

Purificador solar de agua y esterilizador ultravioleta

Transferencia de tecnología es... beber *mejor*



**GOBIERNO
FEDERAL**

SEMARNAT



Vivir Mejor

PAQUETE TECNOLÓGICO
**Purificador solar de agua y
esterilizador ultravioleta**

Revisión y validación

**Instituto Internacional de Recursos
Renovables A. C.**

(IRRI, International Renewable Resources Institute)

México D.F.

Presentación:

El presente material tiene como objetivo divulgar distintas técnicas para el aprovechamiento del capital humano y forestal sustentable, que sean apropiadas a las condiciones de zonas forestales y marginadas en nuestro país. Con este manual de transferencia tecnológica daremos a conocer un paquete práctico, sencillo, que utiliza materiales de fácil obtención y de bajo costo para la purificación de agua destinada al consumo humano.

Este manual forma parte de una serie de publicaciones que contiene distintos paquetes tecnológicos para el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y forestales, los cuales se encuentran disponibles en la página www.conafor.gob.mx/biblioteca-forestal, en Internet, donde podrá leer sobre los beneficios, procedimientos y el material necesario para la adopción de este paquete tecnológico. Esperamos sea de utilidad para realizar la transferencia y divulgación de tecnologías sustentables.



ÍNDICE

Introducción	6
Objetivos	7
Metodología	7
Sección I:	
Purificador solar de agua	8
Capítulo 1:	
Partes del purificador	8
Capítulo 2:	
Proceso de construcción	9
Sección II:	
Esterilizador de luz ultravioleta (UV)	13
Capítulo 1:	
Materiales para la construcción	13
Capítulo 2:	
Proceso de construcción del esterilizador de luz UV	14
Capítulo 3:	
Funcionamiento	18
Capítulo 4:	
Factores que afectan la purificación del agua con tecnología UV	19
Capítulo 5:	
Ventajas y desventajas al utilizar la tecnología de esterilización por luz UV	20
Sección III:	
Diferentes tecnologías en la potabilización del agua	21
Glosario de términos	22

Introducción

De la totalidad del agua del planeta, el 97.5% es salada, el 2.5% restante es, en gran medida, no utilizable, ya que el 70% de esta cantidad está congelada en los casquetes polares (Antártida y Groenlandia) y casi la totalidad restante existe en forma de humedad en los suelos, atmósfera o en zonas freáticas demasiado profundas para ser explotadas. En resumen, se puede afirmar que apenas el 1% del agua dulce, que representa sólo el 0.007% de toda el agua de la Tierra, es de fácil acceso.

En todo el país, principalmente en zonas rurales forestales, la poca disponibilidad y potabilización del agua es uno de los grandes problemas comunitarios. La mayor parte del agua que se consume proviene de acueductos, donde previamente fue tratada (potabilización) para hacerla adecuada al consumo humano mediante dos procesos principalmente:

1. Proceso químico y físico para retirar contaminantes de origen inorgánico (filtrado mecánico).
2. Proceso bioquímico para retirar contaminantes de origen orgánico y biológico.

En las comunidades rurales forestales es muy común utilizar el agua subterránea obtenida a través de los pozos, aunque ésta no es totalmente pura debido a que usualmente se construyen letrinas a no más de 20 metros de distancia. Esto provoca que el agua sea contaminada por coliformes fecales y otras bacterias que inducen enfermedades gastrointestinales en quienes la consumen. Esta es otra razón importante para desarrollar paquetes tecnológicos eficientes, simples, de bajo costo, ambientalmente sostenibles y que reduzcan las enfermedades de carácter gastrointestinal provocadas por el consumo de agua no potable. Uno de los procesos existentes para potabilizar el agua y que cumple con las características mencionadas, es el purificador solar, el cual es acompañado, cuando las condiciones lo permiten, de un sistema de esterilización por radiación ultravioleta (UV). Esta radiación es un método probado, simple y seguro para tratar agua contaminada microbiológicamente.

Objetivo

Transferir técnicas dirigidas a las comunidades rurales forestales con altos índices de marginación para la elaboración de un purificador solar de agua y un esterilizador UV.

Objetivos específicos

- Capacitar para la elaboración de un purificador solar con esterilizador UV de forma sencilla y económica.
- Mejorar las condiciones de vida y contribuir a una cultura que busca economizar recursos al utilizar materiales y herramientas comunes.

Metodología

Esta tecnología facilita la purificación y esterilización del agua en dos procesos que pueden trabajar independientemente según las necesidades y calidad del líquido a tratar.

