de contaminación del agua por material fecal, que otros medios de medición no revelan claramente<sup>1</sup>.

En su origen, el agua puede ser perfectamente apta para el consumo humano, pero incluso en este caso, la necesidad de almacenamiento y distribución hace que siempre sea preciso un tratamiento mínimo, como es la desinfección que evite la presencia de microorganismos patógenos.

En Nicaragua en las áreas urbanas, el agua recibe algún tipo de tratamiento, en cambio en las áreas rurales el tratamiento es nulo y las pocas obras de infraestructura de los sistemas de agua se basan en la distribución sobretodo por gravedad, lo cual no permite que la población tenga acceso a agua segura. La Encuesta Nicaragüense de Demografía y Salud del año 2001 (ENDESA 2001) muestra que en el 7.7% de la población rural existen servicio de agua intradomiciliar, la situación empeora al conocer que de esa población rural sólo el 22% clora el agua y un 12% la hierve<sup>2</sup>.

En el caso del Municipio de Waslala en la Región Autónoma del Atlántico Norte, el 80% de la población viven en el área rural, en su mayoría se abastecen de agua a través de pequeños acueductos por gravedad no tratados adecuadamente en los principales conglomerados de población (área urbana); a diferencia de la situación que se presenta en las comunidades rurales donde el abastecimiento se realiza por la recolección de agua de vertientes, quebradas o ríos. Esta situación contrasta con los datos encontrados en las estadísticas del Ministerio de Salud Municipal, donde las enfermedades diarreicas ocupan el segundo lugar como motivos de consulta en niños menores de cinco años de edad y el porcentaje de desnutrición en los infantes de uno a cinco años es superior al 30%. Por éstas razones el Programa Integral de Salud (PIS) de la Parroquia Católica en Waslala, ha impulsado desde el año 2002 la implementación del método de Desinfección Solar del Agua (SODIS) en ocho comunidades como una alternativa de mejorar la calidad del agua de consumo, que consiste básicamente en llenar recipientes transparentes con agua y exponerlos a plena luz del sol por un período de cinco a seis horas, siendo una manera fácil, cómoda y barata para la población de éstas comunidades en donde la posibilidad de contar con un sistema de distribución de agua seguro es remota.

En la actualidad se cuenta con evidencia demostrada en otros países como: Nepal, Bolivia, Perú, Honduras que el método SODIS reduce el nivel de contaminación bacteriana del agua siempre y cuando se aplique de forma correcta,<sup>3</sup> por lo cual, es necesario valorar la implementación de esta tecnología en las comunidades que el Programa Integral en Salud seleccionó por el grado de organización comunitaria, la dificultad en el acceso a los servicios de salud y el nivel de compromiso de los líderes comunitarios; identificando logros y dificultades, lo que servirá para la implementación en futuras comunidades rurales de Nicaragua.

## II. Antecedentes y Justificación

Aproximadamente desde hace una década se ha venido propagando una tecnología antigua, pero escasamente utilizada, que hoy día está científicamente respaldada, esta tecnología se denomina "Desinfección Solar del Agua" (SODIS por sus siglas en Inglés), que constituye un método de tratamiento de agua que utiliza la energía solar para mejorar su calidad microbiológica.

La fundación SODIS, ha estado tratando de impulsar este método en aquellas regiones donde no es posible que se tenga el abastecimiento de agua potabilizada, así mismo en regiones extremadamente pobres, hoy en día existen experiencias en los países de África, Asia y Latinoamérica, donde se están desarrollando pequeños proyectos en siete países entre ellos: Bolivia, Ecuador, Perú, Honduras, Guatemala, El Salvador y Nicaragua<sup>4</sup>. Estas experiencias han sido satisfactorias logrando beneficiar a familias en las áreas rurales, impulsando la organización comunitaria, pero no se ha logrado determinar los beneficios de su práctica en la mejoría de la situación epidemiológica de dichas comunidades.

En Nicaragua existen muchas comunidades que presentan pésimas condiciones higiénico-sanitarias, pobreza extrema y bajas perspectivas de contar con un adecuado sistema de distribución de agua, hasta la fecha se ha trabajado con acueductos que funcionan con gravedad pero descuidan la calidad y limpieza del agua. En las comunidades de Waslala este tipo de proyecto no es factible, considerando la dispersión geográfica de los hogares y la pobreza de la zona, por lo que el método SODIS ayuda a éstas comunidades a mejorar el abastecimiento y calidad del agua.

Se considera que este esfuerzo debe ser evaluado para determinar la eficacia de la intervención y el grado de sostenibilidad de la misma, y poder determinar las lecciones aprendidas para la futura implementación en otras comunidades.

## **II. Objetivos**

### **3.1 Objetivo General**

Evaluar la eficacia de la desinfección solar del agua (SODIS), en seis comunidades del Municipio de Waslala, Región Autónoma del Atlántico Norte, durante el período de Marzo 2002 a Julio 2003.

### **3.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar conocimientos de la población sobre los principales métodos de desinfección de agua a nivel comunitario en las seis comunidades incluidas en el estudio.
2. Conocer la actitud de la población en cuanto a la implementación de la desinfección solar del agua (SODIS), en las comunidades incluidas en el estudio.
3. Determinar la calidad bacteriológica del agua de consumo humano tratada con el método SODIS y la no tratada, en las seis comunidades en estudio.
4. Describir el comportamiento de las enfermedades diarreicas en las comunidades en estudio antes y después de la intervención.

## IV. Marco Teórico

El agua es uno de los elementos básicos de nuestra vida, constituye el principal componente de nuestro cuerpo y es indispensable para el desarrollo del ser humano, llegando a considerarse como una necesidad básica el poseer agua potable para el consumo humano, para muchos esta necesidad no está satisfecha, sobretodo en los países en vías de desarrollo y especialmente en las áreas rurales de los mismos; la situación del agua potable es precaria por cuanto que más de la tercera parte de la población rural no tiene acceso a agua suficiente y limpia, lo que genera que las enfermedades diarreicas causen la muerte de más de tres millones de personas cada año.

### 4.1 Agua y Salud

Directamente asociado a la salud está el *consumo, calidad y disponibilidad* del agua. Estos tres componentes, separada o *conjuntamente*, han determinado una gran cantidad de problemas de salud que afectan a vastos sectores de la población mundial.

Un ejemplo de ésto lo da el hecho que, aproximadamente, el 40% de la población mundial sufre en la actualidad por falta de agua, y se ha comprobado que en los países del tercer mundo o en vías de desarrollo, más del 80% de las enfermedades tienen su origen en esta carencia o en las condiciones insalubres del agua que utilizan<sup>5</sup>.

Nuestro organismo en condiciones normales pierde diariamente alrededor de 3 litros de agua. Esta pérdida se produce a través de:

Respiración:           0,4 litros que representa el 14%

La orina: 1,5 a 2 litros que representa el 54%

La transpiración: 0,6 litros representa el 21%

Heces Fecales: 0,1 a 0,3 litros representa el 11%<sup>6</sup>.

Esta pérdida de agua nos hace sentir sed. Por lo tanto, en condiciones normales, el organismo de las personas necesita reponer, diariamente, más o menos 3 litros de agua. Lo cual se logra a través de la ingesta de agua limpia o potable, aproximadamente 1 litro y medio; comiendo alimentos, éstos contribuyen con alrededor de un litro de agua, los azúcares consumidos, son metabolizados en el interior de nuestro organismo, y este proceso aporta aproximadamente 0,35 litros (350 mililitros) de agua.

Cuando el cuerpo presenta fiebre y/o se encuentra afectado por una diarrea, se pierde gran cantidad de agua, es decir, el organismo se deshidrata. Es recomendable en ambas situaciones, proceder a la reposición de las pérdidas. En especial cuando se trate de casos de niños pequeños, ya que éstos son muy sensibles a las pérdidas de líquidos y electrolitos<sup>6</sup>.

## **4.2 Contaminantes del Agua**

El agua no sólo es parte esencial de nuestra propia naturaleza física y la de los demás seres vivos, sino que también contribuye al bienestar general en todas las actividades humanas. El agua se utiliza mayormente como elemento indispensable en la dieta de todo ser vivo y ésta es uno de los pocos elementos sin los cuales no podría mantenerse la vida. Por todo esto, el agua ofrece grandes beneficios al hombre, pero a la vez puede transmitir enfermedades, como el cólera.

El agua que procede de fuentes superficiales (ríos, lagos y quebradas), es objeto día a día de una severa contaminación, producto de las actividades del hombre.

El agua se convierte en un vehículo de agentes infecciosos como: hongos, virus, bacterias, protozoarios y helmintos, además de sustancias tóxicas como: pesticidas, metales pesados y otros compuestos químicos, orgánicos, que son perjudiciales para la salud. Entre los mismos se pueden mencionar:

- Agentes patógenos: bacterias, virus, parásitos que entran al agua provenientes de desechos orgánicos.
- Desechos que requieren oxígeno: los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de éstas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.
- Sustancias químicas inorgánicas: ácidos, compuestos de metales tóxicos (Mercurio, Plomo).
- Sustancias químicas orgánicas: petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que amenazan la vida.
- Sedimentos o materia suspendida: partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.
- Sustancias radiactivas que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
- Calor: ingresos de agua caliente que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables. <sup>1,6</sup>

#### **4.3 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; aereación; almacenamiento y sedimentación; desinfección mediante ebullición, productos químicos, radiación solar y filtración; coagulación y floculación; y desalinización. La clasificación siguiente se basa en la Skinner y Shaw<sup>7</sup>.

