



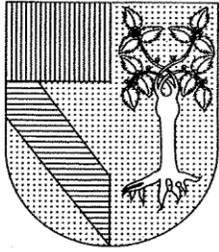
UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

ACEPTACIÓN DEL MÉTODO DE DESINFECCIÓN SOLAR DEL AGUA SODIS,
PROMOVIDO POR LA CONAFOR EN EL GRUPO COMUNITARIO IJIYOTEOTL
UBICADO EN ATACCO, JALISCO, MÉXICO

Tesis presentada para optar por el título de
Maestro en Desarrollo Social
con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios
de la SECRETARIA DE EDUCACION PÚBLICA,
según acuerdo número 20090547 fecha 07-VIII-09.

Zapopan, Jal., 14 de enero de 2013



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

Zapopan, Jalisco. 17 de enero del 2013

MTRA. SUSANA ANA MARÍA OCHOA TORRES
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE
EXAMENES DE RECEPCIONALES
PRESENTE.

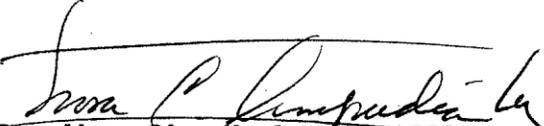
Me permito hacer de su conocimiento que **ALFREDO MAYÉN MENA** de la Maestría en Desarrollo Social, ha concluido satisfactoriamente su trabajo de titulación con la alternativa de TESIS, titulada:

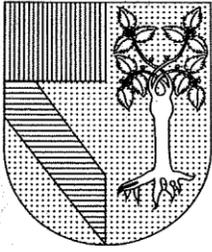
“Aceptación del método de desinfección solar del agua ‘Solar Water Disinfection’, promovido por la Comisión Nacional Forestal, en el grupo comunitario *Ijyoteotl* ubicado en Atacco, Jalisco, México”

Manifiesto que, después de haber sido dirigida y revisada previamente, reúne todos los requisitos técnicos para solicitar fecha de Examen de Grado.

Agradezco de antemano la atención prestada y me pongo a sus órdenes para cualquier aclaración.

ATENTAMENTE


Dra. Nora Claudia Ampudia Márquez
ASESORA DE TESIS



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

17 de enero 2013

DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Alfredo Mayén Mena
Presente.

En mi calidad de presidente de la Comisión de Exámenes de Grado, y después de haber analizado el trabajo de titulación presentado por usted en la alternativa de **TESIS**, titulada:

“Aceptación del método de desinfección solar del agua ‘Solar Water Disinfection’, promovido por la Comisión Nacional Forestal, en el grupo comunitario *Ijiyoteotl* ubicado en Atacco, Jalisco, México”

Le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen de Grado, por lo que deberá de entregar seis ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

ATENTAMENTE

Mtra. Susana Ana María Ochoa Torres
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN
DE EXAMENES RECEPCIONALES

Agradecimientos

A Dios, por guiarme y darme la oportunidad de ayudar a los demás.

A mis padres, quienes con su amor y ejemplo constante me han apoyado a continuar
avanzando en la misión de ser felices.

A mi familia por su apoyo incondicional en la realización de mis metas individuales y
colectivas.

A la Universidad Panamericana sede Guadalajara, por sus grandes valores y visión para
desarrollar y fortalecer nuestras capacidades a través de la Maestría en Desarrollo Social.

A mis maestros, porque de todos aprendí que el esfuerzo continuo y sostenido por mejorar
debe ser permanente.

A mi asesora de tesis, Pilar Pérez, por su guía permanente, su paciencia y alegría por la
vida.

A mis compañeros de la Maestría, por su entrega y pasión para tener una sociedad mejor.

“Todo el oro del mundo no significa nada,
lo que perdura son las buenas acciones
que hacemos para nuestros semejantes”.

Adolfo Prieto

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO I. LA PROBLEMÁTICA DE LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO.	10
I.1 La situación mundial del agua de calidad para el consumo humano.	17
I.2 La situación en México en relación al agua de calidad para el consumo humano.....	19
I.3 Los tipos de pobreza en México.....	21
I.4. Soluciones para el tratamiento domiciliario en la desinfección del agua.	25
I.4.1 La desinfección del agua por ebullición.....	26
I.4.2. La desinfección del agua por cloración con pastillas o líquidos de consumo casero.....	26
I.4.3. La desinfección solar del agua.	27
I.4.4 El purificador solar de agua y esterilizador ultravioleta.	28
I.5. La Comunidad de Atacco, del municipio de Tapalpa, Jalisco.	31
I.6. El Grupo comunitario Ijyoteotl, S. de P.R. de R.L.	32
CAPÍTULO II. EL MÉTODO SODIS COMO PROCEDIMIENTO DE DESINFECCIÓN SOLAR DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD DE ATACCO, TAPALPA, JALISCO.....	39
II.1 Descripción del método SODIS.....	40
II.2 Aspectos de salud del método SODIS.	42
II.3. Aceptación social del método SODIS.....	46
CAPÍTULO III. REFLEXIONES TEÓRICAS SOBRE EL MÉTODO DE DESINFECCIÓN SOLAR DEL AGUA: SODIS.	49
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA APLICADA EN LA COMUNIDAD DE ATACCO, TAPALPA, JALISCO. PARA LA MEDICIÓN DE LA ACEPTACIÓN DEL MÉTODO SODIS.....	53

CAPÍTULO V. RESULTADOS DE LA ACEPTACIÓN DEL MÉTODO SODIS EN EL GRUPO DE MUJERES IJIYOTEOTL.....	59
V.1. Resultados de la encuesta aplicada, previa a la capacitación del método SODIS....	61
V.2. Resultados de la encuesta aplicada, posterior a la capacitación del método SODIS.	69
CONCLUSIONES.....	74
BIBLIOGRAFÍA.....	79
ANEXOS.....	82

INTRODUCCIÓN

En el año 2011, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en coordinación con otras instituciones, desarrolló y complementó, como primer objetivo propuesto, un purificador solar de agua que mejoraba la calidad del agua de ríos y pozos; así como la de tomas de agua. Sin embargo, dicho purificador solar de agua tenía inconvenientes que no le permitieron ser aceptado debido a razones de costo beneficio.

Fue así, como se inició la búsqueda de otra solución que permitiera desinfectar el agua, teniendo las siguientes características: utilizar la energía solar, que fuera un proceso económico, eficiente y al mismo tiempo que pudiera ser utilizado en comunidades rurales e indígenas.

El primer método científicamente aprobado, que se encontró para purificar el agua, fue el que se conoce como SODIS; fue probado técnicamente a nivel bacteriológico en diferentes países y con excelentes resultados en relación al mejoramiento de la calidad del agua.

El reto fue realizar una investigación que permitiera probar la aceptación o rechazo del método SODIS en México y, de ser el caso, implementarlo en un grupo organizado de personas.

Fue seleccionado el grupo comunitario Ijyoteotl ubicado en el municipio de Tapalpa, Jalisco en la comunidad de Atacco; el cual fue escogido por ser un grupo de mujeres organizadas con antecedentes de origen náhuatl.

El objetivo fundamental, de esta investigación de posgrado, es el de medir la aceptación del método de purificación de agua SODIS promovido por la CONAFOR.

**CAPÍTULO I. LA PROBLEMÁTICA DE LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA EL
CONSUMO HUMANO.**

Para comenzar hay que tener en cuenta que las comunidades rurales e indígenas forestales, se encuentran enclavadas en los principales ecosistemas conocidos como: bosques, selvas, manglares, zonas áridas y semiáridas.

En México, quien atiende estas zonas es la Comisión Nacional Forestal, CONAFOR, la cual trabaja para fortalecer los ecosistemas mexicanos y las capacidades de sus habitantes.

La misión de la CONAFOR es impulsar la protección, conservación, restauración y aprovechamiento forestal, mediante programas y políticas públicas basadas en el modelo de desarrollo social y forestal sustentable, para contribuir a conservar el capital natural y mantener la provisión de servicios ambientales, en beneficio de quienes poseen los recursos forestales y de la sociedad en general (Conafor, 2012).

Su visión es ser una institución pública reconocida a nivel nacional e internacional por su contribución eficaz, eficiente y transparente en la protección, conservación, restauración y aprovechamiento de los ecosistemas forestales de México, en corresponsabilidad con la sociedad y los tres órdenes de gobierno, para legar a las futuras generaciones la riqueza forestal de la que hoy somos beneficiarios.

De acuerdo a la información publicada en la página web de la Comisión Nacional Forestal, se tienen los principales objetivos institucionales:

- Contribuir a la conservación y protección de los recursos forestales.
- Elevar los niveles de producción, productividad y competitividad del sector forestal.
- Restaurar los ecosistemas forestales degradados.
- Impulsar la participación organizada de los silvicultores.
- Fortalecer los procesos de educación, capacitación, transferencia de tecnología y divulgación de la cultura forestal en las comunidades rurales e indígenas forestales del país.

Es necesario conocer lineamientos generales de la organización de la oficina de la Comisión Nacional Forestal: después del Director General -que es nombrado directamente por el C. Presidente de la República- en el organigrama de la CONAFOR, se encuentra la Coordinación General de Educación, Divulgación y Desarrollo Tecnológico.

La presente investigación, depende de dicha Coordinación, por lo que es necesario conocer las funciones que realiza, estipuladas con base en la Ley General de Desarrollo Sustentable (DOF, 2008); entre otras funciones se realiza en esta dependencia:

De acuerdo al Art. 146:

I. Coordinar los esfuerzos y acciones que en materia de investigación, desarrollo, innovación y transferencia tecnológica requiera el sector forestal del país.

II. Identificar las áreas y proyectos prioritarios en materia forestal en las que sea necesario apoyar actividades de investigación, desarrollo, innovación y transferencia tecnológica forestal.

VII. Promover la transferencia de tecnología y los resultados de la investigación forestal en forma óptima y sustentable.

IX. Impulsar la investigación participativa con los campesinos, productores, prestadores de servicios técnicos forestales e industriales.

Con relación al Art.147:

I. Promover y realizar campañas permanentes de difusión y eventos especiales orientados al logro de la participación organizada de la sociedad en programas inherentes al desarrollo social y forestal sustentable.

II. Alentar la recopilación, análisis, implementación y divulgación de investigaciones forestales exitosas en el ámbito regional, nacional e internacional.

VI. Contribuir al diseño, formulación, elaboración y publicación de materiales de comunicación educativa y guías técnicas actualizadas, que reorienten la relación de la sociedad y lo forestal.

Con base en el estatuto orgánico de la CONAFOR (DOF, 2006) en su Artículo. 20, menciona que la Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico estará a cargo de un Coordinador General que tendrá entre sus atribuciones las siguientes:

I. Promover y dirigir programas nacionales de educación, capacitación, cultura, investigación y transferencia de tecnología en materia forestal, fomentando la participación de las comunidades rurales e indígenas.

V. Identificar e impulsar las áreas y proyectos prioritarios en materia forestal en las que sea necesario apoyar actividades de investigación, desarrollo, innovación y transferencia tecnológica forestal.

VI. Impulsar la investigación participativa con los campesinos, productores, prestadores de servicios técnicos forestales e industriales.

VII. Operar el mecanismo para la realización de cursos de capacitación adiestramiento y transferencia de tecnologías, que el sector forestal requiera en las comunidades y regiones forestales y a través de las sociedades organizadas.

XXI. Contribuir al diseño, formulación, elaboración y publicación de guías técnicas que reorienten la relación entre la sociedad y lo forestal.

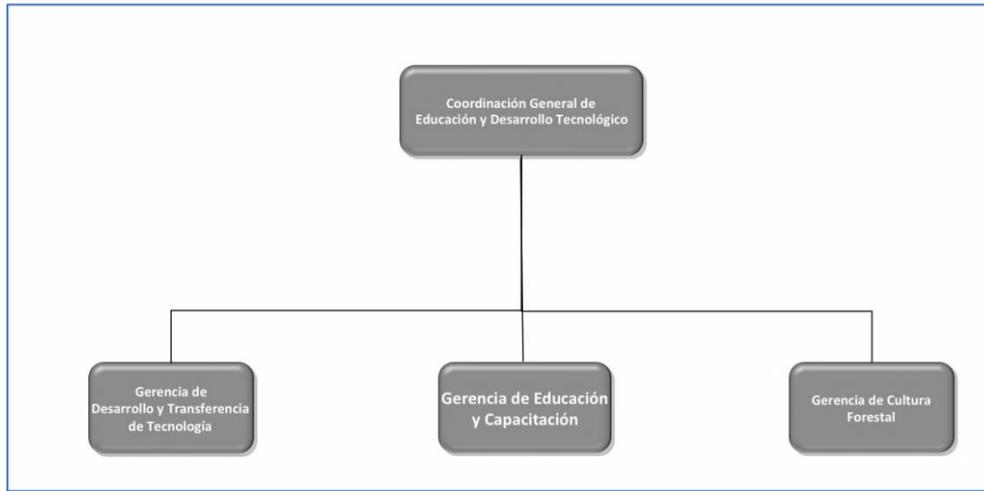
XXII. Promover, organizar y coordinar la integración de un sistema que reúna, analice, clasifique y divulgue por los medios más idóneos, los frutos de las investigaciones forestales exitosas que se han dado en el ámbito regional, nacional e internacional.

XXV. Representar a la CONAFOR y a su titular ante los comités, comisiones u organismos públicos, privados, nacionales o internacionales relativos a educación, capacitación, investigación y cultura forestales.

En el mismo estatuto orgánico de la CONAFOR Artículo 5. Fracción IX, se menciona que la Coordinación General de Educación, Divulgación y Desarrollo Tecnológico (CGEyDT) tiene a su cargo tres gerencias (véase Figura 1), que con base en el programa estratégico forestal 2025, tienen los siguientes objetivos:

- Gerencia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología; sus objetivos son lograr que los esfuerzos y las acciones interdisciplinarias e interinstitucionales en materia de investigación y desarrollo tecnológico se articulen de una manera eficaz y eficiente; así como transferir oportuna y eficazmente los conocimientos y tecnologías que produzcan mejor calidad de vida para los habitantes de zonas rurales e indígenas; fortalecer los mecanismos de difusión e intercambio de información científica y tecnológica forestal.
- Gerencia de Educación y Capacitación, Fomentar la capacitación práctica para productores-capacitadores, acorde a cada tipo de actividad, el trabajo operativo en condiciones reales, una mayor incorporación de las mujeres; así como operar y administrar las tres escuelas de bachillerato técnico forestal dirigidas a hijos de habitantes en las zonas rurales e indígenas forestales del país.
- Gerencia de Divulgación de la Cultura Forestal, tiene por objetivo divulgar de manera masiva y mediante acciones regionales todo aquello relacionado con el fomento de la cultura, el conocimiento, la investigación y la tecnología forestal. (CONAFOR, 2001).

Figura 1.1. Organigrama simplificado de la Coordinación General de Educación, Divulgación y Desarrollo Tecnológico (CGEyDT), de la CONAFOR.¹



De manera adicional la Coordinación General de Educación, Divulgación y Desarrollo Tecnológico de la CONAFOR, ha basado sus acciones cotidianas en valores como: honestidad, sinceridad, responsabilidad, creatividad, respeto, imparcialidad, compromiso, entrega, legalidad, lealtad, servicio, honradez, trabajo en equipo, transparencia, inteligencia, alegría y ética.

Es así como, la Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico de la CONAFOR, busca aportar soluciones tecnológicas que a través de la formación de capacidades y materiales de divulgación pueda fomentar el bienestar de los habitantes de las zonas rurales e indígenas forestales.

Dentro de estas acciones, uno de los grandes problemas detectados en las comunidades rurales e indígenas forestales a nivel mundial, es que carecen de saneamiento en el agua de consumo humano; por lo que es necesario profundizar tanto en la situación mundial como en nuestro país, en relación a diferentes aspectos del agua que consume la persona humana; al igual, de la implementación de un sistema de purificación accesible a las circunstancias de dichos lugares.

¹ Fuente: CONAFOR, Manual de la Organización. 2001.

I.1 La situación mundial del agua de calidad para el consumo humano.

En el año 2002, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (ONU, 2002), en sus artículos 11 y 12, otorga a todos los seres humanos el derecho a contar con agua suficiente, a precio asequible, físicamente accesible, segura y de calidad aceptable para usos personales y domésticos.

Ocho años después, el 3 de agosto del 2010, la Asamblea General de Naciones Unidas y el Consejo de Derechos Humanos reconoció el derecho de acceso al agua potable como un derecho humano en el mismo nivel que otros derechos sociales como el derecho a la alimentación y el derecho a la salud (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2010).

Esta declaración como muchas otras, requieren de recursos económicos, sociales y ambientales; así como de la innovación y creatividad necesaria para que cada país, estado, municipio y comunidad a su ritmo y con sus recursos, vaya implementado las acciones necesarias para que el acceso al agua potable sea a nivel de Derechos Humanos.