El purificador solar funciona si se ha obtenido agua de algún pozo, noria, bordo, o cualquier otro cuerpo de agua que tenga demasiadas sustancias disueltas que impidan sea potable.

El esterilizador de luz ultravioleta (UV) se utiliza para eliminar hongos, algas, bacterias y virus del agua almacenada, así como la que se extrae de algún cuerpo de agua o pozo.

Estas tecnologías pueden ser utilizadas en conjunto o por separado, según sea el caso. El sistema completo está dividido en dos: un purificador solar y un esterilizador de luz UV.

Sección I. Purificador solar de agua

Capítulo 1: Partes del purificador

El purificador solar se compone de las siguientes partes:

Colector solar y depósito de agua: es una charola de lámina galvanizada que absorbe la radiación solar y calienta el agua en su interior hasta el punto de ebullición.

Superficie de condensación: es una superficie transparente de plexiglás o vidrio, donde el vapor de agua es atrapado y condensado para que escurra hasta el colector.

Colector de agua: se encarga de dirigir el agua que escurra por la superficie de condensación hacia afuera del colector solar por medio de una manguera.

Cuerpo del destilador: estructura de base para todo el sistema. Está compuesto de una caja de madera y soportes (patas).

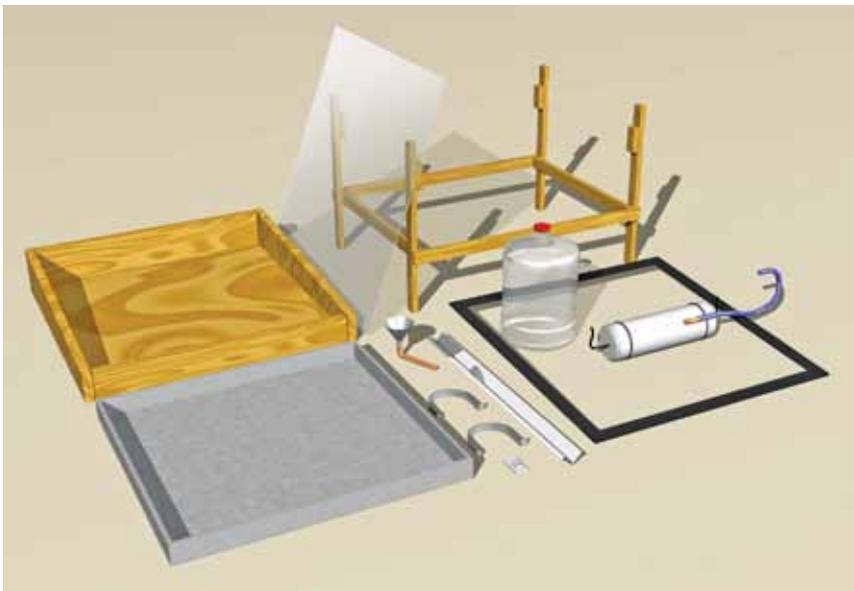


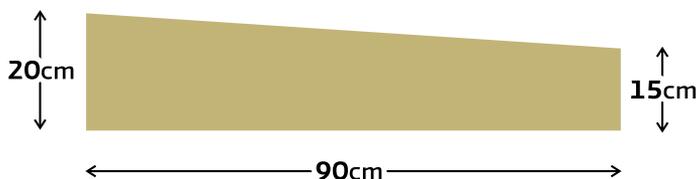
Figura 1. Partes que conforman el paquete tecnológico del purificador solar de agua y el esterilizador UV.

Capítulo 2: Proceso de construcción

La construcción del purificador solar se detalla a continuación:

a) El cuerpo del purificador

- Se cortan dos tablas de 90 centímetros de largo y 20 centímetros de alto en un extremo y 15 centímetros en el otro.



- Cortar una tabla de 60 x 20 centímetros y otra de 60 x 15 centímetros.

Todas las tablas serán de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Se clavan para construir un marco sellado en su parte plana con una tabla grande, quedando una especie de charola de madera con la parte superior inclinada.

A este cuerpo se le colocan cuatro patas en las esquinas y unos refuerzos entre ellas para aumentar la estabilidad. La altura de las patas puede adecuarse a las necesidades pero dejando la parte baja del destilador perfectamente horizontal. Serán dispuestas como se muestra en la Fig. 2:



Figura 2. Disposición de las partes del purificador solar de agua.