## **Aereación**

Puede lograrse agitando vigorosamente un recipiente lleno de agua hasta la mitad o permitiendo al agua gotear a través de una o más bandejas perforadas que contienen pequeñas piedras. La aereación 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.

## **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.

El proceso de floculación que sigue a la coagulación, consiste de ordinario en una agitación suave y lenta. 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 *Morínga olifeira* y tipos de arcilla tales como la bentonita.

## **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.

## **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.

### **Desinfección por ebullición**

Una recomendación típica para desinfectar el agua mediante desinfección 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.

### **Desinfección química**

La clorinación es el método más ampliamente utilizado para desinfectar el agua. La fuente de cloro puede ser el hipoclorito de sodio (tal como blanqueador casero o electrolíticamente generado a partir de una solución de sal y agua), la cal clorinada o el hipoclorito hiperconcentrado (comprimidos de cloro).

El yodo es otro desinfectante químico excelente que se utiliza a veces. El yodo no debería utilizarse por períodos prolongados (más de unas cuantas semanas). Tanto el cloro como el yodo, deben agregarse en cantidades suficientes para destruir todos los patógenos, pero no tanto que el sabor se vea adversamente afectado. Puede ser difícil decidir cual es la cantidad apropiada, debido a que las sustancias en el agua reaccionarán con el desinfectante y la potencia del desinfectante puede reducirse con el tiempo, según la forma en que se almacene.

### **La filtración**

Incluye el tamizado mecánico, la absorción y la adsorción y, en particular, en filtros de arena lentos, los 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. Esto aumenta el período en el cual el filtro puede operar antes de que necesite limpieza y sustitución. La coagulación y la floculación también son tratamientos útiles antes de la sedimentación y mejoran aún más la eliminación de sólidos antes de la filtración.

### **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.

El agua sacada de la parte superior del recipiente será relativamente clara (a menos que los sólidos sean muy pequeños, tales como partículas de arcilla) y tendrá menos patógenos. El sistema de tratamiento de tres ollas en las que se echa agua sin tratar a la primera olla, donde se decanta en la segunda olla después de 24 horas y se echa en la tercera olla después de 24 horas adicionales, aprovecha los beneficios del almacenamiento y la sedimentación.

### **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.

### **La 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.

#### **4.4 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.

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

- 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:

- 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).<sup>8</sup>

Para la implementación de SODIS se recomienda utilizar botellas de plástico transparente hechas de Tereftalato de polietileno (PET) o Cloruro de polivinil (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.

El plástico está gradualmente sustituyendo al vidrio en botellas de refrescos y agua mineral o purificada. 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.

Los aditivos son moléculas grandes que apenas se difunden por el PET. Sin embargo, éstos aditivos pueden representar un riesgo potencial para la salud. 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.

Hay varios métodos simples que permiten determinar si una botella es de PET o PVC. Uno es la apariencia, las botellas de PVC suelen ser de color azulado brillante, que se marca especialmente en los bordes de la botella cuando se ha hecho un corte. Cuando el PVC se quema tiene un olor picante, mientras que el PET lo tiene dulce y éste se quema más fácilmente que el PVC.

La transmisión de la radiación ultravioleta en el cristal está muy condicionada por el contenido del óxido de hierro; el vidrio ordinario de ventana, de un grosor de 2mm o más, es prácticamente opaco a la radiación ultravioleta, ciertos vidrios (Pyrex, Corex, Vycor, vidrios de cuarzo) transmiten mucho mejor la radiación ultravioleta que el vidrio ordinario. Sin embargo, para una tecnología apropiada como SODIS, la utilización a gran escala de estos tipos de vidrio no representa una alternativa atractiva debido a su alto costo y la difícil disponibilidad en países en desarrollo.

Sin embargo, ambos materiales (Plástico y Vidrio) muestran ventajas y desventajas entre las que se pueden citar <sup>9</sup>:

**Ventajas del PET:**

- Bajo peso
- Relativamente irrompible
- Transparente
- Neutro al gusto
- Químicamente estable

**Desventajas del PET:**

- Resistencia limitada a la temperatura (deformaciones por encima de los 65°C)
- Aparición de rayas y otros efectos de envejecimiento

**Ventajas del vidrio:**

- No se raya
- No hay generación de foto productos
- Resistencia al calor

**Desventajas del vidrio:**

- Frágil (fácilmente rompible)
- Costo generalmente mayor
- Mayor peso

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 PET (terephtalato de polietileno) 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 ésto, 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.<sup>9</sup>

Existen datos de experiencias demostrativas en países: Colombia, Bolivia, Indonesia, China, Burkina Faso y Tailandia; donde el objetivo era valorar la aceptación socio-cultural de SODIS, 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, indicando las razones de su rechazo en la falta de confianza en que las bacterias puedan ser destruidas en la falta de materiales y en lo largo del proceso. Otro factor a tomar en cuenta es el costo de la implementación de la intervención, al inicio se debe invertir en concepto de capacitación y dotación de materiales, pero los costos de operación son prácticamente nulos ya que dependen de la actitud y disponibilidad de la población beneficiada y los beneficios potenciales son incalculables.<sup>10,11</sup>

#### **4.5 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 (O<sub>3</sub>) en la atmósfera superior.<sup>12,13</sup>

La luz solar tiene un impacto directo sobre los microorganismos. La radiación UV-A 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.<sup>15</sup>

La turbiedad es utilizada como parámetro para caracterizar las propiedades ópticas de los líquidos, que contienen partículas suspendidas que provocan una absorción y desviación de la luz. 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).<sup>14</sup>

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 está 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 pueden leer las letras a través del agua, la turbiedad es menor a 30 UNT.<sup>14,15</sup>

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 respaldar de la silla le da sombra a las botellas, interfiriendo con la efectividad del método.<sup>16</sup>

#### **4.6 Eficacia del Método SODIS**

La eficacia en general, mide los beneficios obtenidos por una población cuando sobre ella se aplica en condiciones ideales, una tecnología médica concreta, la cual se determina fundamentalmente de forma experimental y su validez es universal, siempre y cuando no se modifiquen las condiciones de aplicación de la intervención<sup>25</sup>.

La eficacia del método SODIS está comprobada, consistiendo en la eliminación de gérmenes patógenos del agua, para lo cual se debe cumplir con parámetros como: agua con turbiedad menor a 30 Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT), exposición a la radiación solar con cielo despejado por lo menos durante cinco a seis horas y que el agua alcance una temperatura superior a 50 °C; así como cumplir con las recomendaciones relacionadas con los recipientes que se utilizan, dentro de las que se nombran lavar con agua y jabón las botellas y tapones, filtrar el agua con sedimentos, no utilizar botellas viejas ni rayadas<sup>13-16</sup>.

En el presente trabajo, la eficacia del método en el agua es determinada por la ausencia de patógenos en el agua, determinado a través del análisis bacteriológico utilizando la técnica de la membrana filtrante. La eficacia de la intervención en sí, se mide por la cobertura del método SODIS, y por adherencia de prácticas correctas.

#### **4.7 Métodos y Técnicas para Valorar la Contaminación Biológica del Agua**

Existe un grupo de enfermedades conocidas como enfermedades hídricas, la vía de transmisión se debe a la ingesta de agua contaminada. Es conveniente determinar la potabilidad desde el punto de vista bacteriológico.

Buscar gérmenes como *Salmonella*, *Shigella*, trae inconvenientes, ya que normalmente aparecen en escasa cantidad. Por otra parte, su supervivencia en este 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, en cualquier momento puede llegar a vehicular bacterias patógenas, provenientes de portadores sanos, individuos enfermos o animales.

Existen dos formas de realizar el análisis bacteriológico del agua: Método de los tubos Múltiples y La Técnica de la Membrana Filtrante.

Método de los Tubos Múltiples; consta de las siguientes pasos:

- ✓ Esterilización
- ✓ Adición de la muestra de agua (entre 0, 1 y 100 ml)
- ✓ Incubación :  $T = 35^{\circ}\text{C}$  ,  $\Phi$  -48 horas
- ✓ Resultado :
  - o Ausencia de gases en tubo invertido, indica que los coliformes no están presentes.
  - o Presencia de gases en tubo invertido indica la evidencia presuntiva de la existencia de coliformes.

Método de la Membrana Filtrante; presenta los siguientes pasos:

- ✓ Filtración del agua a trabas de una membrana que retiene los microorganismos
- ✓ Adición del caldo de cultivo apropiado para coliformes a la membrana
- ✓ Incubación por 24 horas
- ✓ Conteo de colonias coliformes. <sup>1, 18-21</sup>.

#### **4.8 Características de Waslala.**

El Municipio de Waslala está situado en el extremo sur este de la región Autónoma del Atlántico Norte, por decretos administrativos y por la lejanía de su cabecera departamental, el Municipio es atendido político y administrativamente por Matagalpa. Fue elevado a la categoría de Municipio en el año 1989; posee una extensión territorial de 1,291 km<sup>2</sup>. El Clima es Trópico Húmedo y la precipitación promedio oscila entre los 1300-1500 mm anualmente.