De manera complementaria, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), afirma que por lo general, la ley obliga a distribuir agua de calidad que cumpla con las normas de salud. Lamentablemente esta condición, sobre todo en el medio rural, no siempre se cumple.

Fue así como, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó que el agua es el elemento más frecuente en el planeta La Tierra; 97.5% de ésta es el agua salada contenida en los mares y los océanos y sólo el 2.5% es la llamada agua dulce. Un litro de agua dulce tiene más o menos 0.1 gramos de sales disueltas, mientras que el agua salada, puede contener más de 33 gramos de sal por litro (SEMARNAT, 2007).

En las memorias del Foro Intersecretarial del Agua (CDHDF, 2005) se menciona que una persona debe ingerir al día una cantidad de agua que represente por lo menos 3% de su

peso, lo que significa que el promedio necesario de agua por persona es de aproximadamente 2 litros al día.

Así mismo, el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2011), reportó que el consumo de agua contaminada y la higiene deficiente son las causas principales de las enfermedades diarreicas calculadas aproximadamente en unos 4.000 millones de casos anuales. Adicional a lo anterior, se comenta que este tipo de enfermedades por consumo de agua contaminada provocan en todo el mundo más de 3 millones de muertes, de las cuales 1.5 millones aproximadamente corresponden a niños y niñas menores de cinco años.

Solamente para las muertes de niños menores de cinco años, cuando se divide entre los 365 días del año, arroja un resultado de 4,109 niños menores de cinco años que mueren al día por enfermedades diarreicas causadas por el consumo de agua contaminada e higiene deficiente; si se realiza el cálculo en segundos, se obtiene que cada 20 segundos muere un niño en el mundo debido a la carencia de agua para consumo humano y ausencia de higiene.

En este sentido la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), informa que estas cifras de muertes infantiles ocurren en su mayoría en países en vías de desarrollo y que se calcula una disminución de al menos un 30% con hábitos tan simples como lavarse las manos con agua y jabón.

Dentro de este tema, datos proporcionados en el IV Foro Mundial del Agua, (CONAGUA, 2006) se comenta que aproximadamente la mitad de la población mundial sufre de una o más de las enfermedades como diarrea, lombrices o tracoma y que son asociadas a la falta de agua de calidad para beber.

Así mismo, los datos del Consejo Mundial del Agua en 2010, revelan que: uno de los problemas más graves es la contaminación fecal del agua; ya que al menos, se calcula que la mitad de la población mundial nace, vive, juega y trabaja en un ambiente de contaminación fecal.

Resultado de lo descrito, se concluye que la salud humana no sólo depende de la cantidad de agua suministrada, sino principalmente de su calidad; según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2002), más de la cuarta parte de las camas en todos los hospitales del mundo son ocupadas por enfermos cuyas dolencias se deben a la insalubridad del agua. También es importante referencia a que los microorganismos patógenos transmitidos directamente por ingestión de agua en poblaciones rurales, constituyen una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en los países en desarrollo.

I.2 La situación en México en relación al agua de calidad para el consumo humano.

Al detectar el problema internacional de la falta de agua de calidad para las actividades que conlleva la persona, es necesario considerar que México, es un país de contrastes, uno de estos y muy notorio, son las variaciones en los niveles de precipitación pluvial en cada una de las entidades.

La Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2007) menciona que en promedio, el país recibe unos 711 mm de lluvia cada año (1 mm cubico de lluvia = 1 litro por m²); aunque la variación de unas zonas a otras es enorme, como es el caso de San Felipe, Baja California en donde cada año sólo llueven unos 100 mm de agua en promedio, es decir cien litros de agua por metro cuadrado; mientras que en la región de Teapa en el estado de Tabasco, el promedio de precipitación es equivalente a cuatro mil litros de agua por metro cuadrado.

Breña Puyol (Puyol, 2004) aclara que para el estado de Jalisco, la precipitación media anual es de 824 mm y, en general las lluvias se presentan en el verano.

Pero independientemente de la cantidad de agua, la calidad para la ingesta humana, debe de ser garantizada; el agua potable para consumo humano no depende únicamente de la fuente que se obtiene, sino de la calidad de la misma. Para ello Merino comenta que una de las metas inmediatas más urgentes, es que “se debe de garantizar en las zonas rurales el abasto de agua de calidad para el consumo de las personas” (Merino, 2010: 75).

A nivel nacional, en el año de 2006, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, reportó que al menos el 60% de los depósitos naturales de agua dulce monitoreados, mostraron concentraciones de coliformes fecales, por lo que el agua de estas fuentes, sería clasificada como agua no apta para consumo humano, lo que implica, entre otras cosas, que para que esta agua pueda ser utilizada para beber, deberá de pasar por un proceso de tratamiento de desinfección para mejorar su calidad.

Así mismo, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2011) ha determinado, que en todo el país, y principalmente en las zonas rurales, uno de los grandes problemas comunitarios que se enfrenta es la poca disponibilidad de agua para consumo humano.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010) existen en México, 25 millones de personas que habitan en zonas rurales, de los cuales, 6.6 millones son personas que hablan alguna lengua indígena.

Para los habitantes de las comunidades rurales e indígenas en México, es muy común utilizar para beber, agua de fuentes directas como, el agua de lluvia, de ríos, el agua subterránea obtenida a través de los pozos o bien si la comunidad cuenta con servicio de agua entubada, se bebe el agua directamente del grifo o de la llave; en algunos casos y cuando la economía así lo permite, algunas familias logran beber agua de fuentes indirectas como la de garrafón, la cual, a veces no cumple con el tratamiento correspondiente de desinfección y purificación.

En resumen, a excepción de esta última opción, y de cumplir con los procedimientos necesarios, el agua para beber muchas veces no es apta para consumo humano, ya que puede estar contaminada provocando enfermedades e incluso la muerte.

I.3 Los tipos de pobreza en México.

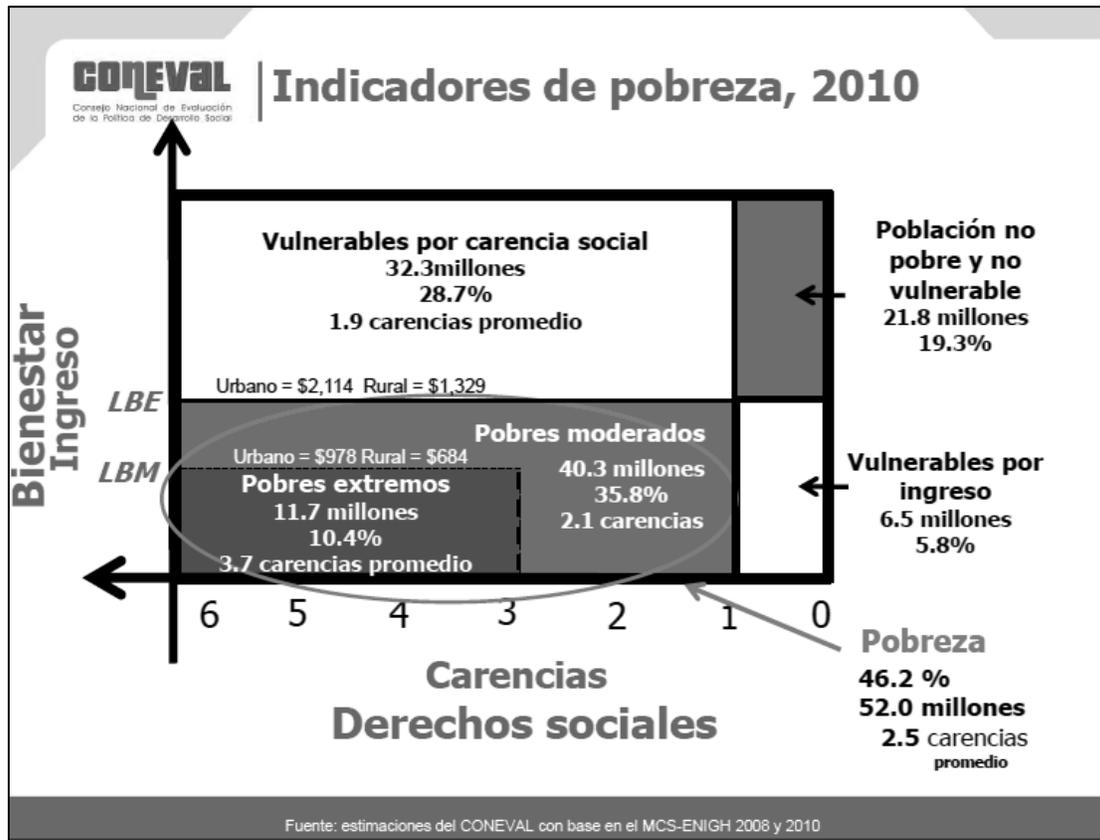
Teniendo en cuenta las circunstancias de nuestro país, en zonas rurales, en relación al agua de consumo humano, es conveniente describir las circunstancias y características en las que vive la mayoría de los mexicanos.

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), es el responsable de medir el grado de pobreza en México; para ello, ha desarrollado el concepto de pobreza multidimensional que incluye la carencia de derechos sociales como: servicios básico, salud, seguridad social, educación, vivienda, acceso a la alimentación y grado de cohesión social; adicional por supuesto a la carencia de ingresos.

El CONEVAL (2011) define a la pobreza multidimensional como la situación en la que se encuentra una persona cuando no tiene garantizado el ejercicio de al menos uno de sus derechos para el desarrollo social, y si sus ingresos son insuficientes para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades.

Indicadores de pobreza, definido por el CONEVAL con valores de julio del 2011, se puede observar en la Figura 1.2.

Figura 1.2. Los indicadores de pobreza en México.²



Según la Figura 1.2, la línea de bienestar mínima (LBM) per cápita definida para las zonas rurales, en el año 2011, es de \$684 pesos, que equivale al valor monetario necesario para adquirir la canasta alimentaria básica mensual y la línea de bienestar (LBE) rural de \$1,329 que incluye la canasta alimentaria más la no alimentaria que incluye, entre otros conceptos, el transporte público y las prendas de vestir.

Con este ejemplo se puede observar que en las zonas rurales y de acuerdo al sistema de medición de CONSEVAL, una persona requeriría de \$22.8 pesos diarios (\$684/30días) para cubrir sus necesidades de alimentación. A las personas con este ingreso, se les considera pobres moderados.

² Fuente: CONSEVAL, 2011.

Aquellos que se encuentran en las zonas rurales por debajo de esta línea de bienestar mínima son considerados como pobres extremos. A la sumatoria de pobres moderados más la de pobres extremos, más la suma de aquellos con al menos una carencia de derechos sociales, se les considera que sufren de pobreza multidimensional.

A nivel nacional, como lo muestra la Figura 1.2, son un aproximado de 52 millones de personas mexicanas las que se encuentran en esta situación de pobreza.

Por lo que dio lugar a realizar una comparación como se muestra en la Tabla 1.1, con valores de pobreza del CONEVAL para México país, el estado Jalisco y el municipio de Tapalpa; se puede observar que el nivel de pobreza, incluyendo moderada y extrema, para el país es de 46.3%; para el estado de Jalisco de 37% y para el municipio de Tapalpa de 65.1%.

Tabla 1.1. Comparativo porcentual de la pobreza: México – Jalisco – Tapalpa.³

Ámbito	País/ Estado/ Municipio	Población Total	% Pobreza (incluye extrema y moderada)	% Población con ingreso inferior a la línea bienestar	% Carencia Servicios Básicos en la vivienda
Nacional	México	112,590,130	46.3	52.0	23.0
Estado	Jalisco	7,374,128	37.0	43.0	12.4
Municipio	Tapalpa	18,511	65.1	67.6	21.7

De la misma manera se puede observar que el porcentaje de población con ingreso menor a la línea de bienestar es del 52% para México, 43% para Jalisco y 67.6% para el municipio de Tapalpa.

En relación al tema de carencia de servicios básicos en la vivienda, en la Tabla 1.1, se puede observar que en México hay una carencia a nivel nacional del 23% de la población, para Jalisco de 12.4% y para Tapalpa 21.7%.

Es así como se considera, según la CONEVAL, la carencia en el acceso a los servicios básicos en la vivienda, cuando las familias tienen al menos una de los siguientes tres características:

- El agua se obtiene de un pozo, río, lago, arroyo, pipa; o bien, el agua entubada la obtienen las personas, por acarreo de otra vivienda o de la llave pública o hidrante.
- No cuentan con servicio de drenaje en las casas habitación o el desagüe tiene conexión a una tubería que desemboca a un río, lago, mar, barranca o grieta.
- No disponen de energía eléctrica en el hogar.

³ Fuente: CONEVAL, 2011

- El combustible que se usa para cocinar o calentar los alimentos es leña o carbón sin chimenea.

En México la ausencia en la vivienda de un servicio básico como lo es la ausencia del agua, ya es considerando dentro de las variables que definen la pobreza multidimensional.

I.4. Soluciones para el tratamiento domiciliario en la desinfección del agua.

Teniendo en cuenta los datos porcentuales comparativos de los indicadores de pobreza, de México, del estado de Jalisco y del municipio de Tapalpa; se describe a continuación una solución para tener agua de calidad en los hogares de las familias más necesitadas de servicios básicos, en nuestro país.

Como se ha mencionado, la ausencia de agua potable, junto con la presencia de agua contaminada para el consumo humano es un gran problema en las comunidades rurales e indígenas forestales; por lo que, para fortalecer las capacidades de los habitantes de las zonas rurales, la CGEyDT fomenta la investigación, desarrollo, implementación, validación y transferencia de tecnologías ecológicas, mejor conocidas como ecotecnias.

El concepto de ecotécnica o eco tecnología, hace referencia a todas aquellas tecnologías que permiten una operación sostenible, es decir, limpia, económica y ecológica para generar bienes y servicios necesarios para el desarrollo de la vida diaria (CDI, 2006) . De manera adicional, se debe mencionar, que las ecotecnias que van dirigidas a las zonas rurales e indígenas, deben ser desarrolladas con materiales que se encuentren en la localidad, que sea de fácil implementación, de bajo costo y mantenimiento sencillo.

Para los países en desarrollo, la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2002) comenta que existen diversas ecotecnias, prometedoras por su efectividad para la desinfección del agua a utilizar para el consumo humano, entre ellas, se encuentran: la ebullición, la cloración, así como la desinfección solar por la acción combinada del calor y de la radiación ultravioleta.

A continuación se mencionan cada una de ella y sus procesos:

I.4.1 La desinfección del agua por ebullición.

La Organización de Estados Americanos (OEA-AIC, 2006) menciona que hervir el agua aniquila las bacterias, los coliformes fecales, los virus y los parásitos. Una vez que el agua hierve, se debe sostener el hervor un minuto al nivel del mar, añadiendo un minuto más por cada 1,000 metros de altitud. Es importante destacar que el sabor del agua no cambia.

Si se considera que cada persona requiere beber al menos dos litros de agua diarios, la principal desventaja de hervir el agua es la gran cantidad de energía requerida para satisfacer la necesidad de beber al menos dos litros de agua diarios por habitante.

Muchas veces en las comunidades rurales e indígenas, (Red Iberoamericana, 2004) el proceso de ebullición del agua, se dificulta debido al trabajo que implica la recolección de leña que se encuentre en la comunidad o bien la escasez o ausencia de la misma; así mismo y como comentario adicional a la dificultad de este proceso, es importante comentar que al hacer el proceso de ebullición del agua con leña u otros materiales orgánicos, se presenta una variación pronunciada en el sabor del líquido; haciendo que este método sea insostenible desde el punto de vista económico, ambiental y social; por lo que no sería un proceso sustentable.

I.4.2. La desinfección del agua por cloración con pastillas o líquidos de consumo casero.

Otra forma de desinfectar el agua es utilizar cloro para eliminar los microorganismos, tanto las bacterias como los virus, que se encuentran en el agua. Sin embargo, menciona Méndez y Solsona (Méndez, 2002) que es importante recalcar que este tipo de tratamiento requiere de la disponibilidad en la comunidad del cloro en forma líquida o en pastillas, la cual no siempre puede ser garantizada.

Así mismo, debido a que el cloro es una sustancia peligrosa para el cuerpo humano, la dosis recomendada no debe de ser rebasada a la indicada y debe de manejarse con extremo cuidado.

De manera adicional se comenta que el agua tratada con cloro también modifica su sabor, lo cual causa desagrado y rechazo en muchas comunidades rurales, por lo que prefieren métodos alternativos, en ocasiones no efectivos, o bien no llevar a cabo ningún proceso de desinfección y purificación para el agua.

I.4.3. La desinfección solar del agua.