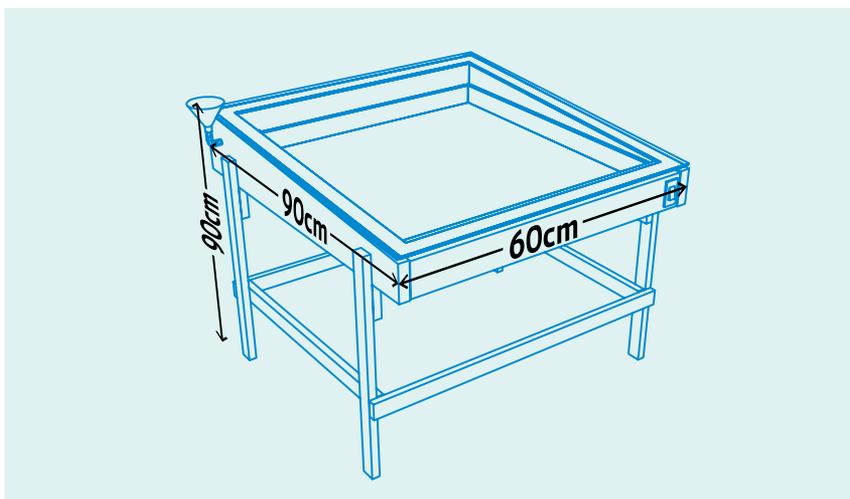


Figura 3. Medidas estándar del purificador solar de agua.

La parte interior del purificador está cubierta con plástico negro limpio (bolsa de basura) a modo de impermeabilizante, el cual será sellado con cualquier tipo de silicón en las uniones para afianzar la impermeabilidad. Esto concentra el calor, generando que el agua eleve su temperatura y entre en ebullición (evaporación).

b) El colector solar se compone de una charola de lámina galvanizada de 88 centímetros de largo por 58 centímetros de ancho y 10 centímetros de alto con todas las uniones bien selladas con silicón.

c) El colector de agua puede ser de lámina galvanizada o de plexiglás. Es una superficie con sección en forma de "V", siendo uno de los extremos de mayor tamaño que el otro. Esto trae como consecuencia que en el momento de pegarlo a todo lo ancho del colector se aproveche la inclinación formada al mover el agua, que se recolecta por la gravedad hacia la parte más baja y que desemboca en el garrafón de agua o el esterilizador UV, dependiendo del caso. Deberá colocarse una manguera de plástico de $\frac{1}{2}$ de pulgada de ancho al final del colector para que se recolecte el agua de salida y se pueda dirigir a algún garrafón o al esterilizador UV.

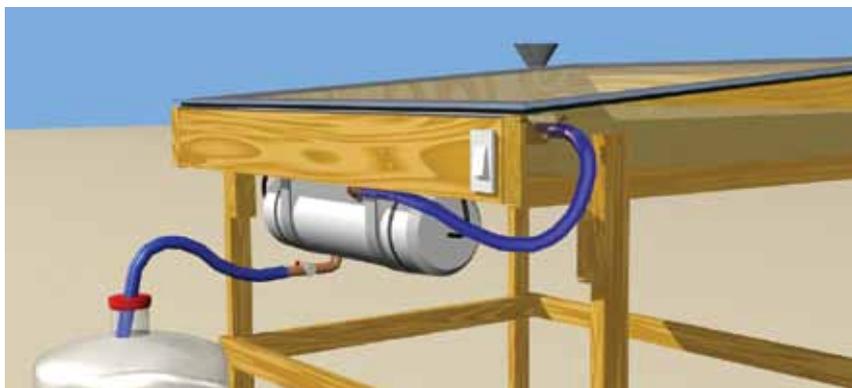


Figura 4. Vista del colector de agua con la manguera conectada para la recolección del agua de salida.

d) La superficie de destilación puede ser de plexiglás o vidrio, de 6 milímetros de grosor, y debe cubrir en su totalidad la parte alta del cuerpo del destilador. El plexiglás estará fijado al cuerpo del colector por 6 tornillos con taquetes que sean fácilmente utilizables en el ancho de la madera, y con un empaque de cámara de llanta, o cualquier otro material aislante (esponja, foami, hule, etc.), entre el cuerpo y el plexiglás a modo de aislante y sellador, como se observa en la figura 5.



Figura 5. Vista del armado de la parte superior del purificador solar de agua.

El cuerpo del purificador tendrá un orificio de $\frac{1}{2}$ pulgada en la parte alta por el cual se hará pasar una manguera que desemboque en el colector solar (charola de lámina). Al extremo exterior de la manguera se le adapta un embudo para verter el agua por ahí, a éste también se le adaptará una tapa (Fig. 6).



Figura 6. Embudo para verter el agua en el purificador solar de agua.

Sección II. Esterilizador de luz ultravioleta (UV)

Esta tecnología para la potabilización de agua tiene como ventaja que no modifica el sabor ni el olor del líquido, ni tampoco alguna de sus características físicas.