La densidad Poblacional es de 31.2 hab/Km<sup>2</sup> con una población de 44,753 habitantes, según estimaciones del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos para el año 2003 (INEC), el 83% de la población es rural, la tasa de analfabetismo es de 42.3 %. El territorio está conformado por 88 comunidades, siendo accesibles por carreteras solamente el 30% de las mismas; la población es altamente dispersas en la geografía de las comunidades lo que dificulta el establecimiento de acueductos por gravedad, que si son utilizados en el casco urbano del municipio.

Dentro de los principales problemas de salud se encuentran las enfermedades diarreicas asociadas a la desnutrición, afectando al 30 % del grupo poblacional de uno a cinco años. Esta situación se empeora por la inexistencia de un sistema de acueductos y alcantarillado, lo que favorece que todos los residuos desembocan en los ríos, ocasionando su contaminación.

Existe dentro del Municipio las delegaciones Municipales del Ministerio de Salud, Ejército de Nicaragua, Policía Nacional, Ministerio de Educación. La Alcaldía Municipal es la responsable del abastecimiento de agua en el Municipio, para lo cual consta de un sistema por gravedad en los poblados de: Waslala, El Naranjo, Puerto Viejo y Kubaly; en el resto de comunidades no existen éstos tipos de sistemas, por lo cual el abastecimiento se realiza tomando agua de las fuentes superficiales existentes en cada sector sin ningún tratamiento previo.

## **V. Diseño Metodológico**

El estudio adoptó un diseño tipo pre-experimental, dentro de las llamadas estrategias de intervención comunitaria con la introducción de una nueva tecnología de desinfección del agua para consumo humano, consistente en la exposición del agua a las radiaciones solares, comparando el comportamiento de las enfermedades diarreicas antes y después de la aplicación de esta nueva tecnología en un total de seis comunidades rurales del municipio de Waslala, para ello se cuenta con los datos de línea de base levantados por el Programa Integral de Salud (PIS) antes de iniciar la intervención.

En los estudios pre experimentales se debe de cumplir al menos una de las tres condiciones para los estudios experimentales verdaderos que son: asignación aleatoria de los individuos y el grupo control, la realización de una pre prueba y un grupo control. <sup>22</sup> En este estudio no se cumple la primera condición ya que la asignación y selección de los individuos a quienes se les aplicarían los instrumentos estuvo determinada por el registro de los usuarios SODIS que lleva el PIS.

### **5.1 Población de estudio:**

Durante los meses de Julio y Agosto de 2003, se visitaron las comunidades de Buenos Aires Dudú, Dipina Central, Yaro Central, Ocote Dudú, Los Milagros Aguas Calientes y Las Vallas Central, comunidades de difícil acceso por sus condiciones geográficas y caminos de penetración, utilizando para la colecta de los datos un vehículo todo terreno hasta puntos accesibles y continuando a pie hasta las comunidades mencionadas.

Se encontró en las comunidades, viviendas dispersas por lo cual para identificarlas, el equipo encuestador se auxilió de personas originarias de las mismas comunidades. (Anexo 1)

**Cuadro 1. Familias Esperadas y Beneficiadas por comunidad con tecnología SODIS 2002-2003**

<b>Comunidad</b>	<b>Distancia Km del Caso Urbano</b>	<b>Familias Esperadas al inicio de Intervención</b>	<b>Familias Beneficiadas Junio 2003</b>
<b>Ocote Dudú</b>	<b>25 Kms.</b>	<b>20</b>	<b>17</b>
<b>San Martín Las Vallas</b>	<b>40 Kms.</b>	<b>40</b>	<b>25</b>
<b>Dipina Central</b>	<b>40 Kms</b>	<b>40</b>	<b>10</b>
<b>Buenos Aires Dudú</b>	<b>35 Kms.</b>	<b>40</b>	<b>26</b>
<b>Los Milagros Aguas Calientes</b>	<b>60 Kms.</b>	<b>20</b>	<b>26</b>
<b>Yaro Central</b>	<b>35 Kms.</b>	<b>30</b>	<b>22</b>
<b>Total</b>		<b>190</b>	<b>117</b>

Fuente: Registros PIS.

Se trabajó sobre una base de 117 familias beneficiadas distribuidas en las seis comunidades, las mismas fueron identificadas por los registros del Programa Integral en Salud (PIS), se aplicó instrumento de recolección de datos a las madres de familia para valorar el grado de apropiación del método SODIS y tomar referencia sobre los cambios de actitud y percepción de la población en estudio; además se supervisó la técnica de aplicación del método en los hogares; así mismo se realizó en cada comunidad un grupo focal con la participación 6 a 8 personas entre los que se encontraban líderes de salud, maestros, representantes de las diferentes iglesias, parteras y dos usuarias del método; cada grupo focal tuvo una duración entre 60 y 90 minutos (Anexo 2). A través del análisis se pudo medir los cambios en percepción alrededor del uso del agua de consumo humano y aceptación de la técnica de desinfección solar SODIS.

## 5.2 Análisis Bacteriológico del Agua

Se realizaron estudios bacteriológicos del agua en cada comunidad para medir los niveles de contaminación con coliformes fecales y otro tipo de bacterias, para lo cual se tomaron muestras en cada casa que utilice el método SODIS, así como de las principales fuentes de agua de la comunidad, dichos análisis se realizó en el laboratorio epidemiológico del SILAIS Matagalpa, con el requisito de que las muestras no pasaran más de 8 ocho horas desde su recolección hasta el análisis; para lo cual previamente se realizaron coordinaciones con el MINSA en Waslala y el Responsable del laboratorio epidemiológico.

Para la recolección de las muestras de agua se utilizaron bolsas recolectores estériles con sellos de presión, obteniéndose muestras de al menos 100 mililitros de agua. Para su conservación se utilizaron termos con refrigerantes congelados que permiten mantener una temperatura inferior a 10 °C. En las viviendas de las personas que utilizan el método SODIS, se solicitaba "una botella que tuviera agua expuesta a la radiación solar por al menos cinco horas y que no la hubiesen abierto antes" e inmediatamente se colectaba la muestra, etiquetándose y depositándose la muestra de forma inmediata en el termo. En el caso de las muestras de las fuentes de agua (extradomiciliares) se procedió de igual forma, cumpliendo con la condición de tomar la muestra del lugar que lo hacían las familias y el agua primeramente fue recolectada en un recipiente limpio y luego fue puesta en las bolsas recolectoras. Las muestras fueron trasladadas hacia el laboratorio epidemiológico del SILAIS Matagalpa en un periodo no mayor de ocho horas desde su recolección, rotuladas con números pero sin indicar que muestras habían sido tratadas con la tecnología.

El análisis se realizó con métodos directos, utilizando la técnica de la membrana filtrante, con diluciones de 1: 1; 1: 10 y 1: 100. Luego se procedió al cultivo utilizando el medio de Agar, con una temperatura de  $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 24 - 30 horas

### 5.3 Entrevistas en los Hogares a Madres

Para analizar el comportamiento de las enfermedades diarreicas se entrevistará a dos grupos el primero compuesto por los hogares que utilizan SODIS, donde se aplicó el cuestionario (Anexo 3) y el segundo compuesto por las familias que no utilizan el SODIS (Anexo 4), se pretende que ambos grupos tengan la misma cantidad de entrevistados.

### 5.4 Procesamiento y Análisis de la Información

Una vez obtenida la información de los cuestionarios, fueron procesadas y analizadas estadísticamente en el programa computarizado de Epi Info 6.04d, pero los resultados de grupos focales se analizaran a través de matrices de descriptores.

### 5.5 Variables de Estudio

<b>Eje</b>	<b>Técnica</b>		<b>Variables</b>
<i>Jefes de Hogar</i>	<i>Entrevista con cuestionario</i>	<i>Conocimientos</i>	<i>Calidad de Agua Método SODIS Fuente de Información Capacitación previa Métodos alternativos a SODIS</i>
		<i>Prácticas</i>	<i>Utilidad del Agua Almacenamiento del Agua Manejo del Agua</i>
		<i>Actitud</i>	<i>Aceptación de Técnica SODIS</i>
<i>Actores Claves: Autoridades Municipales, Líderes Comunitarios, Maestros, Personal del Proyecto</i>	<i>Grupo Focal</i>	<i>Conocimientos</i>	<i>Percepción del Método SODIS Beneficios Efectividad Alternativas</i>
		<i>Organización Comunitaria</i>	<i>Sistema de Monitoreo Asistencia Técnica</i>

<b>Eje</b>	<b>Técnica</b>		<b>Variables</b>
<i>Agua de Consumo</i>	<i>Observación Directa y Examen de Laboratorio</i>	<i>Aspectos Macroscópicos</i>	<i>Turbidez</i>
		<i>Propiedades Físicas</i>	<i>Temperatura</i>
		<i>Aspectos Microscópicos</i>	<i>Agentes Microbianos</i>
<i>Eficacia de SODIS</i>	<i>Muestreo de Agua</i>	<i>Resultados del Análisis Bacteriológico del Agua</i>	<i>Unidades Formadoras de Colonia en 100 ml</i>
	<i>Entrevista y Observación directa</i>	<i>Cobertura SODIS Uso correcto del método</i>	<i>Porcentaje de uso Porcentaje de familias que cumplen con los criterios de uso correcto del método</i>
<i>Indicadores de daño a la Salud</i>	<i>Presencia de casos de EDAs en los últimos tres meses</i>	<i>Situación de Morbimortalidad</i>	<i>Enfermedades Diarreicas Agudas</i>

## **VI. Descripción de los Resultados**

Según los registros del Programa Integral de Salud (PIS), 117 familias estaban utilizando el método de Desinfección Solar del Agua (SODIS) en las comunidades en donde se desarrolló el estudio, sin embargo al momento de la encuesta, sólo se encontraron 71 (60.7%) familias utilizando el mismo. Por esta razón fueron entrevistadas 71 madres (una por hogar) que realmente lo usaban.