Una tercera opción para obtener agua para consumo humano, es por medio de la desinfección solar; consiste en la combinación de un aumento de la temperatura y la aplicación de radiación ultravioleta proveniente del sol; dicho proceso es conocido como el método RUV.

La Organización Mundial de la Salud, menciona que cuando los rayos solares directos, así como la radiación ultravioleta que se encuentra en ellos, penetran el agua, provoca que la temperatura del agua se incremente, esto sucede en un tiempo aproximado de entre cinco y seis horas, llegando a rebasar los 65 grados centígrados, lo cual destruye virus y bacterias incluyendo los coliformes fecales (OMS, 2002).

Los métodos de desinfección solar son relativamente económicos, fáciles de implementar y no presentan variación alguna en el sabor del agua; por lo que, por su simplicidad y practicidad, son aplicables a nivel familiar y se recomienda su implementación para que población rural obtenga agua purificada para consumo humano.

I.4.4 El purificador solar de agua y esterilizador ultravioleta.

En el año 2011, la Comisión Nacional Forestal en conjunto con el Instituto Internacional de Recursos Renovables, realizaron y validaron el Manual de Transferencia Tecnológica denominado “Purificador solar de agua y esterilizador ultravioleta”; es un proceso que utiliza la radiación solar para la desinfección de agua y ser apta para el consumo de las personas.

El producto final del manual (véase Figura 1.3), consiste en la construcción in situ de un recipiente de bajo costo y sostenible para las comunidades forestales que requieren de agua para beber a nivel doméstico; dicho mecanismo tiene como función principal la obtención de agua segura para beber a través del proceso simple de evaporación.

Figura 1.3. El purificador solar de agua.⁴



Los materiales y proceso de construcción del purificador solar de agua, que se visualizan en la Figura 1.4, permiten que el agua expuesta a la radiación solar se evapore creando

⁴ Fuente: CONAFOR, 2011.

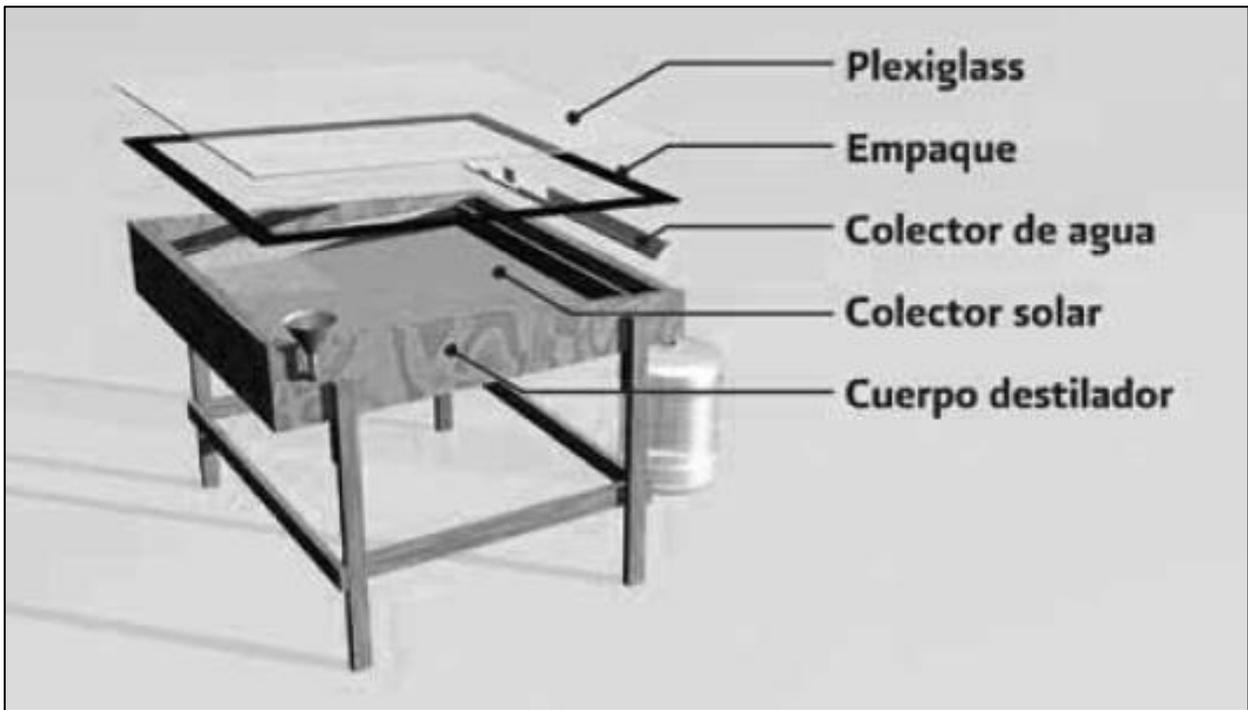
condensación en la tapa de vidrio o plexiglass, la cual escurre por gravedad, y resultado de la inclinación del vidrio al colector de agua que a su vez alimenta el garrafón de agua, lista para el consumo humano.

En este proceso de purificación, el agua llega a su punto de evaporación en un promedio de cinco horas y generando un aproximado de cuatro litros de agua por día.

El costo aproximado de los materiales, según el presupuesto realizado en el mes de enero del 2012 fue de \$1500 pesos, y el tiempo de construcción fue de un día. El proceso de construcción es realizado por la familia que resulta beneficiada del apoyo otorgado por la Comisión Nacional Forestal.

Es importante mencionar que el agua que se obtiene de este proceso, con base en los análisis realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, es considerada como agua segura para el consumo humano.

Figura 1.4. Materiales necesarios para construir el purificador solar.⁵



Algunas de las desventajas encontradas en el purificador solar de agua, son:

- El costo de la adquisición de los materiales por familia rural es elevado, con base en los datos de pobreza presentados por el CONEVAL.
- La construcción del purificador solar requiere de nociones de carpintería.
- El costo beneficio, es decir, el costo de los materiales para la construcción de \$1,500 pesos, representan la compra de 100 garrafones de agua, a un costo de \$15 pesos por garrafón en la sierra de Tapalpa a enero del 2012. Cien garrafones de agua equivalen a 2,000 litros de agua purificada.
- Si se considera que una familia tiene en promedio cuatro miembros y que cada miembro requiere beber en promedio dos litros de agua al día: dos mil litros de agua equivalen a 250 días de agua requerida para el consumo de una familia.

⁵ Fuente: CONAFOR, 2011.

- El purificador solo tiene una capacidad de producción de agua segura para consumo humano de cuatro litros diarios, lo cual es insuficiente para abastecer la necesidad de los ocho litros diarios requeridos por familia.

Ante estas desventajas, fue necesario realizar la búsqueda de un sistema de desinfección que proporcionara agua segura para el consumo humano, que fuera más económico y que permitiera ofrecer una alternativa aceptada por las familias rurales e indígenas.

Ante esta situación se optó, para purificar el agua, por el método SODIS por desinfección solar; es un proceso que utiliza los rayos y la radiación solar para desinfectar el agua contaminada. Fue el primer método probado técnicamente a nivel bacteriológico en varios países, obteniendo excelentes resultados en relación al mejoramiento de la calidad de agua; además de poder ser aplicado en comunidades rurales, por su facilidad en el proceso, al igual que en los bajos costos económicos que conlleva.

El procedimiento para obtener agua de calidad para el consumo humano con el método SODIS, se describe en el segundo capítulo.

I.5. La Comunidad de Atacco, del municipio de Tapalpa, Jalisco.

Después de profundizar en diferentes opciones para obtener agua de calidad para el consumo humano, es conveniente revisar las características de un lugar específico, de una comunidad rural; dónde es necesario aprender a obtener el agua purificada de forma sencilla y a bajos costos económicos.

Existe en el municipio de Tapalpa, Jalisco, la comunidad indígena Atacco cuyo nombre significa “Lugar donde nace el agua”, se decide hacer en esta población el presente trabajo de investigación; dicha comunidad se encuentra a tres kilómetros de la cabecera municipal; está ubicado en el suroeste del Estado de Jalisco, en las coordenadas 19° 36´ 49’’ de latitud norte y 103° 54´ 00’’ de longitud oeste; a una altura de 2,040 metros sobre el nivel del mar (Guevara, 2006). El mapa de la comunidad Atacco se visualiza en el Anexo 1.

Con base en los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la población de Atacco tiene las siguientes características:

- La población total es de 3,070 habitantes (INEGI, 2000).
- La relación a la economía familiar, los ingresos de los habitantes provienen en mayor parte de la prestación de servicios como la albañilería, servicio doméstico en casas particulares de la población de Tapalpa; otros se desempeñan como jornaleros agrícolas que trabajan en los campos de papa de la región; en menor porcentaje la gente se dedica al autoempleo como la venta de abarrotes, artesanías, tortillas y alimento.
- En promedio viven cinco personas por casa, cuya construcción cuentan con una media de tres recámaras: un 78.4% de las casas tienen un espacio para su cocina y más del 29.4% cuentan con dos o tres enseres de cocina.
- En la comunidad de Atacco se tienen dos tomas de agua potable, una proveniente del lado noroeste y otra del sur de la comunidad; por lo que se puede observar, que la comunidad recurre con cubetas y garrafones a tomar agua de la toma de agua mencionada (INEGI, 2010).

I.6. El Grupo comunitario Ijyoteotl, S. de P.R. de R.L.

En el 2008, en la comunidad de Atacco, Tapalpa, se conformó un grupo de mujeres que se nombró Ijyoteotl, cuyo nombre significa “Esperanza de Vida” en lengua náhuatl (Rodríguez Villegas, 2011). En la actualidad dicho grupo, está constituido como una Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada (S. de P.R. de R.L.); está integrado por mujeres, principalmente de la tercera edad, de origen indígena de la etnia náhuatl, cuya actividad principal, antes de formar el grupo, era ser amas de casa.

La actividad principal del grupo Ijyoteotl es el cultivo de plantas medicinales así como la elaboración de productos y subproductos de las mismas.

A la fecha, este grupo de mujeres, está legalmente constituido y poseen una infraestructura física con un módulo integral de ecotecnias distinguiéndose la Farmacia Viviente.

Sus integrantes cuentan con un amplio conocimiento en el uso, cultivo y cosecha de las plantas medicinales. Es importante mencionar que las comuneras han seguido fortaleciéndose a través del conocimiento, uso y dominio de diferentes eco-tecnologías o ecotécnia, entre las que se encuentran:

- La estufa ahorradora de leña
- El horno de pan
- El horno para producir carbón vegetal
- La lombricomposta
- Los baños secos
- El purificador solar de agua
- La casa térmica sustentable, realizada con pacas de paja; esta ecotécnia se encuentra en proceso de construcción.

Ante la problemática planteada, surgen interrogantes, tales como: ¿qué procesos tendrá que aprender una familia de una comunidad rural, para tener agua de calidad para consumo humano? ¿SODIS otorgará el permiso para aplicar su método en México? ¿Qué pasos tendrá que realizar el grupo comunitario Ijyoteotl para obtener agua de calidad para consumo humano con el método SODIS?

Por lo tanto, se implementa una pregunta de investigación que favorezca a resolver la problemática de la zona rural de Tapalpa: ¿cómo sería la aceptación del método de purificación de agua SODIS, promovido por la CONAFOR, en el grupo comunitario Ijyoteotl, de la comunidad de Atacco?

Al conocer las circunstancias de la dificultad de obtener agua purificada para el consumo humano en comunidades rurales, se pretende lograr el siguiente objetivo en la presente

investigación: medir la aceptación del método SODIS en el grupo comunitario Ijyoteotl ubicado en Atacco, Jalisco, México.

A manera de justificación del estudio, se considera la importancia de facilitar un método de obtención de agua de calidad para el consumo humano, a bajo costo, en zonas rurales y comunidades pobres de México.

Para tener conocimiento de si se puede implementar, a nivel comunidad, el método SODIS para obtener agua para el consumo humano, se decidió trabajar con un grupo organizado y que sea sensible a los beneficios que las ecotécnicas proporcionan.

Por lo que se seleccionó al grupo comunitario Ijyoteotl para realizar la investigación participativa por las siguientes razones:

- La Comisión Nacional Forestal, a través de su Coordinación General de Educación, Divulgación y Desarrollo Tecnológico (CGEyDT), ha apoyado la organización de este grupo desde el año 2008.
- Es un grupo organizado de 18 mujeres de descendencia náhuatl, que se localizan geográficamente en la comunidad de Atacco en el municipio de Tapalpa en el estado de Jalisco, México.
- Como parte del desarrollo comunitario del grupo, la CONAFOR, en vinculación con el Gobierno Municipal, así como con el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH); entre los años 2009 y 2010, inició y concluyó la remodelación de lo que se conocía como el Hospital indígena de Atacco que tiene sus orígenes desde 1534 (Ijyoteotl, 2010).
- A finales del año 2010, el inmueble conocido como Hospital indígena, se dio en comodato al grupo de mujeres.
- A inicios del año 2011, como muestra de su nivel de organización y solidaridad, se convertiría legalmente en el grupo de mujeres Ijyoteotl de Sociedad de Producción Rural.

- Según lo observado y registrado en la investigación de campo, las ecotécnicas en las que fueron capacitadas las integrantes del grupo Ijyoteotl por parte de la Coordinación General de Educación, Divulgación y Desarrollo Tecnológico (CGEyDT), de la CONAFOR y que fueron adoptadas por el grupo comunitario Esperanza de Vida son:
 - Jardín botánico medicinal: Elaboración de productos a base de plantas medicinales que se encuentran en la región: el grupo utiliza el aprovechamiento sustentable de los recursos vegetales medicinales, produciendo tinturas, jarabes, pomadas, aceites, cápsulas, plantas secas, entre otros. Con estos productos, las integrantes del grupo comunitario, puede obtener beneficios a nivel familiar y posteriormente comunitario, mediante la utilización y venta de los productos de las plantas medicinales. Con base en esta experiencia la CGEyDT-CONAFOR publicó el libro: “Usos y dosificaciones de las plantas medicinales”.
 - Lombricomposta: Las integrantes de Ijyoteotl fueron capacitadas en la producción de composta de calidad para la producción de cualquier tipo de planta forestal o de ornato, mediante esta técnica, la lombriz de tierra convierte la materia orgánica en descomposición, en abono orgánico. El uso de esta ecotécnica ayuda a fortalecer la calidad de producción de la planta.
 - Cultivo y producción de hongo seta, como una alternativa para complementar la alimentación familiar por sus características nutricionales y por su facilidad de producción permite aumentar los ingresos económicos, mediante su venta y distribución. La CGEyDT-CONAFOR publicó el recetario: “Recetas para Setas”.
 - Deshidratador de alimentos: mediante esta ecotécnica, los alimentos de forma segura y saludable se deshidratan utilizando el calor del sol, y se mantienen aislados de moscas y otros insectos transmisores de enfermedades. Mediante esta opción, se puede comercializar frutas y verduras deshidratadas. La

CGEyDT-CONAFOR publicó el manual y video de la ecotécnia:
“Deshidratador solar de alimentos”.

- Construcción de estufas ahorradoras de leña: Permite el cocimiento de alimentos de manera segura dentro del hogar, y disminuye enfermedades y muertes por contaminación de bióxido de carbono así como un uso eficiente de la leña para cocinar. La CGEyDT-CONAFOR publicó el manual y video de ecotécnia:
“Estufa ahorradora de leña”.
- Sanitarios seco generador de composta: Permite la separación de las excretas de la orina; el sanitario no requiere de agua y las excretas son utilizadas como abono de alta calidad para la tierra. Con esta ecotécnia también se disminuye la contaminación ambiental y del agua por fuentes fecales, ya sea por filtración hacia los mantos acuíferos, o por exposición ambiental. La CGEyDT-CONAFOR publicó el manual y video de ecotécnia: “Construcción de un sanitario seco”.
- Construcción de casa térmica con material de paja. Casa que en vez de utilizar ladrillos, se utiliza pacas de paja. El costo de construcción es en promedio un tercio de lo que cuesta la construcción de una casa con bloques de material o ladrillo. La resistencia térmica de la paja es de 42 puntos, cuando el adobe tiene 12, la madera uno y el ladrillo cero punto dos. La casa térmica es más barata y con mejor eficiencia térmica. La CGEyDT-CONAFOR publicó el manual y video de ecotécnia: “Construcción de una casa térmica con pacas de paja”.
- Purificador solar de agua y esterilizador ultravioleta: mejora las condiciones del agua que se obtiene del pozo, la noria o cualquier cuerpo de agua y que su potabilidad para consumo humano sea dudoso; así como eliminar bacterias y virus perjudiciales para la salud humana.

Por los antecedentes que tiene la comunidad, la desinfección de agua a través de la adopción del método SODIS en las familias del grupo organizado de mujeres Ijyoteotl les permitiría tener mejor calidad de agua para beber a un precio muy accesible.

La importancia del estudio, radica en que mejorar la calidad del agua que se consume, mediante un método que sea accesible en implementación y costos para el grupo comunitario Ijyoteotl y que a su vez científicamente haya sido comprobado a nivel internacional, podría ser la investigación primera para implementar el método SODIS a nivel nacional en comunidades rurales e indígenas.

Si mediante esta investigación, se determina la aceptación del grupo Esperanza de Vida hacia el método SODIS, se utilizaría como herramienta complementaria para tramitar que la Fundación SODIS otorgue a México el permiso para implementar el método a nivel nacional.

Teniendo el permiso para implementar el método SODIS y con el apoyo de una buena campaña social, que promueva prácticas saludables en el consumo de agua, podría proponerse a nivel de política pública, el fomentar la desinfección solar del agua para el consumo humano en comunidades rurales e indígenas del país, con dicho método.

Por todo ello, la trascendencia de la aceptación en el grupo comunitario Ijyoteotl del método SODIS, es que al ser un grupo organizado y modelo en la implementación de ecotécnicas, el grupo puede aportar una solución al problema de la carencia de agua de buena calidad para beber en comunidades indígenas y rurales a lo largo del país. Una vez que el grupo adopte el método, este se puede convertir en capacitador para otros grupos y otras comunidades indígenas y rurales.

De esta forma se buscaría multiplicar el conocimiento, como ya sucede con algunas de las ecotécnicas mencionadas en donde el grupo Ijyoteotl, ya imparte cursos de comunidad a comunidad, así como también participa en ponencias nacionales e internacionales sobre sus aprendizajes obtenidos.

Por ello, las primeras beneficiarias de la adopción de este método, serían las integrantes del grupo Ijiyoteotl y sus familias. Adicionalmente, se obtendría beneficios sociales: ya que el agua de consumo humano es primeramente una responsabilidad familiar; por lo que, mediante la ingesta de agua desinfectada y de buena calidad, existen mayores posibilidades de disminuir la transmisión de enfermedades causadas por patógenos que se encuentran en el agua no purificada.

Los beneficios económicos, redituarian en disminución de gastos en compra de garrafones de agua (de ser el caso), o un ahorro en combustibles para hervir el agua; y algo muy importante, el ahorro en gastos de salud por infecciones desarrolladas por consumir agua no apta para el consumo humano.

Una vez adoptado el método SODIS, se buscaría que los beneficios puedan ser también, para otras comunidades, ya sea en otros municipios o en otros estados del país, al igual que en aquellas zonas en donde no se puede obtener agua de forma fácil, de buena calidad para el consumo humano.

**CAPÍTULO II. EL MÉTODO SODIS COMO PROCEDIMIENTO DE
DESINFECCIÓN SOLAR DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA
COMUNIDAD DE ATACCO, TAPALPA, JALISCO.**

Después de haber profundizado en los beneficios de obtener el agua de calidad para consumo humano en una zona rural de México, como es el caso de la comunidad de Atacco, del municipio de Tapalpa en Jalisco; a bajos costos y de forma accesible para las familias de origen indígena, es oportuno ahora, describir el método SODIS, una opción de purificación de agua.

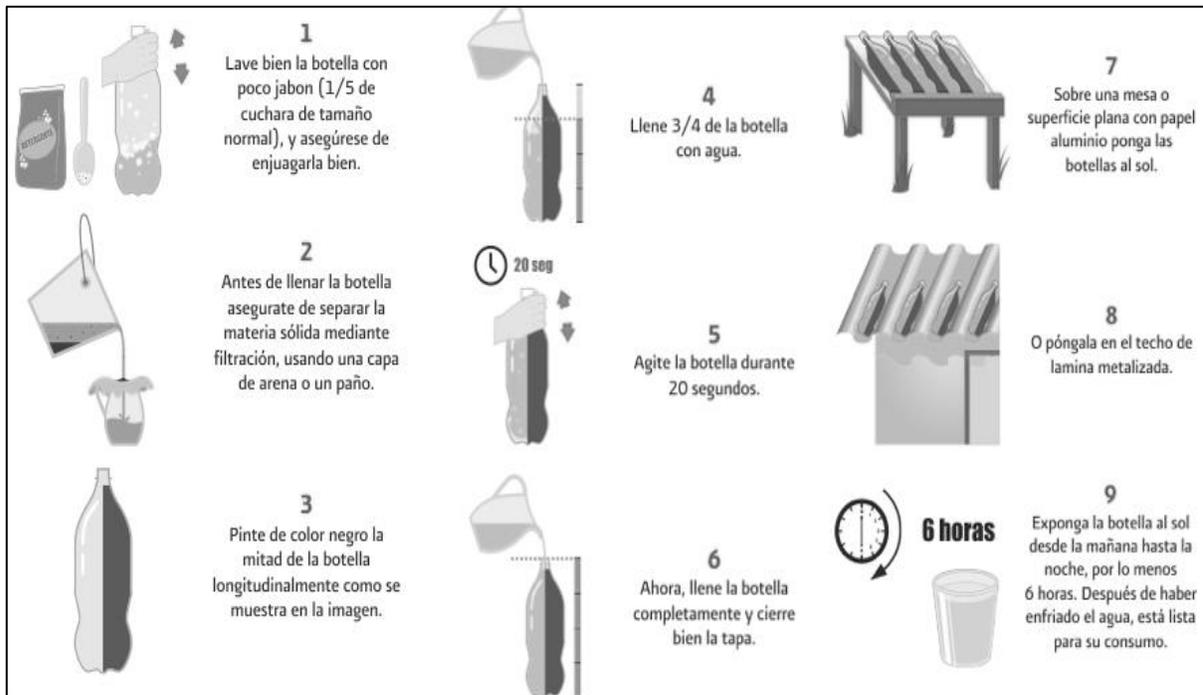
II.1 Descripción del método SODIS

Para purificar el agua de acuerdo al método SODIS, como se observa en la Figura 2.5, se necesita:

- Seleccionar una botella transparente de refresco, máximo dos litros de capacidad
- Limpiar la botella
- Pintar por fuera la mitad de la botella de color negro
- Llenar la botella de agua a tres cuartos de capacidad
- Cerrar la botella y agitar el agua por 20 segundos
- Llenar por completo la botella
- Colocar la botella sobre una superficie reflejante
- Exponer la botella a la luz del sol durante seis horas, asegurándose que durante este tiempo no le de sombra a la botella en ningún momento.

La vida de uso de estas botellas es de hasta seis meses aplicando el procedimiento descrito.
(Camargo López, 2005)

Figura 2.5. Procedimiento del método SODIS.⁶



Para llevar a cabo el método SODIS, es fundamental tener un reflector solar, es decir una lámina metalizada o bien una base de aluminio o forrada de papel aluminio, ya que como se puede observar en la Tabla 2.1, a las cinco horas de haber transcurrido la exposición del agua al sol, sin reflector, solo se obtienen temperaturas de 42.5 °C; mientras que con reflector, se alcanza una temperatura de 66.5 °C.

⁶ Fuente: EAWAG-SANDEC 2002.

Tabla 2.1. Método SODIS, temperatura obtenida con reflector solar.⁷

Comparación del incremento de temperatura usando una botella de PET, pintada longitudinalmente de negro hasta la mitad, con y sin colector solar.		
Hora	sin reflector	con reflector
9:00	21,1°C	21,1°C
14:00	42,5°C	66,5°C

II.2 Aspectos de salud del método SODIS.

La falta de disponibilidad de agua para el consumo humano de buena calidad, representa un peligro para la salud de la persona, debido a la transmisión de enfermedades por agua, tales como: la diarrea, el cólera, la fiebre tifoidea, la hepatitis A, la disentería y otras enfermedades diarreicas (Red Iberoamericana, 2004).

La desinfección solar, mejor conocida por sus siglas en inglés, como SODIS, es un proceso que utiliza los rayos y radiación solar para la desinfección del agua.

Lo documentado por Reyes, Gómez, Leal y Gelover (2004), en su publicación “Desinfección del Agua Mediante Radiación Solar” describen que SODIS emplea la energía solar para destruir los microorganismos patógenos que causan enfermedades transmitidas por el agua y de esa manera mejorar la calidad del agua utilizada para el consumo humano. Los microorganismos patógenos son vulnerables a dos efectos de la luz solar: la radiación en el espectro de luz UV-A y el calor (que causa un incremento en la temperatura del agua).

El manual realizado por la fundación SODIS (EAWAG-SANDEC, 2002) menciona que para matar el 99.9% de los microorganismos presentes en el agua, es suficiente con tener

⁷ Fuente: EAWAG-SANDEC 2002.

temperaturas sostenidas de 60 grados centígrados durante una hora (véase la Tabla 2.3), de esta manera se obtiene agua 100% desinfectada.

Se han llevado investigaciones exhaustivas posteriores tanto en el laboratorio como en el campo; por ejemplo, en el año 2006 la Organización de los Estados Americanos en vinculación con la Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo (OEA-AIC, 2006), financiaron doce proyectos bajo el título de “Investigación, desarrollo, validación y aplicación de tecnologías solares para la potabilización de agua en zonas rurales aisladas de América Latina y el Caribe”; de los doce proyectos financiados, cinco se enfocan al método SODIS, con resultados satisfactorios y conclusiones coincidentes con las presentadas por el Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Ambiental (EAWAG-SANDEC, 2002).

Tabla 2.3. Temperatura y tiempo de exposición para eliminar los microorganismos más resistentes encontrados en el agua⁸

Microorganismo	Temperatura para una desinfección al 100%		
	1 minuto	6 minutos	60 minutos
Rotavirus			63 °C por 30 min
Salmonella		62 °C	58 °C
Shigella		61°C	54°C
Vibrio cholerae			45 °C
Quistes de entamoeba histolytica	57 °C	54°C	50°C
Quistes de giarda	57 °C	54 °C	50°C
Huevos de áscaris	68 °C	62 °C	57°C
Huevos de esquistosoma	60 °C	55°C	50°C
Huevos de tenia	65°C	57°C	51°C

De la misma manera Franco (Franco, 2004) comenta que el efecto letal sobre los microorganismos perjudiciales para la salud humana se alcanza con temperaturas entre los

⁸ Fuente: EAWAG-SANDEC, 2002

50°C y 60°C, estas temperaturas se logran mediante la exposición del agua durante cinco horas aproximadamente a los rayos solares y los componentes de radiación solar ultravioleta inherentes a los mismos.

Es así también, como la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1997) realizó la clasificación de coliformes fecales por cada 100 ml de agua y su riesgo para la salud, tal como se observa en la Tabla 2.4.

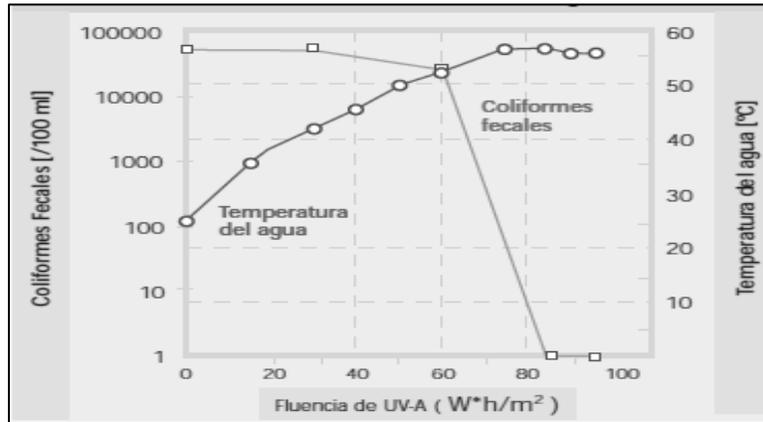
Tabla 2.4. Coliformes fecales por 100 ml de agua y su riesgo.⁹

No. de coliformes por 100 ml	Observación
0 (cero)	Cumple con las normas de la OMS
1 – 10	Bajo riesgo
10 – 100	Riesgo intermedio
100 – 1000	Alto riesgo
Mayor a 1000	Muy alto riesgo

Otra confrontación de datos del método SODIS, la realizó el Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Ambiental (EAWAG-SANDEC, 2002), donde sus resultados se presentan en la Figura 2.6; en donde la inactivación de los coliformes fecales en una botella de PET sobre un fondo negro, la muerte térmica se sucede cuando se alcanzan los 55 °C; para este caso se analiza el agua con cerca de 95,000 coliformes por 100 ml de agua se reduce a entre uno y cero.

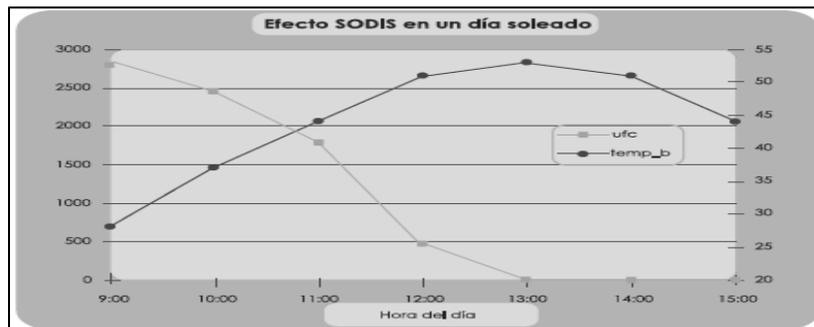
⁹ Fuente: WHO, 1997.

Figura 2.6. Inactivación de coliformes fecales mediante muerte térmica en una botella de PET sobre fondo negro y reflector solar.¹⁰



Concordante con estas investigaciones, Encinas (2002) expone, que la bacteria E.coli, es un buen indicador para determinar la contaminación fecal en el agua; el mismo Encinas presenta resultados (véase Figura 2.7), de que, en un tiempo aproximado de cuatro horas mediante el método SODIS, se produce la muerte térmica a la bacteria E.Coli antes de alcanzar los 55 °C.

Figura 2.7. Muerte térmica de E.coli mediante el método SODIS.¹¹



¹⁰ Fuente: EAWAG-SANDEC, 2002.

¹¹ Fuente: Encinas, 2003.

II.3. Aceptación social del método SODIS.

Después de haber conocido los aspectos de salud y los resultados de laboratorio, que conlleva el purifica el agua para consumo humano por medio del método SODIS, es necesario describir la aceptación social en comunidades rurales, sobre todo, de estas investigaciones.

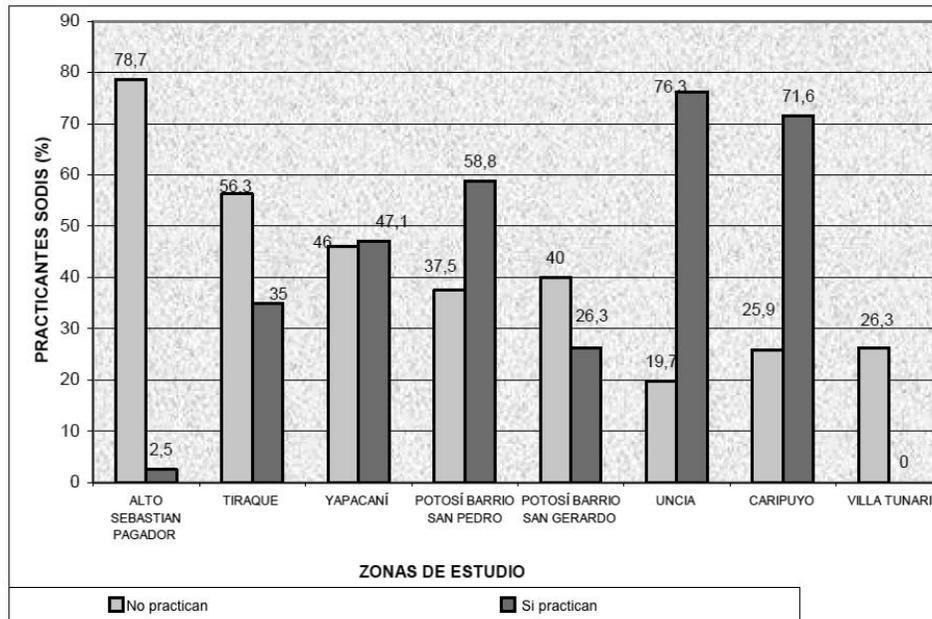
Es necesario aclarar, que la aceptación social de cualquier proceso tiene como base la confianza. Camargo López, (López, 2005), comenta que la adopción del método SODIS en comunidades bolivianas, se debió al acompañamiento en el desarrollo de capacidades y, que primeramente las personas de estas comunidades fueran informadas de las ventajas del método y el respaldo científico mismo; posteriormente capacitadas sobre las prácticas de uso correcto del método; finalmente, la adopción a nivel individual, familiar y grupal del método SODIS en dichas comunidades.