Las familias que no continuaron con el uso del Método SODIS (46), refirieron problemas relacionados con la obtención de botellas, ya que para poder implementar el método son necesarias las botellas en buen estado, unido al hecho de presentarse condiciones climatológicas de abundante lluvia que limitaba su práctica.

Igualmente se aplicó el instrumento a 66 madres que no utilizan SODIS, para obtener una muestra con una relación uno a uno, que permitió la comparación entre usuarios de SODIS y no usuarios del método. La distribución de la muestra se realizó según uso o no del método de desinfección solar del agua (SODIS). (ver tabla 1 ).

Con el fin de realizar un abordaje integral del uso del Método y sus limitantes, se realizaron seis grupos focales, uno en cada comunidad donde se desarrolló la investigación, con la participación de líderes de salud, maestros, representantes de las diferentes iglesias, parteras y dos usuarias del método, el 66% (23) de los participantes eran hombres, las edades en su mayoría se ubican en el intervalo de 30 a 39 años; la información recolectada por los grupos focales se consolidó en matrices de descriptores determinando dos grandes aspectos: conocimiento sobre la calidad del agua que consumen relacionándola con el apareamiento de enfermedades y los aspectos relacionados con la utilización de SODIS.

El promedio general de edad de las madres entrevistadas fue de 36.2 ( $\pm 12.6$ ) años, distribuyéndose de la siguiente manera: mujeres menores de 20 años 7.3%; mujeres de 20 a 29 años 27.0%; el grupo de 30 a 39 años 33.6%; mujeres de 40 a 49 años 14.6% y el grupo de 50 a más años representó el 17.5%. (ver tabla 2)

En las comunidades las familias se abastecen de agua de distintas fuentes entre las más comunes se encuentran los pozos (entiéndase como vertientes de agua con un pequeño espacio que sirve como retención y es de donde se abastece la población) con el 63.5% (87), la quebrada ocupa el 28.5% (39), seguida por la tubería con 8.0% (11) esta última fuente se presentó en las viviendas donde los propietarios invirtieron para trasladar el agua por gravedad desde una vertiente natural hasta su hogar, pero el agua no recibe ningún tipo de tratamiento. El 82.5% (113) de las entrevistadas consideraron que la fuente de donde se abastecen de agua para consumo independientemente cual sea esta, es de buena calidad. (ver tabla 3)

El promedio de convivientes por hogar es de 6.7 ( $\pm 2.5$ ) personas por vivienda; el 35.1% (48) de los hogares entrevistados tienen menos de cinco personas conviviendo y en el 64.9% (89) conviven más de cinco personas por vivienda, éste aspecto se debe considerar ya que el número de habitante por casa se relaciona con la cantidad de agua requerida para suplir las necesidades básicas del grupo.

#### ✓ **Métodos de Desinfección de Agua**

Al evaluar el conocimiento de las mujeres entrevistadas sobre los métodos de desinfección del agua de consumo, el 86.1% (118) de las mujeres conocen la cloración, el 82.5% (113) saben que hirviendo el agua es otra forma que puede desinfectarse el agua y el 69.3% (95) conocen SODIS como método.

El conocimiento de los métodos de desinfección es relativamente alto, sin embargo no todas las mujeres refieren utilizar el método que conocen, utilizan la cloración el 32.8% (45), la ebullición la utiliza el 18.2% (25) y SODIS lo utilizan el 51.8% (71) de los entrevistados (ver tabla 4).

De las 95 mujeres entrevistadas que conocen SODIS, el 25.3% no utiliza el método; de ellas el 66.7% (16) indicaron que no lo usan debido a la escasez de botellas plásticas para implementarlo, 17.1% (4) consideraron que no tendrían mucho provecho con su utilización, el 12.5% (3) refirió que no necesitan utilizar ningún método de tratamiento de agua debido a que la fuente de donde se abastecen es limpia y el 2.4% (1) de las mismas refirieron que por las condiciones lluviosas de la zona se les haría muy difícil poder utilizarlo, estas tres últimas causas se deben evidentemente a la falta de información sobre la efectividad de SODIS.

Las personas entrevistadas con la metodología de grupo focal, en su totalidad reconocieron que en las comunidades no habrá en muchos años un sistema de abastecimiento de agua que garantice que la misma sea limpia, aduciendo que no hay interés en el gobierno local, como lo expresan "no hay esperanzas que tengamos una buena agua, la alcaldía sólo se preocupa por lo cerca de Waslala" pero también están conscientes que la población en general considera que las fuentes de agua son limpias, ya que "la gente cree que la fuente de agua es limpia, por que los pozos nace de la tierra y nadie los toca" y las personas observan que aparentemente no hay contaminación de esa agua. (ver matriz 1)

Así mismo, refieren que se conoce la existencia de al menos los métodos de cloración, ebullición y más recientemente SODIS, consideran que la cloración es difícil de implementar por que **"el cloro no nos gusta por que le cambia el sabor al agua"**.

También refirieron problemas con la obtención del mismo en su comunidad "el cloro sólo se consigue en Waslala"; en cuanto a SODIS consideran que el método es bueno pero que tiene sus problemas para poder ser aplicado **"la gente no puede usarlo por la falta de las botellas, al comienzo las daba la gente de la parroquia"**, evidentemente un requisito básico para la aplicación de SODIS, es contar con suficientes recipientes y las botellas se han dañado lo que ha generado que las personas dejan de practicar SODIS.

El conocimiento sobre las medidas preventivas es bastante adecuado, identifican claramente que el agua es un factor relacionado y por lo tanto están de acuerdo en que las familias y en especial los niños deberían estar consumiendo agua limpia y por tanto consideran que SODIS es una alternativa viable ya que no deben buscar dinero para utilizarlo; **"por nuestra propia experiencia que hemos vivido el SODIS ayuda para que no haya diarreas y no hay que gastar nada de riales"**. (ver matriz 1)

#### ✓ **Utilización de SODIS**

En los hogares que utilizan SODIS (71 hogares), el tiempo promedio de uso fue de 8.5 meses, el 28.1% (20) tenía menos de seis meses de estar utilizando el método, el 30.9% (22) llevaba un periodo de 6 a 12 meses, y el 40.8% (29) tenía más de un año de estar utilizando SODIS.

En el grupo de mujeres usuarias de SODIS el 53.5% (38) refirió que se enteró a través del líder de salud, seguido por el 36.6% (26) que refieren que conocieron del método por el promotor del Programa Integral de Salud (PIS), y sólo el 2.8% (2) indicaron que se enteraron por la radio local. A pesar que todas las viviendas visitadas donde se entrevistó a usuarias de SODIS, se encuentran en los registros del PIS como usuarios activos, sólo el 77.5% (55) de los mismos refirieron haber recibido alguna capacitación sobre la técnica de utilización del método y de ellos el 78.2% (43) refieren que la recibieron de parte del promotor del PIS y el 18.2% (10) indicaron que la recibieron por parte del líder de salud de su comunidad. (ver tabla 5)

Dentro de las usuarias SODIS, el 90.1% (64) refieren que el agua tratada es utilizada por toda la familia y el 9.9% (7) refieren que el uso se restringe para los niños. En cuanto a la frecuencia de utilización del agua que recibe el tratamiento con SODIS 38.8% (28) reveló que la utiliza sólo en ocasiones, el 31.6% (22) la utiliza siempre y el 29.6% (21) la utiliza sólo cuando están en casa.

A las mujeres entrevistadas que estaban utilizando SODIS activamente se les preguntó sobre la forma de almacenamiento del agua una vez que ésta había sido expuesta a los efectos de la radiación solar; encontrándose que sólo el 21.1% (15) guardaban el agua en las mismas botellas usadas para exponer el agua a la luz solar, el 78.9% (56) la vertía en otros recipientes para poder utilizar nuevamente las botellas.

En orden de conocer si las usuarias han experimentado problemas o dificultades para la implementación de SODIS, el 74,6% (53) refirió que han tenido algún tipo de inconveniente. De ellas el 81.1% (43) refieren que el mayor problema es la falta de botellas para desinfección del agua; el 35.8% (19) refiere que además las condiciones lluviosas de la zona han limitado la implementación de SODIS, ya que cuando está lloviendo se requiere de mayor tiempo de exposición y el sol no calienta el agua en las botellas.

Al supervisar el estado de las botellas empleadas para SODIS en cada hogar, se encontró que el promedio de botellas por vivienda era de 6,9 ( $\pm 3.3$ ). Asimismo el 95.8% (68) de los hogares presentaban botellas limpias, el 90.1% (64) tenían limpio el tapón en su parte interna que es uno de los mayores cuidados que se debe tener en la aplicación de la técnica, el 49.3% (35) de los hogares presentó botellas rayadas o deterioradas, el 78.9% (56) presentaba botellas con agua limpia y el 73.2% (52) llena completamente las botellas para iniciar la exposición a la radiación solar. (ver tabla 6)

Se solicitó en cada hogar usuario de SODIS que la mujer entrevistada hiciese el proceso de llenado y colocación de las botellas en el área que ella tuviera establecida para utilizar SODIS, así se identificó que el 95.8% (68) lavó las botellas antes de llenarlas, pero sólo el 81.7% (58) lavó el tapón de las botellas, el 73.2% (52) las llenó completamente y sólo el 33.8% (24) agita la botella cuando está siendo llenada; estos datos de la observación directa del proceso que desarrollan las mujeres en sus hogares nos dan una idea de la necesidad de reforzar la técnica de utilización del método.

En relación a la utilización de SODIS los participantes de los grupos focales, refieren que existen personas en la comunidad que aún no están convencidas del funcionamiento del método y expresan que "algunas personas no creen en el SODIS todavía, por que no saben si mata a los bichos del agua" y que además muchos lo utilizaron pero abandonaron la práctica por que el método requiere dedicación para que funcione bien, pero consideran que el proceso es fácil, barato y que contribuye a mejorar el agua que consumimos y por tanto ayuda a prevenir enfermedades. (ver matriz 2)

Además, expresaron la existencia de inconvenientes para la utilización de SODIS, relacionados con la falta de botellas y de seguimiento por parte del promotor del PIS, pero existen experiencias positivas donde las familias identifican que SODIS ha contribuido a evitar que los niños enfermen y de forma indirecta reducir los gastos en medicamentos, lo que es relevante ya que ellos mismos están identificando un valor agregado de la utilización de SODIS, para mejorar la calidad del agua que consumen.

Los entrevistados reconocieron que el agua tratada debería ser utilizada en todo momento y por todos los miembros de las familias, pero saben que no se está utilizando de esa forma y responsabilizan de esta situación a la falta de materiales por ejemplo algunos expresaron que **"al comienzo había mucho interés, pero ahora la gente no quiere por la falta de las botellas"**, lo que es evidente al visitar sus hogares donde realmente no hay suficientes recipientes para la buena utilización del método (ver matriz 2).

Así mismo, consideraron los participantes de grupos focales que necesitan apoyo con más botellas pero que las personas que ya han sido convencidas de que el método funciona lo continuarán usando aún sin acompañamiento del Programa Integral en Salud **"Nosotros lo seguimos usando y la parroquia no nos volvió a dar botellas"**; por lo que consideran que el método continuara siendo utilizado en las comunidades. (ver matriz 2)

#### ✓ **Calidad Bacteriológica del Agua**

La recolección de las muestras de agua para el examen bacteriológico, se realizó en cada vivienda que utiliza SODIS y en las principales fuentes de agua donde la población se abastece. En el caso de las viviendas SODIS se tomaron 71 muestras de las cuales el 25,3% (18) presentó resultado positivos para coliformes fecales y otro tipo de bacterias; en cambio de las muestras que se tomaron en las fuentes de agua (20) y no fueron tratadas con SODIS presentaron en el 95% (19) resultados positivo para coliformes y otras bacterias, además la carga bacteriana expresada en Unidades Formadoras de Colonias (UFC), de éstas muestras fue muy superior a la encontrada en las muestras SODIS, para las primeras en promedio fue de 300 UFC x ml<sup>3</sup> en las que se pudo contabilizar la carga bacteriana ya que en el 80% de las muestras no SODIS el resultado fue **"Demasiado Para Contar"** (DPC) y para las muestras tratadas con SODIS, pero con resultado positivo para coliformes fecales el promedio resultante del análisis bacteriológico fue por debajo de 100 UFC x ml<sup>3</sup>.

✓ **Comportamiento de las Enfermedades Diarreicas:**

Se investigó el comportamiento de las enfermedades diarreicas, basándose en la memoria de las mujeres entrevistadas fuesen estas usuarias o no de SODIS, a ellas se les preguntó si en los últimos tres meses alguien de su familia había enfermado de diarrea, de manera general en el 40.1% (55) de los hogares si hubieron casos de enfermedades diarreicas, correspondiendo a los niños menores de cinco años el 70.9% (39) de las mismas.

Al seleccionar sólo a las usuarias de SODIS, el comportamiento fue un poco diferente, en un 29.6% (21) refirieron que tenían antecedentes de diarrea en el hogar, de los cuales los niños menores de cinco años representaron el 52.4% (11 de 21) de los casos; en cambio en los hogares que no usan SODIS las mujeres entrevistadas mencionaron antecedentes de diarrea en el núcleo familiar en un 51.5% (34), y los niños menores de cinco años representaron el 79.4% (27 de 34) de los casos. (ver tabla 7)

Al analizar en el grupo usuario de SODIS la presencia de enfermedades diarreicas y relacionarlos con el tiempo de utilización del método no se encontró diferencias estadísticas, sin embargo a mayor tiempo de utilización del método menor presencia de diarreas, de tal manera que en el grupo de entrevistadas que tiene menos de 6 meses de utilizar SODIS, los episodios de diarrea se presentan en el 35% (7 de 20 entrevistadas); en el grupo de 6-12 meses se presenta en el 31.8% (7 de 22 entrevistadas) y en el grupo tiene más de 12 meses de estar utilizando SODIS el 24.1% (7 de 29 entrevistadas).

Además al valorar la frecuencia de uso del agua tratada con SODIS y la presencia de diarreas las usuarias que refieren usar el agua tratada "siempre" presentan 22.2% (6 de 27 entrevistadas) episodios de diarrea comparados con el 34.8% (15 de 43) de las entrevistadas que expresaron presencia de episodios de diarrea y que utilizan el agua tratada de forma irregular.

## VII. Discusión de los Resultados

En el estudio se encontró que solamente el 60.6% (71 de 117) de las viviendas que tenía registrado el Programa Integral en Salud (PIS) como usuarias de SODIS, realmente lo estaban siendo, dentro de las razones argumentadas por las personas entrevistadas para discontinuar la práctica, se mencionan entre otras la falta de botellas y acompañamiento por parte del promotor, así como el no tener conocimiento sobre los resultados de los análisis de agua, es decir desconocer realmente si SODIS actúa inactivando las bacterias; asimismo se identifica han influido aspectos culturales ya que muchas de las personas refieren que en las comunidades las fuentes de agua no tienen riesgo de ser contaminadas y otros opinan que la práctica del método no les traería ningún beneficio lo que nos hace cuestionar el componente de capacitación de la intervención y considerar que no ha tenido el impacto esperado; pero el presente estudio no contempla dentro de sus objetivos valorar ese componente de forma aislada, sin embargo esta información es consistente con estudios que la fundación SODIS, ha realizado para valorar la aceptación socio-cultural del método en países como Bolivia y Colombia; donde argumentan razones similares.<sup>10</sup>

Las comunidades incluidas en el estudio, han sido objeto de la intervención desde el mes de marzo del año 2002. Dentro de las mismas, la comunidad de Buenos Aires Dudú es la que tenía menos personas de las que se esperaba con la práctica de SODIS, presentando un 17% (3) de práctica activa del método.

Las otras comunidades mostraron entre 53-90% de práctica sobre lo esperado. Esta situación se debe tomar en cuenta, y revisar si se debe a la mayor dificultad en el acceso a dicha comunidad y por tanto el seguimiento por parte del Programa Integral en Salud (PIS) se debe haber dificultado aún más, para el seguimiento de SODIS el PIS había designado una persona con fondo de tiempo, disponible para el acompañamiento de las comunidades en que se implementó el proyecto, lo anterior es considerado como limitante para el buen desarrollo de la estrategia.

Dichas comunidades en algunos momentos, especialmente durante el invierno son inaccesibles y la dispersión geográfica de las viviendas limitan el poder llegar a cada hogar regularmente, sin embargo, se habían capacitado a promotores comunitarios originarios de las mismas comunidades donde se implementó el proyecto con el objetivo de fortalecer el trabajo educativo hacia la población.

Las expresiones recogidas en grupos focales, reflejan que los promotores comunitarios no son reconocidos como tal por la población, ya que en su mayoría identifican solamente al recurso asignado por el PIS como promotor sobre el tema SODIS, además las debilidades en el manejo de la información sobre temas sencillos como la calidad de la fuente de agua en las comunidades es deficiente.

Las fuentes de agua que utiliza la población en su totalidad no cuentan con ningún tratamiento, en los casos que refieren tener como fuente "tubería", la misma se basa en la iniciativa de las familias que realizaron inversión para trasladar el agua desde el pozo o quebrada hacia el hogar. Las fuentes se encuentran a la intemperie y están en riesgo permanente de ser contaminadas, sin embargo el 82.5% (113) de las entrevistadas consideraron que la fuente de donde ellas se abastecen es de buena calidad o mejor dicho esta limpia de contaminantes, aquí se incluyen el 66.1% (47) de las usuarias SODIS, lo que no se corresponde con la situación esperada en el grupo que esta siendo beneficiado con la intervención lo que de una manera indirecta valora el desempeño de los promotores comunitarios y en sí del componente de capacitación.