En esta investigación, se reporta que de los ocho grupos comunitarios de estudio en Bolivia que decían practicar el método SODIS, solamente en tres grupos tenían registrados que más del 50% de las familias realmente utilizaban el método SODIS.

La ausencia de acompañamiento con los grupos comunitarios, se reporta como una de las cuestiones que afectaron la adopción del método y la aceptación social.

En el mismo estudio se menciona también, que las personas que conocen el método y no lo usan, como el caso de Alto Sebastián (véase Figura 2.8), que tiene un 78% de no aceptación; se recolectaron respuestas como: “que les falta tiempo, botellas o agua clara, porque el agua tiñe las botellas, lo olvidan, por el frio”; se registra también “...porque le han dejado de enseñar, no le entendieron bien, no les gusta el sabor, les hace mal a los hijos, no confían, no creen que mate a los bichos” (Camargo López, 2005: 51). De la misma forma, se reporta que en aquellas comunidades que tuvo gran aceptación, las mujeres eran quienes tenían la responsabilidad de aplicar el método SODIS.

Figura 2.8. Porcentaje de familias practicantes de SODIS por comunidad de estudio en Bolivia.¹²



De manera contrastante, pero ya a nivel país, en diferentes continentes, el Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Ambiental (véase Tabla 2.5) reporta que en una encuesta realizada en los países de: Colombia, Bolivia, Burkina Faso, Togo, Indonesia, Tailandia, y China; a través de proyectos de demostración reveló que el 84 % de los encuestados definitivamente continuarían utilizando el método SODIS; solamente 3% respondieron que definitivamente no lo utilizarían.

¹² Fuente: Camargo López, 2005.

Tabla 2.5. Resultados por país, sobre la encuesta de aceptación de SODIS.¹³

País	Continuaré usando SODIS			
	Definitivamente	Quizás	Probablemente no	Definitivamente no
Colombia	90	8	0	2
Bolivia	93	0	0	7
Burkina Faso	70	30	0	0
Togo	93	0	0	7
Indonesia	90	5	3	2
Tailandia	97	0	0	3
China	55	45	0	0
promedio	84	12,6	0,4	3

El mismo Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Ambiental, comenta que:

SODIS constituye todavía una tecnología nueva para muchos funcionarios gubernamentales y personal de campo que mantengan dudas sobre la eficacia del método y duden en beber agua tratada de esta forma.” (EAWAG-SANDEC, 2002: 33); también menciona lo siguiente: “Los futuros usuarios frecuentemente dudan de que un método tan simple realmente funcione y sea confiable. (pág. 61).

Se menciona que habrá que hacer hincapié en que SODIS es un método nuevo, simple, seguro y atractivo para el tratamiento del agua que solo requiere la luz del sol y botellas de plástico transparente como recursos. La confianza se puede reforzar “si líderes comunales u otras personas respetadas, como los profesores, técnicos reconocidos, autoridades gubernamentales, médicos, entre otros grupos de interés, apoyan la aplicación de SODIS” ((EAWAG-SANDEC, 2002: 62).

¹³ Fuente: EAWAG-SANDEC, 2002.

**CAPÍTULO III. REFLEXIONES TEÓRICAS SOBRE EL MÉTODO DE
DESINFECCIÓN SOLAR DEL AGUA: SODIS.**

A modo de recapitulación, el objetivo de la presente investigación, es el de medir la aceptación del método SODIS en el grupo comunitario Ijyoteotl ubicado en Atacco, Jalisco, México.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2000), recomienda que para poder tener aceptación de nuevas técnicas en comunidades rurales, se recomienda trabajar con grupos comunitarios a través de medios sencillos y prácticos de investigación que permitan recopilar la información necesaria, utilizando una comunicación clara y sencilla que considere los aspectos socio-culturales de la comunidad.

De manera complementaria, Herrera Pineda (Herrera, 2005), hace hincapié en que los buenos resultados de la comunicación en la formación de capacidades, quedan demostrados con la aceptación de la nueva técnica asimilada entre el grupo comunitario objetivo.

Del mismo modo, el Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Ambiental (EAWAG-SANDEC, 2002) desarrolló, patentó y tiene los derechos de autor a nivel internacional método SODIS.

Es importante aclarar que el método SODIS, significa “desinfección solar del agua”; es una abreviación de las palabras en inglés “solar disinfection”.

Diversas instituciones a nivel internacional, entre ellas: la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), la Organización de los Estados Americanos en vinculación con la Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo (OEA-AIC, 2006), el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2004), entre otras; han reportado resultados positivos y exitosos del método SODIS en sus investigaciones.

Para México, existen investigaciones realizadas por el Instituto Mexicano del Agua (IMTA) que fueron presentadas en la Red Iberoamericana de potabilización y depuración del Agua (2004); así como por la Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo (OEA-

AIC, 2006) que financió investigaciones desde el año 2002 hasta el 2006, sobre tecnologías solares para la potabilización de agua en zonas rurales entre las que se incluía en algunos casos el método SODIS en los países de: Argentina, Brasil, Chile, México, Trinidad y Tobago; para todos los casos, se validaron los resultados sobre todo a nivel bacteriológico con resultados positivos.

Fue así como la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2009), reporta que el método SODIS es utilizado en el continente asiático por once países; en África por doce países; y en América Latina por ocho países: Bolivia, Perú, Ecuador, Salvador, Nicaragua, Guatemala, Honduras y Brasil; dentro de los cuales no se encuentra México; por ello es indispensable entonces, realizar los esfuerzos necesarios para probar su aceptación en comunidades de nuestro país, así como realizar las acciones necesarias para contar con el permiso de popularizarlo en México de forma legal.

En cuanto lo que se refiere a las latitudes más adecuadas para aplicar el método, se reportan que las más favorables se encuentran entre las latitudes 15°N y 35°N ; así como 15°S y 35°S (EAWAG-SANDEC, 2002). Es importante mencionar que el estado de Jalisco se encuentra en las latitudes de al norte $22^{\circ}45'$, al sur $18^{\circ}55'$ de latitud norte (INEGI, 2010).

La Organización Mundial de la Salud (WHO, 2009), reporta que a finales del año 2007, solamente 2.1 millones de personas utilizaban el método SODIS en todo el mundo; estos datos son contrastantes cuando la UNICEF (2004) publica que 4,000 niños mueren al día en el mundo por ingerir agua contaminada que les causa diarrea y muerte. Para 2011, la misma UNICEF, informa que aproximadamente unos 4.000 millones de casos anuales se registraban de enfermedades diarreicas causadas por el consumo de agua contaminada principalmente por coliformes fecales.

Por otro lado, el Programa Conjunto OMS/UNICEF (2012) notifica que al menos 783 millones de personas se encuentra sin acceso al agua potable en el mundo; la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2010), reporta que en el 2007 existía una población rural

de aproximadamente 24 millones de mexicanos, de los cuales más de seis millones no contaban con agua potable.

Ante estas cifras, es importante que México considere las investigaciones realizadas en otros países y los resultados óptimos obtenidos en comunidades rurales por utilizar el método SODIS para la obtención de agua de calidad para el consumo humano.

**CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA APLICADA EN LA COMUNIDAD DE ATACCO,
TAPALPA, JALISCO. PARA LA MEDICIÓN DE LA ACEPTACIÓN DEL
MÉTODO SODIS.**

Esta investigación de corte cualitativo, lleva a cabo un método de investigación participativa en una comunidad rural, dónde el tipo de estudio es exploratorio-deductivo. La muestra del estudio es no probabilística.

La participación de las personas de la comunidad rural de Atacco, Tapalpa, Jalisco, en concreto del grupo comunitario Ijyoteotl, ha impulsado a que el grupo adquiera y desarrolle nuevas habilidades del trabajo colaborativo, lo que favorece el fortalecimiento del grupo mismo.

El objetivo del presente estudio es el de medir la aceptación del método SODIS en el grupo comunitario Ijyoteotl ubicado en Atacco, Jalisco, México.

La información que se obtiene, estuvo focalizada en las mujeres de origen indígena, integrantes del grupo comunitario Ijyoteotl y su aceptación del método de SODIS, después de una semana de capacitación sobre dicho método de desinfección solar.

Con la finalidad de conocer la opinión de las integrantes del grupo rural y su disponibilidad a la capacitación, se aplicó un instrumento previo a ésta; de manera adicional se consideró aplicar un instrumento posterior a la capacitación, para aquellas integrantes que decidieron participar en la misma, con el objetivo de medir la aceptación del método SODIS.

El instrumento aplicado fue la encuesta; se realizaron preguntas directas, bajo el formato de preguntas cerradas.

El instrumento se dividió en dos partes: una aplicación previa a la capacitación (véase Anexo 2), y otra aplicación posterior a la misma (véase Anexo 3).

El instrumento previo a la capacitación fue realizado el día 13 de marzo del 2012. El instrumento aplicado posterior a la capacitación fue el día 17 de marzo del mismo año.

En relación a la selección del grupo comunitario de estudio, se seleccionó un grupo con un alto nivel de organización: las mujeres que integran el grupo comunitario Ijyoteot. Tienen como antecedentes que desde el año 2008 han sido apoyadas en el desarrollo y fortalecimiento de capacidades para el uso y aprovechamiento de eco tecnologías o ecotécnicas por parte de la CONAFOR; su nivel de organización las ha llevado a constituirse legalmente.

Uno de los frutos de este grupo de mujeres de origen náhuatl, en su mayoría de la tercera edad, es que en el año 2011 han impartido cursos de comunidad a comunidad, de las diferentes ecotécnicas aprendidas en seminarios.

Se observó en la investigación de campo, el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades de dichas mujeres; es necesario reiterar, que es indispensable el conocimiento del correcto funcionamiento del procedimiento a seguir para obtener agua de calidad para el consumo humano; del 12 al 17 de marzo del año 2012, el grupo comunitario fue capacitado en el método SODIS de la siguiente manera:

- Día 12 de marzo 2012:
 - Se dio la explicación del procedimiento a la líder del grupo, así como una capacitación inicial sobre el método de desinfección del agua para consumo humano.

- Día 13 de marzo 2012:
 - Explicación al grupo, por parte de la líder, de la propuesta de la capacitación para tener agua de mejor calidad. Se aclara que la mayoría del consumo del agua para beber es directa de la toma de la llave sur, por lo que con este método se tendrá agua de mejor calidad, para beber. Se les preguntó al grupo sobre el interés de aprender una ecotécnica adicional a las que ya conocen; la respuesta del grupo fue afirmativa.

- Se aplica el instrumento previo a la capacitación, a las integrantes del grupo comunitario Ijiyoteot.
 - El instructor-capacitador inicia el proceso de fortalecimiento y desarrollo de capacidades del método.
 - Durante cuatro horas, se explican los procesos de los siguientes temas: método SODIS, hervir agua, agregar cloro al agua.
 - Se explica del método SODIS, se proporciona la guía práctica, se responden preguntas.
 - Se prepara el material de la siguiente forma: se retiran las etiquetas de las botellas transparentes de PET1, que originalmente contenían refresco en botella no retornable de dos litros, se lavan las botellas.
 - A cada integrante se le proporcionan dos botellas.
 - Se realiza la actividad grupal conjunta de pintar las botellas a la mitad, de forma longitudinal de color negro, así como la de preparar el reflector solar
- 14 de marzo 2012:
 - Se vuelven a lavar las botellas, a solicitud de una integrante del grupo.
 - Se responde preguntas adicionales de las mujeres del grupo Ijiyoteot, dudas de los maridos y/o hijos que externaron en casa.
 - Se llena con agua hasta tres cuartos de la botella; una por participante, se deja para el día siguiente la otra botella disponible.
 - Al unísono contando del 1 al 20 todas las integrantes del grupo agitan las botellas cerradas para airar el agua.
 - Se llena la botella al tope de los dos litros.
 - Se colocan las botellas (una por participante) con la parte transparente hacia el sol, y la parte pintada hacia el reflector solar.
 - Hay una revisión por participante sobre la colocación de la botella, se corrigen detalles.
 - El instructor hace hincapié en que las botellas deben de estar bien expuestas al sol y que no les debe de dar sombra en ningún momento.

- Se exponen las botellas al sol, siendo las 9:45hrs del día.
 - Se continúa con la sesión de respuestas y preguntas; el grupo se retira a realizar sus actividades y se convoca a reunión seis horas más tarde, para revisar las botellas.
 - A las 15:45hrs, el grupo se reúne con el capacitador; una a una se van abriendo las botellas y midiendo la temperatura por botella y participante.
 - Se registró el siguiente dato: la temperatura promedio del agua es entre 63°C y 65°C.
 - Las participantes se encuentran sorprendidas; una de ellas menciona que tiene una olla solar, en la que cocina y que es el mismo principio el que se aplica.
 - Las mujeres llegan a la conclusión que si el agua de las botellas alcanza esas temperaturas, y con las tablas mostradas de los grados a los que se mueren los bichos, pueden entonces adquirir agua más pura que la de la llave.
 - El coordinador recuerda que la botella examinada, se debe dejar enfriar y hasta que al día siguiente se puede beber.
 - Se refuerza la necesidad de tener un adecuado manejo del agua, para que no se contamine el agua desinfectada.
- 15 de marzo 2012
 - La reunión vuelve a iniciar, como todos los días anteriores a las nueve de la mañana; previa a la cita dada, las mujeres del grupo Ijyoteot , llevan a los niños a la escuela y dan de desayunar al marido.
 - El coordinador hace hincapié de la importancia de tener dos botellas de agua pintadas, por cada persona que habite en el hogar.
 - Se refuerza la importancia de beber dos litros de agua por persona en la casa.
 - Para la segunda botella por participante del grupo, se realiza el mismo procedimiento anteriormente descrito: se explica que de esta forma, pueden beber el agua desinfectada del día anterior; la que se va a colocar el día de hoy, será para poder beberla al día siguiente, de esa forma tendrán agua para beber todos los días;

de la misma manera, se recuerda que se puede poner a desinfectar tantas botellas como personas vivan en la casa.

- Por tarde, se vuelven a realizar los mismos procedimientos de medición de temperatura, con resultados similares al día anterior.

- 16 de Marzo 2012

- Se repite el proceso, pero esta vez el instructor participa solamente como observador.

- 17 de Marzo 2012

- Se repite el proceso de aplicación del método SODIS por participante.
- Se aplica el instrumento de evaluación posterior a la capacitación.

**CAPÍTULO V. RESULTADOS DE LA ACEPTACIÓN DEL MÉTODO SODIS EN
EL GRUPO DE MUJERES IJIYOTEOTL.**

El instrumento aplicado en esta investigación, fue la encuesta; se aplicó a un total de 16 de las 18 integrantes del grupo de mujeres Ijyoteotl; es equivalente a ocho novenas partes de la muestra: es decir, un 88.88% del total de las mujeres que forman el grupo Ijyoteotl. No pudieron participar en la investigación todas las personas integrantes del grupo, debido a que dos de ellas no pudieron participar en ninguna de las etapas debido a las siguientes causas: una participante tenía que presentarse a su trabajo profesional, la otra estuvo enferma en los días que se aplicó el instrumento.

Los resultados obtenidos se presentan en dos fases, correspondiente a las dos fases de encuestas aplicadas: antes de la capacitación, y después de la capacitación, sobre el conocimiento del método SODIS, como una opción del agua para consumo humano, por medio de la desinfección solar.

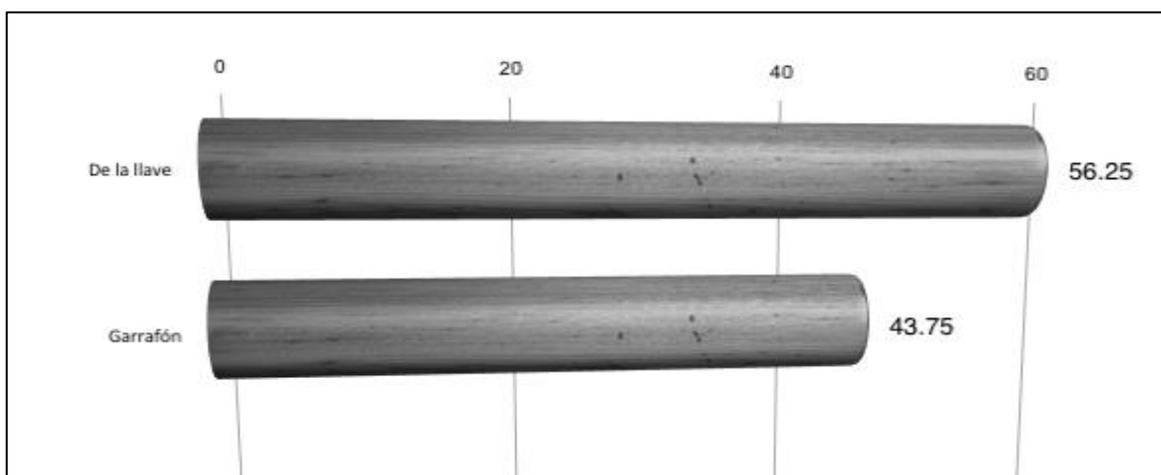
V.1. Resultados de la encuesta aplicada, previa a la capacitación del método SODIS.