En el grupo de mujeres entrevistadas los conocimientos sobre los métodos de desinfección del agua como cloración y ebullición son alto por arriba del 80%, situación similar a la reportada en la línea de base previa a la implementación que elaboró el PIS en Febrero de 2002, donde se identificó que el conocimiento era alto cercano al 80%, pero antes y ahora la práctica de los métodos de desinfección del agua es baja cercana al 10 %.

Así mismo, en la actualidad el 69% (95) conoce SODIS y antes no habían escuchado hablar del mismo, el grupo de mujeres (24) que conocen el método pero no lo utilizan aducen a parte de la falta de botellas que el utilizarlo no les traería ningún provecho, o no lo utilizan por que la fuente de abastecimiento es limpia y también refieren que las lluvias frecuentes de la zona limitan el desarrollo del mismo, lo que traduce debilidades en el componente de capacitación e información que ha ejecutado el PIS en las comunidades referente a SODIS.

Para entender un poco la diferencia entre el conocimiento y la práctica de los diferentes métodos de desinfección del agua, se consulto en los grupos focales identificando en los mismos que hay conocimiento pero no la costumbre de utilizar un método de desinfección, siendo la razón de mayor fuerza la cultural, expresando muchos de los participantes que el cambio en el sabor del agua limita la utilización de la cloración y la ebullición, otro factor importante es el bajo nivel educativo de la población que genera una falta de importancia sobre los cuidados de la salud y los buenos hábitos higiénicos sumado a la alta pobreza que experimentan los habitantes de estas comunidades. En el caso del método de desinfección solar del agua (SODIS) es evidente y todos lo identifican como la principal limitante la falta de botellas para realizar la exposición del agua a la luz solar, lo que ya se había identificado en trabajos previos de estudiantes de la maestría en salud pública del Centro de Investigación y Estudios para la Salud (CIES) en los años 2002 y 2003 23,24; la falta de botellas es una limitante fundamental para poder utilizar este método pero importante es resaltar que las botellas no son nada especial sino que son las mismas en que se distribuyen bebidas gaseosas (Coca Cola, Pepsi, Etc) y por consiguiente lo debilidad ha consistido en no poder desarrollar una estrategia de recolección de botellas tomando en cuenta que en el poblado de Waslala se distribuyen este tipo de gaseosas y además se podrían obtener en otras cabeceras municipales y poblados vecinos.

Al supervisar las viviendas que utilizan SODIS se pudo comprobar que las familias en su mayoría han hecho esfuerzos para brindar las condiciones mínimas para desarrollar de manera apropiada la técnica de SODIS, en el 90.1% (64 de 71) las botellas se encuentran fuera del alcance de los animales domésticos y ello se debe a la construcción de estantes alejados de la sombra de los árboles, se considera que esto se debe resaltar ya que es una muestra de la disponibilidad que tiene la población, sin embargo se detectan algunos errores en la aplicación de la técnica sobretodo relacionados con el llenado y estado de las botellas, así como con el grado de turbiedad que debe tener el agua para la exposición a la radiación solar y más aún en el momento de almacenar el agua donde solo el 21.5% (15 de 71) la mantenía en las mismas botellas que es uno de los requisitos básicos de la técnica de SODIS,<sup>8</sup> por lo que se relacionó este hecho con los casos de diarrea encontrándose un OR de 0.83 aunque sin significancia estadística.

Además, es importante resaltar que para la adecuada utilización del método SODIS, el uso del agua tratada debe ser permanente por los miembros de la familia y de esta forma garantizar su contribución a la prevención de enfermedades diarreicas, sin embargo sólo el 38% (27 de 71) de las usuarias de SODIS lo realizó de esta forma, presentando éste grupo una menor probabilidad de padecer enfermedades diarreicas (OR 0.53) comparándolo con las entrevistadas que indicaron usar el agua "a veces" o "solo en la casa" , pero los resultados no presentan significancia estadística.

Como se podrá identificar, existen dificultades con la aplicación de la técnica ya que se orienta que el agua tratada debe permanecer en las botellas en que se expuso a la radiación hasta que el agua vaya a ser utilizada y además esta agua debería ser empleada por toda la familia y en todo momento para lograr un verdadero impacto en la mejoría de la salud.

Esto no se está cumpliendo debido entre otras causas a la falta de botellas, falta de acompañamiento de los promotores comunitarios a los hogares que están utilizando el método lo que se corresponde con lo expresado por las entrevistadas que indicaron que sólo el 21.5% (15) de las mismas habían sido visitadas por el promotor SODIS.

Al tomar en cuenta estos errores de la técnica y haciendo una revisión de las experiencias en otros países como Bolivia, Honduras y Colombia, los mismos son comunes para todos, en principio el aspecto cultural-educativo constituye la más grande y primera barrera para la implementación de SODIS, luego se identifican los mismos errores de seguimiento a los promotores y beneficiarios de la intervención y por último la falta de materiales para lograr consolidar la práctica del método; por lo que se debería valorar estos aspectos y dar mayor énfasis al componente de capacitación y monitoreo de las actividades de los promotores.

Los resultados del examen bacteriológico del agua revelaron que el 25.3% (18 de 71) de las muestras SODIS tuvieron resultado positivos para coliformes fecales y otro tipo de bacterias en cambio de las muestras que se tomaron en las fuentes de agua y no fueron tratadas con SODIS fueron en el 95% (19 de 20) de los casos positivos y la carga bacteriana de estas fue demasiado alta para contar (DPC) en el 80% de las muestras y en el 20% restante tuvo un valor promedio de 300 colonias por  $\text{mm}^3$ , superior a la encontrada en las muestras SODIS que en promedio fue de 100 colonias por  $\text{mm}^3$ , lo que identifica que a pesar de los problemas de aplicación de la técnica los resultados muestran una reducción en la carga bacteriológica del agua que la población consume, lo que es positivo tomando en cuenta que estas comunidades no contaran con un sistema de agua segura dentro de muchos años.

Las enfermedades diarreicas son causadas por múltiples factores dentro de ellos la ingesta de agua contaminada juega un papel importante y por eso se trato de determinar el impacto de SODIS en la prevención de las mismas, tomando en cuenta que este era el único factor que diferenciaba a las familias incluidas en el estudio.

Al comparar la ocurrencia de cuadros diarreicos entre los grupos, se encuentra que en los usuarios de SODIS habían antecedentes de cuadros diarreicos en los últimos tres meses en el 29.6% (21 de 71) y en el grupo de no usuarios se presentó un 51.5% (34 de 66) a estos datos se aplicaron pruebas estadísticas resultando un OR (Odds Ratio) de 0.40 con significancia estadística (valor de  $p < 0.05$ ), lo que se interpretaría como que la utilización de SODIS es un factor protector contra enfermedades diarreicas; sin embargo surge la pregunta sobre el posible factor de confusión por el alto número de personas conviviendo por hogar, por lo que se valora el comportamiento de diarrea en el grupo de hogares que conviven con menos de cinco personas y el OR de es 0.78 pero sin significancia estadística y para el grupo de hogares que convive con más de cinco personas el OR fue de 0.26 y significancia estadística; los resultados anteriores respaldan de forma estadísticas que SODIS es un factor protector para el apareamiento de casos de diarrea, sobretodo en los hogares con mayor número de miembros.

En general las personas entrevistadas tienen buena apreciación del método de desinfección solar del agua (SODIS), aunque reconocen las limitantes que tienen al no contar con suficientes materiales para su implementación, pero un aspecto muy positivo es la idea de continuar con SODIS, producto del convencimiento por la experiencia que han tenido al ver una reducción en el número de casos de diarrea en sus familias; por lo que se considera que esta es una fortaleza que debería utilizarse para lograr una mayor integración del resto de la población.

## VIII. Conclusiones

1. La eficacia del método de desinfección solar del agua (SODIS) en las comunidades en estudio, reflejada por la ausencia de gérmenes patógenos en el análisis bacteriológico del agua es del 74.6%.
2. La eficacia con respecto al cumplimiento de los criterios de uso del Método SODIS fue del 38% a nivel poblacional.
3. De la población registrada por el Programa Integral en Salud en seis comunidades del municipio de Waslala como usuarias del método SODIS, sólo el 60.7% lo está utilizando actualmente.
4. Se identifica que la causa principal del no uso del método SODIS por la población en las comunidades incluidas en el estudio, es la falta de botellas.
5. El 69.3% de las entrevistadas en las seis comunidades incluidas en el estudio conocen el Método de Desinfección Solar del Agua (SODIS) y lo identifican como una alternativa para evitar las enfermedades diarreicas y mejorar la salud de la población.
6. Se ha experimentado reducción del 21.9% de los casos de enfermedades diarreicas en los hogares que utilizan el Método de Desinfección Solar del Agua (SODIS) comparándolos con los hogares que no lo utilizan en las seis comunidades estudiadas y estadísticamente representa un factor que disminuye el riesgo de padecer este tipo de enfermedades.

## **IX. Recomendaciones**

1. Involucrar a los líderes de salud que trabajan con el Programa Integral de Salud (PIS), en el seguimiento de la intervención para asegurar la correcta aplicación del método SODIS en las comunidades, haciendo énfasis en la consejería sobre el estado óptimo de las botellas utilizadas y el manejo del agua tratada.
2. Promover entre la población que reside en los principales caseríos de Waslala la recolección de botellas plásticas y entregarlas a las familias que están utilizando el Método de Desinfección Solar del Agua (SODIS) con la participación de otros actores sociales como el Ministerio de Salud y el Ministerio de Educación.
3. Revisar el papel que juegan los promotores comunitarios de SODIS en la disseminación de la información y la correcta aplicación del método de Desinfección Solar del Agua (SODIS).
4. Incentivar entre los promotores comunitarios el uso apropiado de SODIS, que garantice ejemplo de aplicación en su comunidad.