Después de haberse aplicado el primer instrumento en el grupo de mujeres Ijiyoteotl, de la comunidad de Atacco, Tapalpa, se tuvieron los siguientes resultados:

En relación a la pregunta uno, “¿qué tipo de agua utilizan para beber en su casa?”, se pudo detectar que el 56.25% del grupo utiliza agua de la llave y el 43.75% utiliza el agua de garrafón para beber (véase Figura 5.9); lo que demuestra que las dos fuentes principales para beber agua son de la llave y de garrafón, por lo tanto, no existe recolección de agua para beber de río o de pozo.

Figura 5.9.

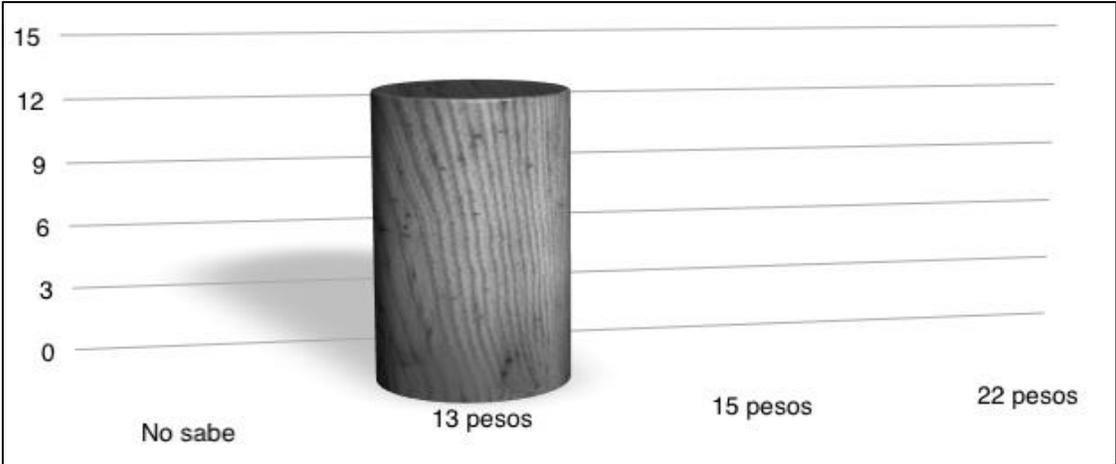
Pregunta 1: ¿Qué tipo de agua utilizan para beber en su casa?



En relación a la siguiente pregunta: “Si es agua de garrafón ¿cuánto le cuesta un garrafón?”, se pudo apreciar que las todas las personas de la muestra, de dicha comunidad tienen un gasto familiar, de \$13 pesos por garrafón (véase Figura 5.10).

Figura 5.10

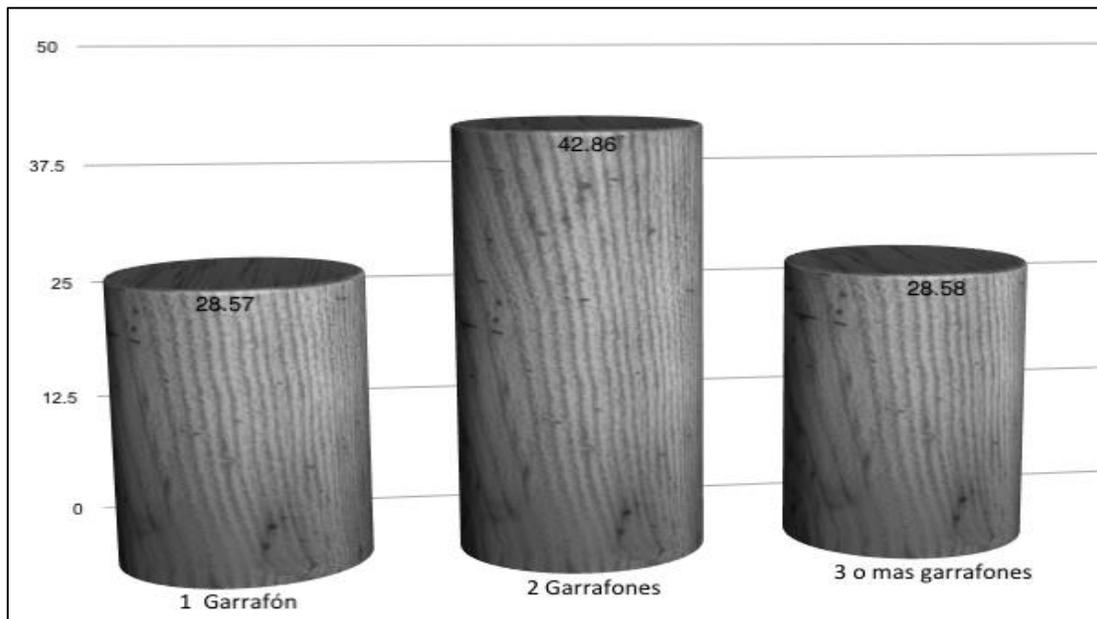
Pregunta 2: Si es agua de garrafón, ¿cuánto le cuesta un garrafón?



La pregunta tres hace referencia a la cantidad de garrafones comprados semanalmente para el consumo familiar. Los resultados obtenidos se visualizan en la Figura 5.11, donde se indica que el 28.5% compra un garrafón a la semana, el 42.86% adquiere dos en el mismo periodo, y el 28.5% adquiere tres o más garrafones para el consumo familiar.

Figura 5.11.

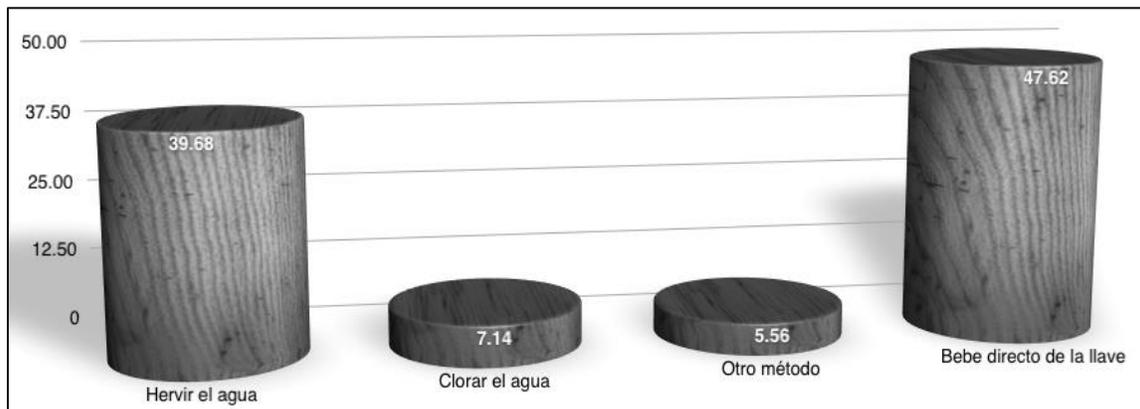
Pregunta 3: ¿Cuántos garrafones compra a la semana para el consumo familiar?



De las integrantes del grupo Ijyoteotl que no consumen agua de garrafón, el 36.6% hierve el agua, el 7.1% la clora, el 47.6% bebe agua directa de la llave y el 5.5% utiliza otro método, pero no lo especifica. Ésta información está reflejada en la Figura 5.12.

Figura 5.12

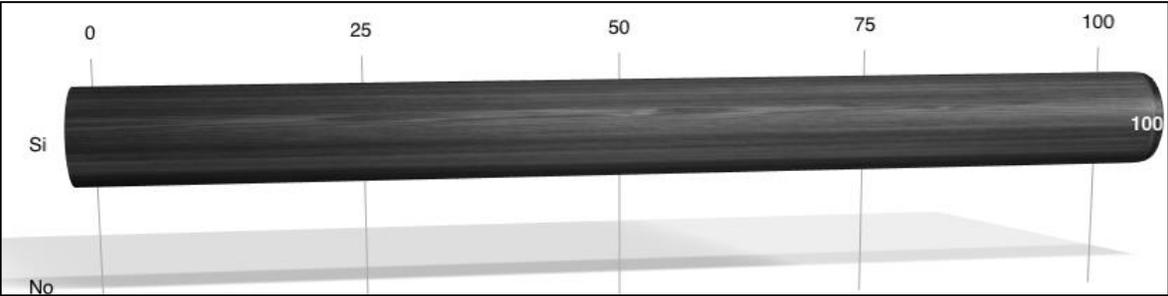
Pregunta 4: Si no usa agua de garrafón, ¿aplica algún método de tratamiento de agua para beber?



Tal como se ve en la Figura 5.13, la totalidad de las personas encuestadas coincidieron en que es necesario lavarse las manos antes y después de ir al baño.

Figura 5.13

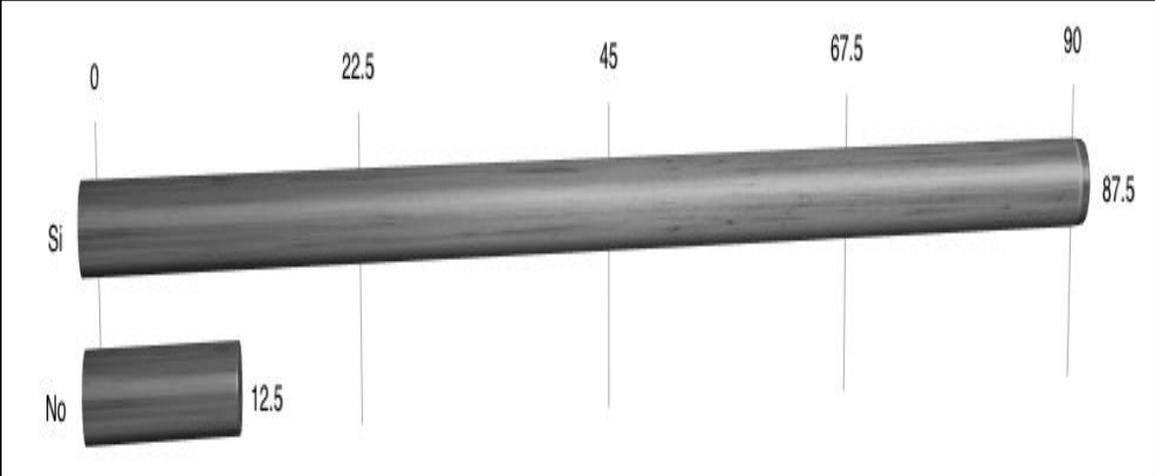
Pregunta 5: ¿Considera que las personas deben de lavarse las manos antes y después de ir al baño?



De acuerdo a la Figura 5.14, se demuestra que un 87.5% conoce que en el agua no desinfectada se pueden encontrar bacterias, virus o residuos fecales que pueden ser nocivos para la salud, y solamente un 12.5% desconocía esta situación.

Figura 5.14.

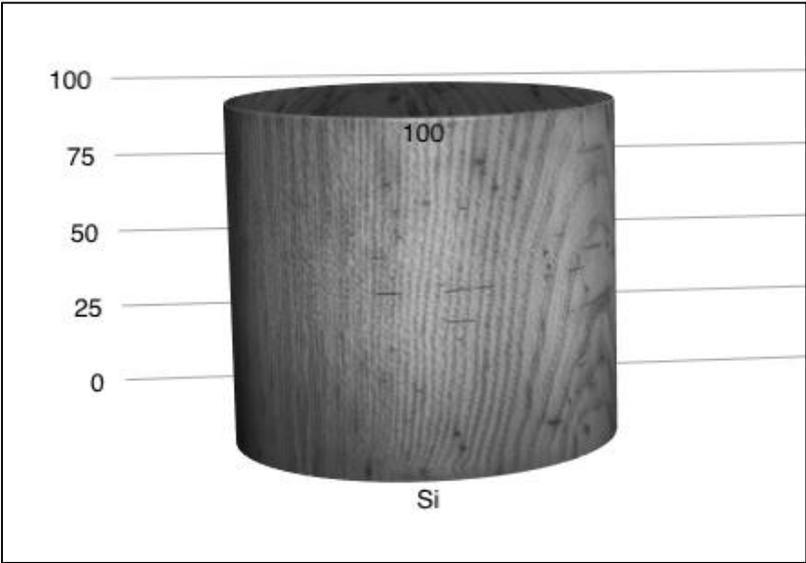
Pregunta 6: ¿Sabía usted que en el agua no desinfectada se pueden encontrar bacterias, virus o residuos fecales que pueden ser perjudiciales para la salud?



Enseguida, el instrumento cuestiona una pregunta, para conocer el interés de los sujetos, en relación a conocer otro método de desinfección del agua, a la vez que es económico y seguro para la salud de las personas. Las respuestas encontradas a este cuestionamiento, son del 100% de aceptación a la propuesta planteada, según lo indica la Figura 5.15.

Figura 5.15.

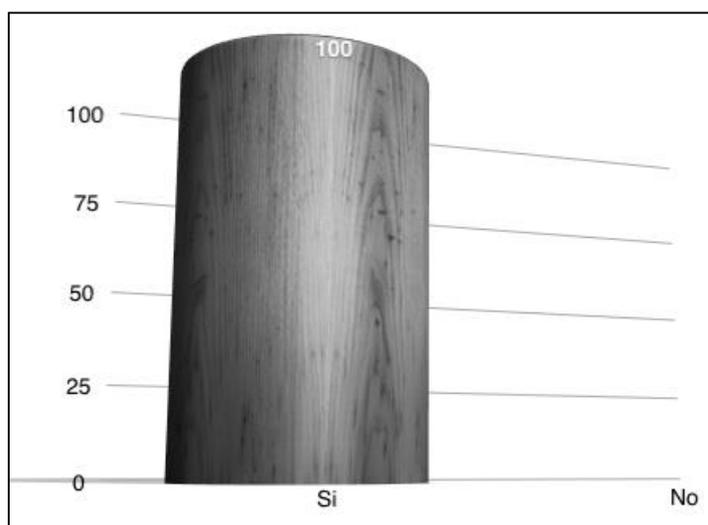
Pregunta 7: Como complemento a las ecotecnias que ya conoce, ¿Le gustaría saber de un método probado científicamente para desinfectar el agua utilizando la energía solar y que mata virus y bacterias, además de que es extremadamente económico y seguro?



La última pregunta que se aplicó en la encuesta previa a la capacitación del método SODIS, da como resultado que la totalidad de la muestra está dispuesta a conocer un método probado científicamente para desinfectar el agua utilizando la energía solar y que mata virus y bacterias, además de que es extremadamente económico y seguro; este sería un complemento a las ecotécnicas que ya conocen.

Figura 5.16.

Pregunta 8: ¿Estaría dispuesta a realizar la capacitación y hacer la prueba SODIS de desinfección solar del agua para consumo humano.



La respuesta de la pregunta 8, al ser en su totalidad, en un 100% afirmativa, demostró la disponibilidad de todo el grupo encuestado para realizar la capacitación y hacer la prueba SODIS de desinfección solar del agua para consumo humano; lo cual permitió pasar al fortalecimiento de capacidades ya descrito; por lo que se implementó, después de dar a conocer las características del método SODIS y los pasos a realizarse, un segundo instrumento después de dicha capacitación.

V.2. Resultados de la encuesta aplicada, posterior a la capacitación del método SODIS.

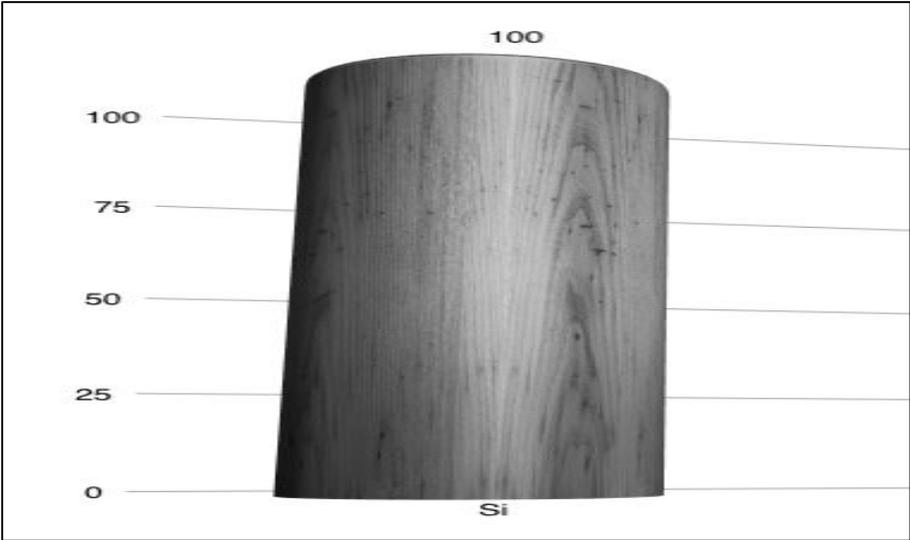
Teniendo respuestas favorables en la encuesta aplicada previa a la capacitación de desinfección solar del agua y después de la capacitación del método SODIS, se aplica un segundo instrumento, para detectar el impacto de la información recibida.

El instrumento aplicado posterior a la capacitación, se encuentra en el Anexo 3.

En la Figura 5.17, se visualiza, que de acuerdo a la primera pregunta planteada, se reconoce en la comunidad de Atacco, en la totalidad de las participantes a la investigación, del grupo de mujeres Ijyoteotl, que el método SODIS produce agua segura para beber.

Figura 5.17.

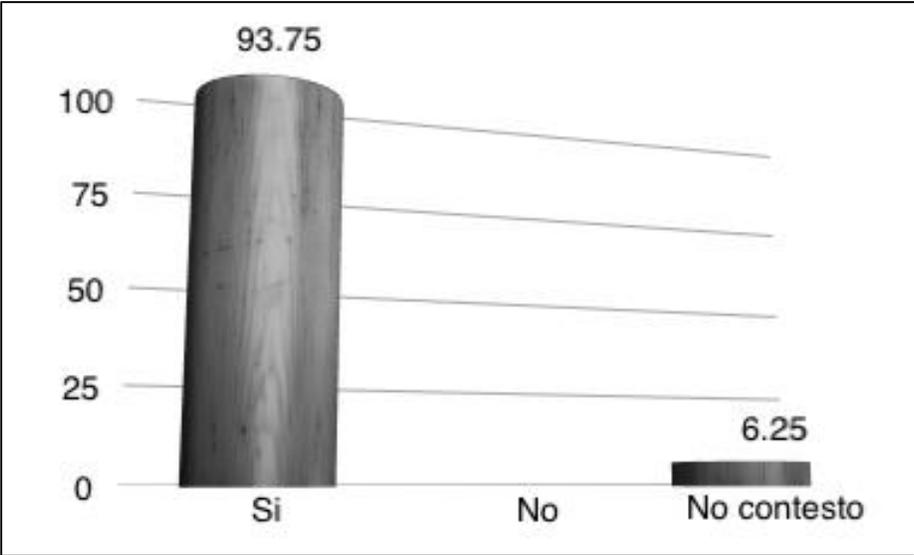
Pregunta 1: ¿Considera que el agua del método SODIS es segura para beber?



Así mismo, en la Figura 5.18 se observa que el 93.7% del grupo se encuentra satisfecho con el método SODIS como opción de desinfectar el agua para consumo humano. El 6.25% se abstuvo de contestar la pregunta.

Figura 5.18.

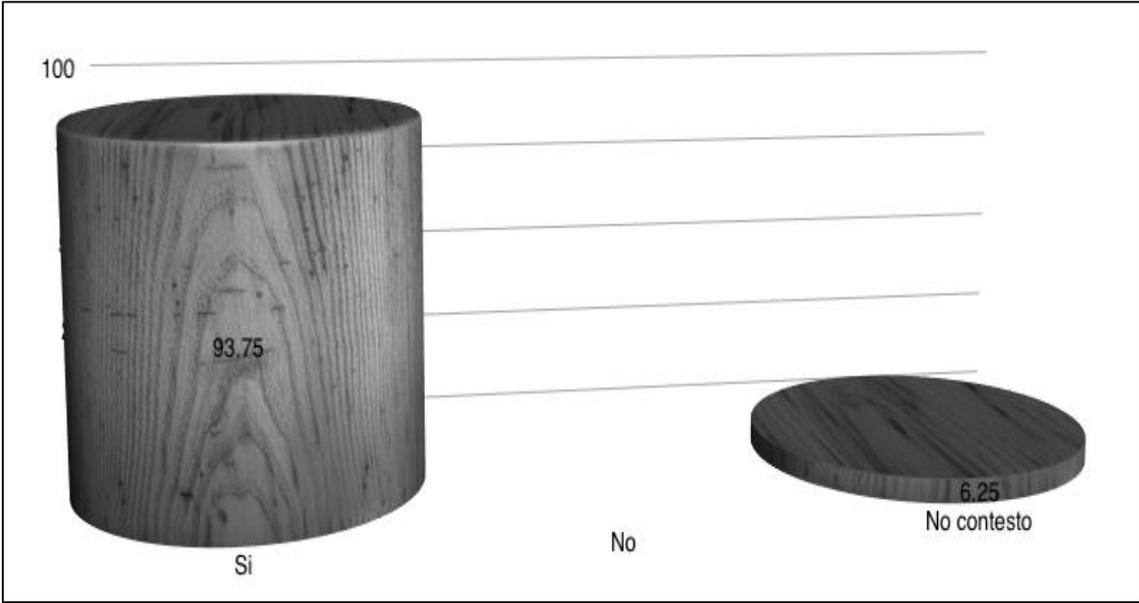
Pregunta 2: ¿Está usted satisfecha con el Método?



De la misma manera, en la Figura 5.19, se aprecia que el 93.7% de la muestra, consideró que le método de desinfección solar SODIS es aceptable para utilizarlo en casa; el 6.25% decidió no contestar la pregunta.

Figura 5.19.

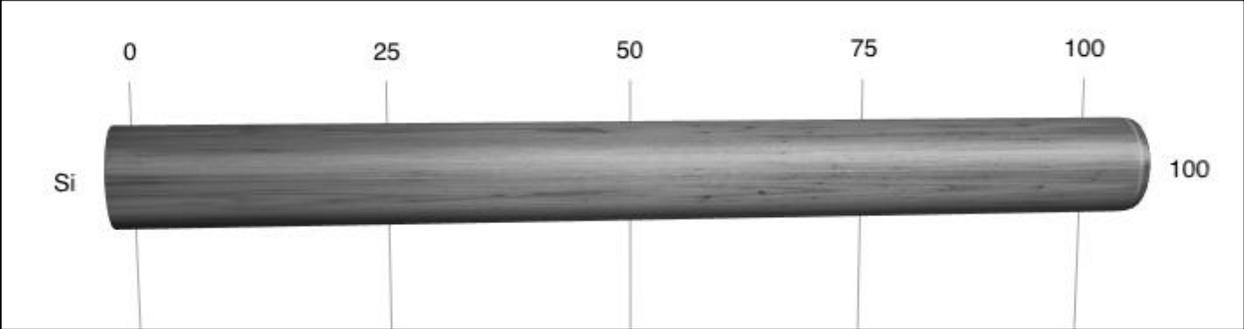
Pregunta 3: ¿Considera a este Método de desinfección es aceptable como para continuar utilizándolo en casa?



Por último, en la Figura 5.20, se observa el resultado obtenido de la cuarta y última pregunta de la encuesta aplicada posterior a la capacitación del método SODIS: la totalidad de las participantes están dispuestas a capacitar en dicho método de desinfección del agua, a otros miembros de la comunidad, a visitantes y a otras comunidades

Figura 5.20.

Pregunta 4. ¿Sería de su agrado capacitar a otros miembros de la comunidad y/o visitantes y/o otras comunidades en el método de purificación solar?



CONCLUSIONES

Los habitantes de las zonas rurales e indígenas forestales, requieren de disponibilidad de agua de calidad para consumo humano; ante esta necesidad la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) realizó pruebas de implementación de un purificador solar de agua, pero su elevado costo para las personas de zonas rurales, así como la poca eficiencia en la producción de agua de calidad, no fue la esperada; por lo que se siguió indagando en la investigación, hasta que se encontró un sistema de desinfección solar probado científicamente, resultando ser más eficiente, más económico y accesible a las características de casi la mitad de la población mexicana; considerando que el 46.3% según el CONEVAL (2011), viven en situación de pobreza.

En esta última investigación, realizada en el occidente del país, aceptó participar un grupo comunitario organizado por mujeres, llamado Ijijyoteotl; ubicado en la comunidad de Atacco, del municipio de Tapalpa, del estado de Jalisco.

El método de desinfección solar del agua SODIS, fue en el que se capacitó al grupo comunitario; cabe mencionar que la efectividad técnica y bacteriológica del método esta probada y documentada a nivel internacional; al igual, la implementación de SODIS en el grupo comunitario requería de una adecuada capacitación y comunicación para lograr su aceptación.

El proceso de investigación implicó la aplicación de una encuesta previa a la capacitación, el fortalecimiento de capacidades y el instrumento posterior a la capacitación; todos ellos fueron necesarios para poder determinar la aceptación del método SODIS.

De manera adicional, fue fundamental el acercamiento a la líder comunitaria, quien proporcionó la apertura a la investigación y la confianza a las integrantes del grupo.

Los resultados de las encuestas reflejaron que el proceso de capacitación fue fundamental para la aceptación del método SODIS y, con ello, el acompañamiento al grupo; ya que de una manera integrada y participativa fueron paulatinamente asimilando el método, haciendo constancias de las inquietudes que resultaron de la implementación del mismo proceso.

Al observar que el 56.25% del grupo utilizaba en un principio, el agua de la llave y el 43.75% utilizaba el agua de garrafón para beber, se encontró una oportunidad, para que las integrantes que toman agua de la llave pudieran consumir agua más segura para beber; y que las que tienen un gasto adicional en garrafones, tuvieran una opción más económica para obtener agua de calidad para el consumo humano.

Al realizar el análisis de las personas encuestadas que compran agua de garrafón se encontró que realizan un gasto mensual \$ 52.00, \$104.00 y \$158.00; estas cantidades mensuales en la comunidad de Atacco, son elevadas si se considera que los datos del CONEVAL (2011), reportan que el 65% de la población en Tapalpa se encuentra en índices de pobreza (moderada 53.4 y extrema 11.7%); lo cual significa que viven las familias consideradas en el rubro de pobreza extrema viven con \$684 pesos al mes y los de pobreza moderada con \$1329 pesos mensuales; estos costos en comparación con el método SODIS, que utiliza botellas de reciclaje y energía solar, son también un factor de aceptación del método de purificación solar del agua.

Las integrantes del grupo (87.5%) reconocen que en el agua no desinfectada se pueden encontrar bacterias, virus o residuos fecales y que pueden ser nocivos para la salud, por ello las que no tienen el recurso para comprar garrafón de agua, la forma en la que desinfectan el agua es hirviéndola (36.6%), clorándola (7.1%), aunque una gran parte de la población decide beber agua directa de la llave (47.6%). Un dato relevante es que la totalidad de las personas encuestadas coincidieron en que es necesario lavarse las manos antes y después de ir al baño, esto habla de una conciencia de higiene necesaria.

Por lo tanto si la persona mexicana, aunque viva en una situación de pobreza, es consciente de la higiene y de la importancia de beber agua de calidad que se encuentre desinfectada; a la vez, se podría asumir que aquellas que beben agua directa de la llave, puede ser por desconocimiento o por ausencia de recursos para comprar agua de garrafón, hervirla o clorarla.

Lo anterior se refuerza, al analizar que la totalidad del grupo encuestado, se encuentra dispuesto a conocer un método probado científicamente para desinfectar el agua utilizando la energía solar y que mata virus y bacterias, adicional a que es económico y seguro; todo esto como complemento a las ecotécnicas que ya conocen como grupo organizado, las mujeres que son apoyadas por la CONAFOR.

Llamó la atención, que el interés por conocer el método SODIS fue en su totalidad, por las integrantes asistentes del grupo Esperanza de Vida para realizar la capacitación y hacer la prueba SODIS de desinfección solar del agua para consumo humano.

Así mismo, la preparación y al fortalecimiento de capacidades, mediante el material explicativo, así como el acompañamiento del grupo, lograron despejar las dudas que surgían entre las personas del grupo comunitario Ijyoteotl; y de manera complementaria, el refuerzo entre las mismas integrantes se acrecentaba por trabajar en grupo.

Por lo tanto, el convencimiento y la aceptación del método SODIS fue gradual durante la semana que duró la capacitación, incluso en la prueba decisiva de aceptación fue cuando se pudo observar la temperatura que adquiriría el agua con la simple luz solar y la aplicación del método SODIS.

Fue un resultado favorable para la investigación, detectar, que después del acompañamiento a las integrantes del grupo en la aplicación del método de purificación solar, la totalidad de las mujeres consideraron que SODIS produce agua segura para beber.

Los resultados de aceptación de la encuesta posterior a la capacitación, arrojaron que el 93.7% del grupo se encontraba satisfecho con el método SODIS y consideraron que el método de desinfección es aceptable para utilizarla a diario en casa.

Como muchas otras de las ecotécnicas aprendidas, les han dado ingresos y prestigio dentro y fuera de la comunidad, la totalidad de las participantes, están dispuestas a capacitar a otros miembros de la comunidad, a visitantes y a otras comunidades en el método de

desinfección solar aprendido; asumiendo con ello entonces, que las integrantes del grupo comunitario *Ijiyoteotl* ubicado en Atacco, Jalisco, México aceptó el método SODIS de desinfección Solar.

* * * * *

Es importante destacar, que antes de la impresión de la presente investigación, se obtuvo la aprobación, en febrero 2013, por parte de la Comisión Estatal del Agua del Gobierno de Jalisco, para realizar un estudio de microbiología sobre coliformes fecales y coliformes totales antes y después de aplicar el método SODIS. El estudio se realizó con agua de Comunidad de Atacco, en la zona conocida como “Farmacia Viviente” y el estanque “Ojo de Agua” (véase Anexo 4 y Anexo 5).

El estudio microbiológico, concluye que para la toma de agua denominada “Farmacia Viviente”, por ser agua entubada y clorada no hay existencia relevante de coliformes; sin embargo en el estanque “Ojo de Agua”, previo a la aplicación del método SODIS se encontraron 230 coliformes totales y 90 coliformes fecales por cada 100 mililitros. Después de aplicar el método SODIS con la exposición al sol para agua del mismo estanque “Ojo de Agua”, se encontró que ambos tipos de coliformes habían disminuido al nivel de ser imperceptibles por los aparatos de medición de coliformes de la Comisión Estatal del Agua del Gobierno de Jalisco.

Con base en los resultados positivos de esta alternativa para la desinfección y purificación de agua, el Gobierno del Estado de Jalisco, se suma a la propuesta de la Comisión Nacional Forestal, para que se solicite de manera oficial la introducción del Método SODIS en México, con la petición de que sea el grupo comunitario *Ijiyoteotl* ubicado en Atacco, el primer lugar de la República en Mexicana en difundir este método que aporta beneficios para la salud en la ingesta y purificación de agua en comunidades indígenas y rurales con necesidad de sistemas de purificación del vital líquido.

BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2010). El derecho humano al agua y el saneamiento, resolución 64/292. Organización de las Naciones Unidas. Nueva York: ONU.
- Camargo López, C. (2005). Análisis comparativo entre regiones de características sociales, económicas y culturales que influyen en la adopción del método de innovación SODIS. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- CDHDF. (2005). Foro Intersectorial sobre el Derecho al agua. Memorias. México: Comisión de Derechos Humanos del D.F.
- CDI. (2006). Programa Organización Productiva para Mujeres Indígenas. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Dirección de Concertación y Participación Ciudadana.
- CONAFOR. (2001). Programa estratégico forestal 2025. Zapopan, Jalisco, México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAFOR. (2011). Transferencia de Tecnología es... beber mejor. Zapopan, Jalisco, México: Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico,.
- CONAGUA. (2010). Cobertura Universal . México: Comisión Nacional del Agua.
- CONEVAL. (2011). Pobreza en México y las Entidades Federativas 2008 - 2010. Consejo Nacional de Evaluación para la Política Social.
- DOF. (7 de Agosto de 2006). Estatuto Orgánico de la Comisión Nacional Forestal. Diario Oficial de la Federación.
- DOF. (24 de 11 de 2008). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación.
- EAWAG-SANDEC. (2002). Desinfección Solar del Agua. Duebendorf, Switzerland: Swiss Centre for Development Cooperation in Technology.
- Encinas, J. (2003). Evaluación de la eficiencia del método SODIS en la inactivación de coliformes fecales. Cochabamba , Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- Franco, J. (2004). Desinfección Solar de Agua. Investigación en Energías No Convencionales (pág. 11). Salta: Universidad Nacional de Salta.
- Fundación SODIS. (2008). completar. Recuperado el 2012

Guevara, R. (2006). Plan Rector de Producción y Conservación de la Microcuenca de Atacco,. Guadalajara, Jalisco: Universidad de Guadalajara.

Herrera Pineda, N. (2005). ¿Cómo hacer un diagnóstico en las comunidades rurales? Santa Ana, El Salvador: Universidad Católica de Occidente.