## X. Bibliografía

1. *Ángel Mejía, Gilberto. Interpretación Clínica del Laboratorio. 5ta. Ed. Bogota. Editorial Médica Internacional. 1996*
2. *Republica de Nicaragua. Encuesta Nicaragüense de Demografía y Salud 2001. IMPRIMATUR, Managua, 2002.*
3. *Fundación SODIS. Materiales de Difusión 2001 [www.sodis@supernet.com.bo](mailto:www.sodis@supernet.com.bo)*
4. *Red SODIS -América Latina Una Buena Elección. Número 3 Mayo 2002 Pagina 2-3.*
5. *Isselbacher, Kurt et al. Harrison: Principios de Medicina Interna. Volumen 2. 13va Edición. Interamericana 1994. España*
6. *Piédrola, Gil. Medicina Preventiva y Salud Pública. 10 ma Ed. Barcelona, MASSON S.A 2001*
7. *CDC Atlanta. USA. Manual de Sistemas de Agua Segura. 2003. [www.cdc.gov/spanish](http://www.cdc.gov/spanish)*
8. *Fundación SODIS. Desinfección Solar del Agua. Notas Técnicas # 1  
SODIS en Breve. Bolivia, 1998.*
9. *Fundación SODIS. Desinfección Solar del Agua. Notas Técnicas # 2  
Materiales: Plástico frente al Vidrio. Bolivia, 1998.*
10. *Fundación SODIS. Desinfección Solar del Agua. Notas Técnicas # 15  
Aplicación de SODIS: Aceptación. Bolivia 1998.*
11. *Fundación SODIS. Desinfección Solar del Agua. Notas Técnicas # 16  
Aplicación de SODIS: Costos. Bolivia 1998*
12. *Fundación SODIS. Desinfección Solar del Agua. Notas Técnicas # 3  
Materiales: Envejecimiento de las botellas PET. Bolivia, 1998.*
13. *Fundación SODIS. Desinfección Solar del Agua. Notas Técnicas # 5  
Condiciones Climáticas: Radiación Solar. Bolivia 1998.*
14. *Fundación SODIS. Desinfección Solar del Agua. Notas Técnicas # 6  
Efectos de las Estaciones y el Clima. Bolivia 1998*
15. *Fundación SODIS. Desinfección Solar del Agua. Notas Técnicas # 8  
Calidad del Agua: Concentración de Oxígeno. Bolivia 1998.*

16. *Fundación SODIS. Desinfección Solar del Agua. Notas Técnicas # 9 Eficiencia de SODIS: El Proceso. Bolivia 1998.*
17. *Fundación SODIS. Desinfección Solar del Agua. Notas Técnicas # 13 Aplicación de SODIS: Procedimiento. Bolivia 1998.*
18. *OPS. Guías para Elaborar normas de calidad del agua de bebida en los países en desarrollo. Abri2002. Publicación 02.78*
19. *OPS. Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Lima 2002.*
20. *Organización Mundial de la Salud. Epidemiología Básica. Washington, D.C OPS 1993.*
21. *Robens Centre for Public and Environmental Health. Oxfam Delagua, Manual del Usuario. 2000.*
22. *Piura López, Julio. Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. 4ta Ed. Managua. 2000.*
23. *Marín Rivas, Carlos et al. Evaluación Proyecto: Mejoramiento del Agua de Consumo Humano en Ocho Comunidades Rurales de Waslala. Noviembre 2002 (Trabajo de Módulo) Maestría en Salud Pública 2001- 2003. Centro de Investigaciones y Estudios para la Salud.*
24. *Ulloa, Verónica et al. Evaluación de la Desinfección Solar del Agua (SODIS) en Ocote Dudú, Waslala. Junio 2003. (Trabajo de Módulo) Maestría en Salud Pública 2001-2003. Centro de Investigaciones y Estudios para la Salud.*
25. *OPS. Evaluación Epidemiológica de tecnologías de salud. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS) Instituto de Salud Carlos III. Madrid, España 1995*

# **Anexos**

**Anexo 1**

**Mapa Municipio de Waslala  
Comunidades Utilizando SODIS**



◆ Comunidades Usuarias de SODIS

## Anexo 2

**"Eficacia de la desinfección solar del agua (SODIS) en seis comunidades del municipio de Waslala, Región Autónoma del Atlántico Norte 2002- 2003"**

### TOPICOS GUIAS PARA GRUPOS FOCALES

Comunidad: \_\_\_\_\_

No. de Participantes: \_\_\_\_\_ Sexo: Masc. \_\_\_\_\_ Fem \_\_\_\_\_

Edad de participantes 20-29 años \_\_\_\_\_

30-39 años \_\_\_\_\_

40+ años \_\_\_\_\_

#### **I. Conocimiento de la población sobre la Calidad de Agua y la relación con enfermedades**

1. Consideran que la fuente de agua de donde se abastecen para tomar y preparar los alimentos es limpia? Si consideran que no, cuales son las razones?
  
2. Conocen algunas formas para mejorar la calidad del agua? .
  
3. De qué manera se pueden evitar las enfermedades como diarrea y parasitosis?

## **II: Conocimiento y Actitud de la Población sobre el método SODIS**

4. Que opinan del método de desinfección solar del agua denominado SODIS?
5. Cuáles han sido las ventajas e inconvenientes para usar el SODIS en sus hogares?
6. En sus hogares, para qué utilizan el agua tratada con el SODIS?
7. En la actualidad reciben algún apoyo por parte del Programa Integral en Salud para usar el SODIS, en el caso que éste apoyo desaparezca ustedes continuarían utilizando el método SODIS?

## Anexo 3

### "Eficacia de la desinfección solar del agua (SODIS) en seis comunidades del municipio de Waslala, Región Autónoma del Atlántico Norte 2002- 2003"

Entrevista dirigida a madres en hogares que utilizan el método SODIS, para la desinfección del agua de consumo.

#### II. GENERALIDADES:

1. No. De Entrevista: \_\_\_\_\_
2. Comunidad: \_\_\_\_\_
3. Edad de la Entrevistada : \_\_\_\_\_
4. No de personas conviviendo: \_\_\_\_\_

#### III. CALIDAD DEL AGUA:

5. Fuente de Agua de Consumo:
- |          |       |         |       |
|----------|-------|---------|-------|
| Pozo     | _____ | Río     | _____ |
| Quebrada | _____ | Tubería | _____ |

6. Cómo considera la calidad del Agua que consumen :

Buena: \_\_\_\_\_ Mala : \_\_\_\_\_

7. Conoce alguna formas para mejorar la calidad del agua.

Cloración \_\_\_\_\_ Hervir \_\_\_\_\_ SODIS \_\_\_\_\_ No sabe \_\_\_\_\_

La utiliza actualmente: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

#### IV. USO DE SODIS:

8. Cuánto tiempo tiene de utilizar el método SODIS: \_\_\_\_\_

9. Quién le informó sobre el método SODIS?:

Líder de Salud:	_____	Promotor del PIS	_____
Radio Waslala	_____	Maestro de Localidad	_____
Familiar	_____	Otro	_____

10. Confía en que el método mejora la calidad del agua Si \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

11. Ha recibido capacitación sobre SODIS: Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

12. Quién le impartió la capacitación:

Líder de Salud:	_____	Promotor del PIS	_____
Radio Waslala	_____	Maestro de Localidad	_____
Familiar	_____	Otro	_____

13. Aparte del SODIS, usted le da algún tratamiento al agua que consumen.

Cloración \_\_\_\_\_ Hervir \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

14. Una vez que el agua ha sido tratada, que hacen con ella:

Colocan en otros recipientes \_\_\_\_\_  
La guardan en las botellas \_\_\_\_\_

15. Quiénes utilizan el agua tratada con SODIS:

Solo usted \_\_\_\_\_ Los niños menores \_\_\_\_\_ Toda la familia \_\_\_\_\_

16. Con qué Frecuencia utiliza el agua tratada con el método SODIS:

Siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_ Sólo en la Casa \_\_\_\_\_

17. Para que utiliza el agua tratada con SODIS:

Sólo para tomar \_\_\_\_\_ Tomar y Preparar Frescos \_\_\_\_\_ Cocinar \_\_\_\_\_

18. Han tenido algún inconveniente para utilizar el método SODIS.

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Explique:

19. En los últimos seis meses ha recibido visitas del promotor de PIS?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuántas? \_\_\_\_\_

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

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuántas? \_\_\_\_\_

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

Niño menores de 5 años \_\_\_\_\_ Joven o Adulto \_\_\_\_\_

## V. 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 4

### "Eficacia de la desinfección solar del agua (SODIS), en seis comunidades del municipio de Waslala, Región Autónoma del Atlántico Norte 2002 -2003"

Entrevista dirigida a madres de hogares que no utilizan el método SODIS.