Ijiyoteotl. (2010). Farmacia viviente Atacco. Recuperado el 10 de febrero de 2012, de <http://farmaciavivienteatacco.org/index.HTML>

INEGI. (2000). XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2010). Censo de Poblacion y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía .

Méndez, J., & Solsona, F. (2002). Desinfección del Agua. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente,.

Merino Jiménez, A. F. (2010). Agua para el desarrollo económico y social. (M. A. Manjarrez Álvarez, Ed.) Puebla, Puebla, México: Fundación Agua para el Desarrollo.

OEA-AIC. (2006). Final results: research, development, validation and application of solar technologies for water potabilization in isolated rural zones of Latin America and the Caribbean. Buenos Aires: Organización de los Estados Americanos - Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo.

OMS. (2002). Desinfección del Agua. Organización Mundial de la Salud.

OMS. (2006). Guías para la Calidad de Agua Potable. Organización Mundial de la Salud.

OMS/UNICEF. (2012). Informe 2012 acerca de los progresos sobre agua potable y saneamiento. Organización Mundial de la Salud - Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Niñez. Nueva York: OMS/UNICEF.

ONU. (2002). Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas.

Red Iberoamericana. (2004). Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua.

Reyes Olivas, Karina; Gomez, Luis; Leal Ascencio, Maria Teresa; Gelover Santiago, Silvia. (2004). Desinfección del Agua Mediante Radiación Solar. Mexico: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Rodríguez Villegas, M. (30 de Noviembre de 2011). Diccionario náhuatl - español en línea . (Aulex, Productor) Obtenido de <http://aulex.org/ayuda/nahuatl.php>

SEMARNAT. (2007). ¿ Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo. México, D.F., México: Secretaria del Medio Ambiente.

UNESCO. (2000). World Congress of rural sociology. Rio de Janeiro: United Nations, Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNICEF. (2004). Water, environment and sanitation: Bad water kills 4,000 children a day. New York: United Nations Children's Fund.

WHO. (1997). Guidelines for Drinking Water Quality. Geneva: World Health Organization.

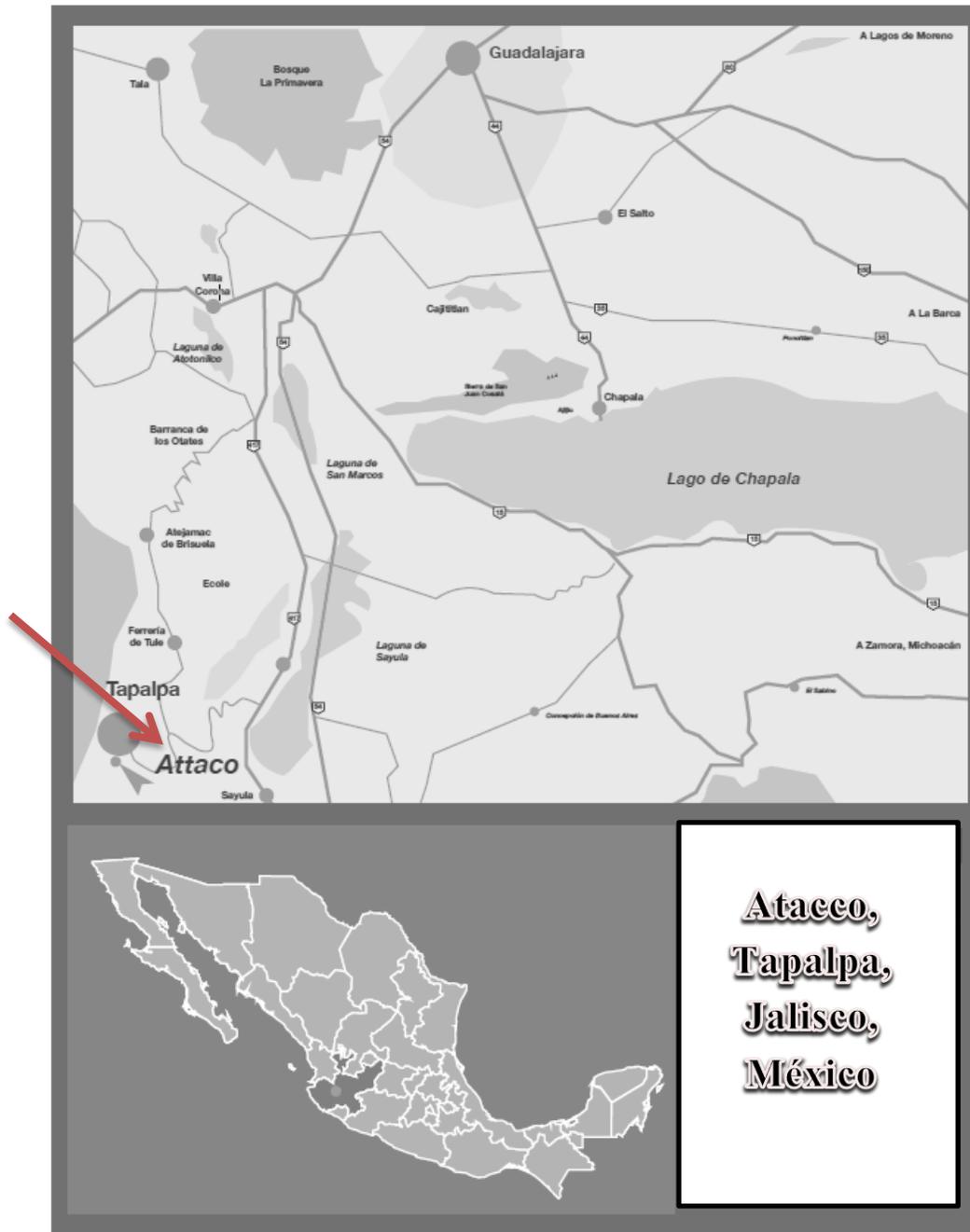
WHO. (2002). Managing Water in the Home: Accelerated Health Gains from Improved Water Supply. Geneva: World Health Organization.

WHO. (2009). Public Health and Environment. Geneva: World Health Organization.

ANEXOS

ANEXO 1.

Ubicación geográfica de la comunidad de Atacco, del municipio de Tapalpa, Jalisco, México.¹⁴



¹⁴ Fuente: INEGI, 2010.

ANEXO 2.

Instrumento aplicado previo a la capacitación del método SODIS: Encuesta.

*Los datos que se registren en esta entrevista serán manejados confidencialmente, sólo son de interés para la investigación.

Fecha: _____

Favor de anotar una **X** en cada respuesta

1. ¿Qué tipo de agua utiliza para beber en su casa?
De la llave___ De garrafón ___ Otro (mencionar) _____
2. Si su respuesta anterior, fue, agua de garrafón, ¿Cuánto le cuesta un garrafón?
No sabe___ \$13___ \$15 ___ \$22___
3. ¿Cuántos garrafones compra a la semana para el consumo familiar?
1 garrafón___ 2 garrafones___ 3 o más garrafones___
4. Si no consume agua de garrafón, ¿aplica algún método de tratamiento de agua para beber?
Hervir el agua ___ Clorar el agua___
Bebe directo de la llave___ Otro método___
5. ¿Considera que las personas deben de lavarse las manos antes y después de ir al baño?
Si ___ No___
6. ¿Sabía usted que en el agua no desinfectada se pueden encontrar bacterias, virus o residuos fecales que pueden ser perjudiciales para la salud? Si ___
No___
7. Como complemento a las ecotecnias que ya conoce, ¿le gustaría saber de un método probado científicamente para desinfectar el agua utilizando la energía solar,

que mate virus y bacterias, además de ser económico y seguro?

Si___

No ___

8. ¿Estaría dispuesta a realizar la capacitación y hacer la prueba SODIS de desinfección solar del agua para consumo humano?

Si___

No ___

ANEXO 3.

Instrumento aplicado posterior a la capacitación del método SODIS: Encuesta.

*Los datos que se registren en esta entrevista serán manejados confidencialmente, sólo son de interés para la investigación.

Fecha: _____

Favor de anotar una X en cada respuesta

1. ¿Qué tipo de agua utiliza para beber en su casa?

De la llave___ De garrafón ___

2. ¿Considera que el agua del método SODIS es segura para beber?

Si___ No ___

Si___ No ___

3. ¿Está usted satisfecha con lo que aprendió en el Método SODIS?

Si___ No ___

4. ¿Considera que este método de desinfección es aceptable como para continuar utilizándolo en su casa?

Si___ No ___

5. ¿Sería de su agrado capacitar a otros miembros de la comunidad y/o visitantes y/o otras comunidades en el método de purificación solar SODIS?

Si___ No ___

ANEXO 4.

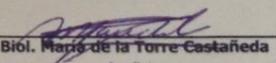
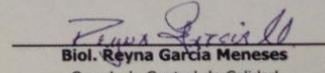
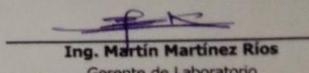
Análisis de Microbiología *antes* de aplicar el método SODIS



**COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA
LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA
INFORME DE ENSAYOS**



MICROBIOLOGÍA

Fecha de Terminó:		19 de febrero de 2013	No. de Informe		CEA- 042 / 13		HOJA	3/3	
Clave	Identificación del Punto de Muestreo				Hora de Muestreo	Matriz			
0080/13	Farmacia Vivientes				15:45	Agua Potable			
0081/13	Ojo de agua (Tanque Atacco)				15:35	Agua Potable			
Parámetros	Unidad	Método de Ensayo	Resultados						Fecha de Análisis
			0080/13	0081/13					
Coliformes Totales	NMP/100 ml	NMX-AA-042-1987	<3	230					12 de febrero de 2013
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	NMX-AA-042-1987	<3	90					12 de febrero de 2013
Observaciones Analíticas: Sin Observaciones.									
El presente informe solo afectará a los ítems sometidos a prueba y no podrá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.									
Aprobó			Validó			Autorizó			
 Biol. María de la Torre Castañeda Analista			 Biol. Reyna García Meneses Coord. de Control de Calidad			 Ing. Martín Martínez Ríos Gerente de Laboratorio			

Fuente: Comisión Estatal del Agua, Jalisco, 2013.

Análisis de Microbiología *después* de aplicar el método SODIS



**COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA
LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA
INFORME DE ENSAYOS**



MICROBIOLOGÍA

Fecha de Terminó:		19 de febrero de 2013	No. de Informe		CEA- 043 / 13	HOJA	3/3
Clave:	Identificación del Punto de Muestreo				Hora de Muestreo	Matriz	
0083/13:	Farmacia Vivientes				15:45	Agua Potable	
0084/13:	Ojo de agua (Tanque Atacco)				15:35	Agua Potable	
Parámetros	Unidad	Método de Ensayo	Resultados				Fecha de Análisis
			0083/13	0084/13			
Coliformes Totales:	NMP/100 ml	NMX-AA-042-1987	<3	<3			13 de febrero de 2013
Coliformes Fecales:	NMP/100 ml	NMX-AA-042-1987	<3	<3			13 de febrero de 2013

Observaciones Analíticas: Sin Observaciones.

El presente informe solo afectará a los ítems sometidos a prueba y no podrá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.

Aprobó

Validó

Autorizó

Biol. María de la Torre Castañeda
Analista

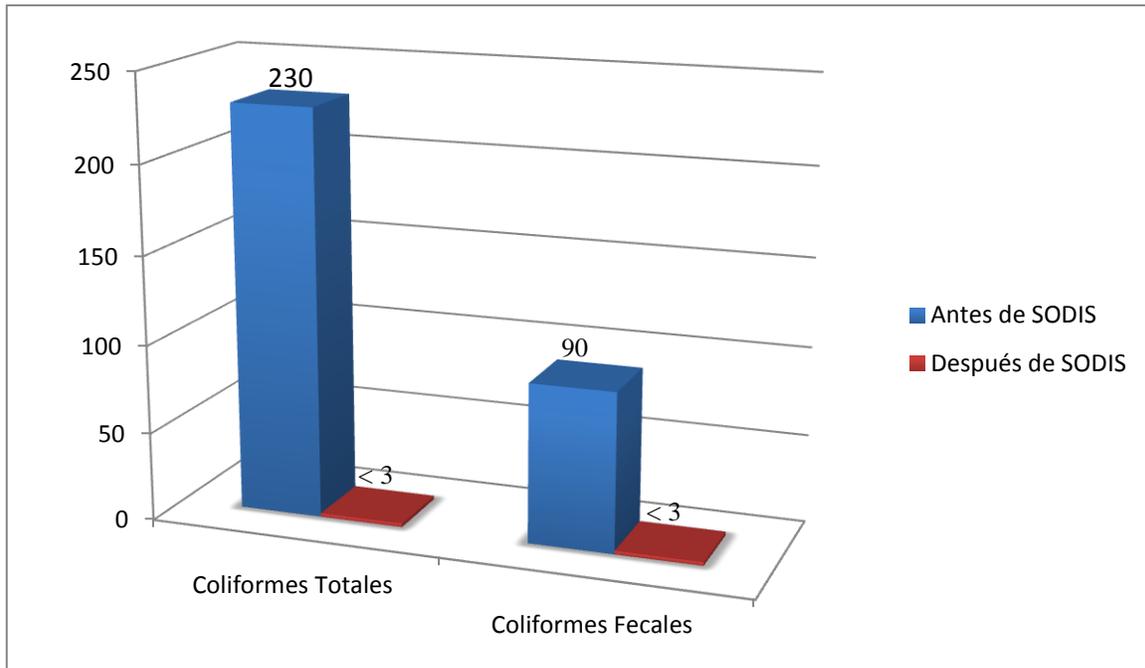
Biol. Reyna García Meneses
Coord. de Control de Calidad

Ing. Martín Martínez Ríos
Gerente de Laboratorio

Fuente: Comisión Estatal del Agua, Jalisco, 2013.

ANEXO 5.

Análisis de Microbiología antes y después de aplicar el Método SODIS en muestras de agua “Ojo de agua”, correspondiente al Tanque Atacco, Tapalpa, Jalisco.



Fuente: Comisión Estatal del Agua, Jalisco, 2013.

Se llevó a cabo la recolección de muestras en la toma de agua al centro del Hospital de Indios en el área denominada “Farmacia Viviente” (muestra 080/13) y una más en el estanque de agua “Ojo de agua” localizado en la parte sur de la comunidad (muestra 081/13).

Ambas muestras fueron sometidas a análisis de coliformes fecales y totales, bacterias que comúnmente ocasionan infecciones gastrointestinales y se miden con la intención de determinar si el agua está dentro de los parámetros adecuados para el consumo humano.

En conjunto con la información del Anexo 4, en el informe CEA-042/13, se muestra el análisis hecho a ambas tomas sin haber pasado por el proceso de desinfección solar SODIS y se encontró que para la muestra 080/13, correspondiente a la toma de agua dentro de la

farmacia viviente, existe un total de NMP/100ml <3 (Número más Probable en 100 mililitros es menor a tres), en coliformes totales y un valor de NMP/100ml <3 (Número más Probable en 100 mililitros menor a tres) para coliformes fecales.

Así mismo en la muestra 081/13 correspondiente al Ojo de Agua se encontró después del análisis inicial un valor total de NMP/100ml 230 (Número más Probable en 100 mililitros de 230), en coliformes totales y un valor de NMP/100ml 90 (Número más probable en 100 mililitros de 90) para Coliformes Fecales.

Paralelamente, se sometieron muestras idénticas al proceso de desinfección solar SODIS, permitiendo en un día soleado una exposición aproximada de 6 horas, cuidando de cumplir lo establecido en los diferentes pasos del proceso propuesto y se presentaron para su análisis en el laboratorio con los siguientes resultados:

Para la muestra 080/13, correspondiente a la toma de agua dentro de la farmacia viviente, un resultado de NMP/100ml <3 (Número más Probable en 100 mililitros menor a tres), en coliformes totales y un valor de NMP/100ml <3 (Número más Probable en 100 mililitros menor a tres) para coliformes fecales, manteniendo las condiciones óptimas para el consumo humano.

Y para la muestra 081/13, correspondiente a la el estanque de la población Ojo de Agua, un resultado de NMP/100ml <3 (Número más Probable en 100 mililitros menor a tres), en Coliformes Totales y de NMP/100ml <3 (Número más Probable en 100 mililitros menor a tres) para Coliformes Fecales.

Después de la exposición al sol, de acuerdo a lo establecido en el proceso de purificación propuesto, se encontró una efectividad aceptable, brindando agua con parámetros dentro de los límites permisibles para el consumo humano, comprobando el seguimiento correcto de los pasos establecidos en el proceso y los resultados positivos de esta alternativa para la desinfección y purificación de agua en comunidades indígenas, rurales o con necesidad de sistemas de purificación del vital líquido.