#### I.- GENERALIDADES:

1. No. De Entrevista: \_\_\_\_\_
2. Comunidad: \_\_\_\_\_
3. Edad de la Entrevistada : \_\_\_\_\_
4. No de personas conviviendo: \_\_\_\_\_

#### II. CALIDAD DEL AGUA:

5. Fuente de Agua de Consumo:

Pozo \_\_\_\_\_ Río \_\_\_\_\_  
Quebrada \_\_\_\_\_ Tubería \_\_\_\_\_

6. Cómo considera la calidad del Agua que consumen :

Buena: \_\_\_\_\_ Mala: \_\_\_\_\_

7. Conoce alguna formas para mejorar la calidad del agua.

Cloración \_\_\_\_\_ Hervir \_\_\_\_\_ SODIS \_\_\_\_\_ No Sabe \_\_\_\_\_

La utiliza actualmente : Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

8. Si conoce SODIS, por qué no lo utiliza?

9. Usted le da algún tratamiento al agua que consumen. Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
(Si la Respuesta es Si, contestar las preguntas 10,11 y 12)

10. Con qué Frecuencia utiliza el agua tratada.

Siempre \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_ Solo en la Casa \_\_\_\_\_

11. Para qué utiliza el agua tratada:

Sólo para tomar \_\_\_\_\_ Tomar y Preparar Frescos \_\_\_\_\_ Cocinar \_\_\_\_\_

12. Han tenido algún inconveniente para tratar el agua con el método que usted utiliza.

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Explique:

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

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuántas? \_\_\_\_\_

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

Niño menor de 5 años \_\_\_\_\_ Joven o Adulto \_\_\_\_\_

**Tabla 1**

Distribución de familias usuarias y no usuarias del método SODIS entrevistadas en seis comunidades de Waslala, Julio – Agosto 2003.

Comunidad	Usuarías SODIS Esperadas	Entrevistas Usuarías SODIS	Porcentaje de Utilización SODIS	Entrevistas No Usuarías SODIS	Porcentaje No usuarias SODIS	Total Familias entrevistadas	Porcentaje Familias entrevistadas
Ocote Dudú	17	14	82.3	12	18.2	26	18.9
Las Vallas Central	25	17	68.0	14	21.2	31	22.6
Dipina Central	10	9	90.0	8	12.1	17	12.5
Buenos Aires Dudú	17	3	17.6	8	12.1	11	8.0
Los Milagros	26	14	53.8	10	15.2	24	17.5
Yaro Central	22	14	63.6	14	21.2	28	20.5
<b>Total</b>	117	71	100.0	66	100.0	137	100.0

Fuente: Entrevistas comunitarias.

**Tabla 2**

Distribución etárea de las mujeres entrevistadas en seis comunidades de Waslala Julio – Agosto 2003.

Grupo Etáreo	Mujeres Entrevistadas (n=137)	Porcentaje
10 – 19 años	10	7.3
20 – 29 años	37	27.0
30 – 39 años	46	33.6
40 – 49 años	20	14.6
50 - + años	24	17.5

Fuente: Entrevistas comunitarias.

**Tabla 3**

Fuente de Abastecimiento de Agua de los hogares entrevistados en seis comunidades de Waslala, Julio – Agosto 2003.

Fuente de Abastecimiento	Hogares Abastecidos (n=137)	Porcentaje
Pozo	87	63.5
Quebrada	39	28.5
Tubería	11	8.0

Fuente: Entrevistas comunitarias.

**Tabla 4**

Conocimiento y práctica de métodos de desinfección de agua, en seis comunidades de Waslala Julio – Agosto de 2003

Método de Desinfección	Conocimiento sobre el método (n=137)	Porcentaje	Práctica activa del método (n=137)	Porcentaje
Cloración	118	86.1	45	32.8
Ebullición	113	82.5	25	18.2
SODIS	95	69.3	71	51.8

Fuente: Entrevistas comunitarias

**Tabla 5**

Información y capacitación a usuarias de SODIS, en seis comunidades de Waslala Julio – Agosto de 2003

Medio utilizado	Información sobre SODIS (n=71)	Porcentaje	Capacitación sobre SODIS (n=55)	Porcentaje
Líder de Salud	38	53.5	10	18.2
Promotor del PIS	26	36.6	43	78.2
Radio Waslala	2	2.8	1	1.8
Familiar	2	2.8	-	-
Otro	3	4.2	1	1.8

Fuente: Entrevistas comunitarias

**Tabla 6**

Supervisión del estado y llenado de las botellas utilizadas para SODIS, en seis comunidades de Waslala Julio – Agosto 2003. (n=71)

Variable	Número	Porcentaje
Botellas Pintadas	8	11.3
Botellas Limpias por fuera	62	87.3
Botellas limpias por dentro	68	95.8
Botellas rayadas	35	49.3
Tapón limpio por dentro	64	90.1
Botellas llenas de agua completamente	48	67.6
Botellas con agua transparente	56	78.9
Botellas reciben sol seis horas sin obstáculos	64	90.1
Botellas fuera del alcance de animales	64	90.1
Botellas lavadas correctamente	68	95.8
Tapón Lavado correctamente	58	81.7
Llenado completo de las botellas	52	73.2
Botellas agitadas al ser llenadas	24	33.8
Botellas cerradas adecuadamente	70	98.6

Fuente: Entrevistas comunitarias

**Tabla 7**

Comportamiento de Enfermedades Diarreicas entre hogares usuarios y no usuarios de SODIS, en seis comunidades de Waslala Julio – Agosto 2003.

Variable	Usuarios SODIS (n=71)		No Usuarios SODIS (n=66)	
	No	Porcentaje	No	Porcentaje
Diarrea	21	29.6	34	51.5
Niños < 5 años	11	52.4	27	79.4

Fuente: Entrevistas comunitarias

## Matriz de Descriptores 1

Conocimiento sobre calidad de agua y relación con enfermedades, en seis comunidades de Waslala, julio – agosto 2003.

Descriptor	Fuentes de abastecimiento	Tratamiento del Agua	Prevención de Enfermedades
Calidad de Agua	<p>Las fuente de agua no tienen ningún tratamiento en nuestras comunidades</p> <p>La gente cree que la fuente de agua es limpia, por que los pozos nace de la tierra y nadie los toca.</p> <p>Realmente el agua puede estar contaminada pero que se hace, si es la que tenemos.</p> <p>La gente no quiere entender que el agua que tenemos no es limpia.</p> <p>No hay esperanzas que tengamos una buena agua, la alcaldía sólo se preocupa por lo cerca de Waslala.</p>	<p>Mucha gente no sabe como descontaminar el agua.</p> <p>Algunos conocen formas como clorando el agua, hirviéndola y ahora el SODIS.</p> <p>La gente no trata el agua por que hay problemas para conseguir el cloro y botellas.</p> <p>El cloro no nos gusta por que le cambia el sabor al agua.</p> <p>El cloro sólo se consigue en Waslala.</p> <p>Hervir el agua no es bueno por que el agua se pone fea y se gasta la leña.</p> <p>A veces se hace el esfuerzo de hervir el agua para los niños chiquitos.</p> <p>El SODIS es bueno pero a la gente no puede usarlo por la falta de las botellas, al comienzo las daban la gente de la parroquia.</p>	<p>Se deben cuidar las comidas de los chavalitos chiquitos.</p> <p>Bebiendo agua limpia.</p> <p>Por nuestra propia experiencia que hemos vivido el SODIS ayuda para que no hayan diarreas y no hay que gastar nada de riales.</p> <p>Se previene la enfermedad con una buena higiene de las personas.</p>

Fuente: Grupos Focales

## Matriz de Descriptores 2

Aspectos relacionados con la utilización de SODIS, en seis comunidades de Waslala, Julio – Agosto 2003.

Descriptor	Opinión sobre SODIS	Resultados con SODIS	Uso del agua tratada	Sostenibilidad
Utilización de SODIS	<p>Es una forma fácil de descontaminar el agua.</p> <p>Es bueno por que no cambia el sabor del agua.</p> <p>Es barato, solo se necesita tiempo.</p> <p>Es muy tequioso y por eso uno se aburre de hacerlo.</p> <p>Es adecuado para nosotros por que no requiere de dinero.</p> <p>Algunas personas no creen en el SODIS todavía, por que no saben si mata a los bichos del agua.</p>	<p>Al comienzo había mucho interés, pero ahora la gente no quiere por la falta de las botellas.</p> <p>Hay menos casos de diarreas en los que la usamos.</p> <p>Es bueno por que los chavalos se enferman menos y no se gasta en medicina.</p> <p>Los que lo seguimos usando es por que creemos en lo que dicen que mejora el agua.</p> <p>Hay que tener buena paciencia para usarlo bien.</p> <p>Estaba mejor cuando la promotora venia más seguido.</p>	<p>Se debería usar para todo.</p> <p>La mayoría de las personas lo usan solo para el agua que beben.</p> <p>Se utiliza para beber y cocinar.</p> <p>La falta de botellas no hace que tengamos suficiente agua para todo,</p>	<p>Hay muchas personas que lo usan y nadie le ha dado nada.</p> <p>Dependerá del convencimiento de cada familia.</p> <p>Nosotros lo seguimos usando y la parroquia no nos volvió a dar botellas.</p> <p>Lo más difícil es conseguir las botellas y ya con ellas se hace.</p> <p>Por nuestra parte siempre lo seguiremos usando.</p> <p>Evitar que los chavalos se enfermen nos hará continuar con el SODIS.</p>

Fuente: Grupos Focales