Si el sitio donde se construya y utilice el esterilizador UV reúne los siguientes requisitos, entonces es recomendable añadirlo al sistema de purificación solar, ya que esta tecnología permite asegurar la potabilización del agua para su consumo.

- Disponibilidad para conseguir focos de luz ultravioleta.
- Energía eléctrica disponible con un adecuado sistema de cableado.
- Personal capacitado para realizar la correcta instalación eléctrica que se requiere.

Capítulo 1. Materiales para la construcción

1. Un tramo de PVC hidráulico de 45 centímetros de largo y 5 pulgadas de diámetro.
2. Dos codos de plástico de PVC de $\frac{1}{2}$ pulgada.
3. Dos tapones de PVC que ajusten al diámetro del tubo principal.
4. Dos metros de manguera de plástico de $\frac{1}{2}$ pulgada.
5. Un tubo de luz ultravioleta con cubierta de cuarzo de 50 centímetros de largo con sus bases (sockets).
6. Un balastro para el tubo de luz ultravioleta.
7. 5 metros de cable eléctrico de grosor básico.
8. Dos abrazaderas de metal para el tubo principal.
9. Silicón (y pistola de utilización si es necesario).
10. Una clavija y un interruptor de corriente (sencillos).
11. Pegamento para PVC (tomar las precauciones de uso necesarias).
12. Una llave de paso de $\frac{1}{2}$ pulgada (puede ser de plástico o metal).

Capítulo 2. Proceso de construcción

Para armar el esterilizador habrá que seguir los pasos detallados a continuación:

a) Perforar con cuidado el tubo de PVC a una distancia de 10 centímetros de la orilla en ambos extremos. Es necesario hacer las perforaciones en lados opuestos, es decir, una arriba y otra abajo. En dichas perforaciones se colocan y sellan perfectamente los codos de media pulgada que son por los que entrará y saldrá el agua.

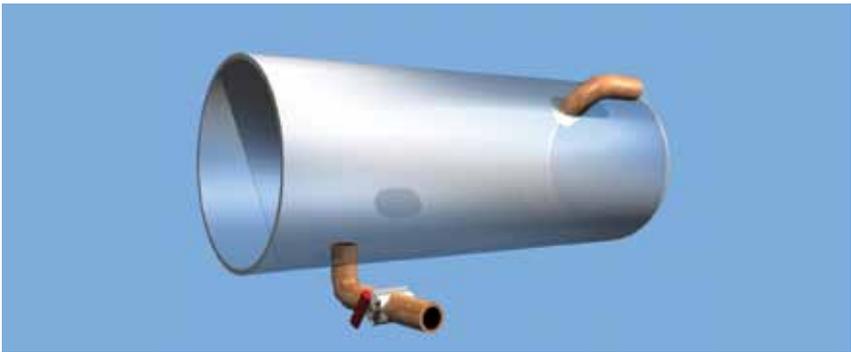


Figura 7.

b) Colocar el foco de luz UV dentro del tubo de PVC, justo en el centro, y rellenar con silicón los espacios entre el tubo y el foco a una distancia de 5 centímetros de la orilla de éste (hacer esto en ambos extremos). Puede ayudarse para el sellado con algún cartón recortado en forma circular.

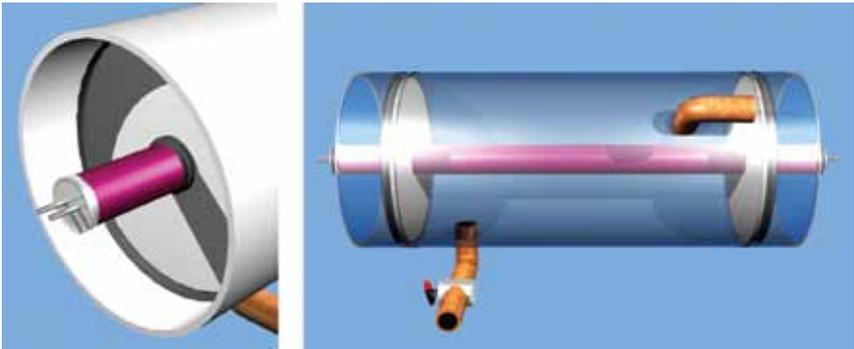


Figura 8.

c) Colocar la instalación de cables, así como el sistema de encendido/apagado y la clavija, tratando de sujetarlo en el mismo cuerpo del esterilizador para evitar así que los cables se jalen.

d) Colocar los tapones de PVC de forma que cubran los sockets del foco.

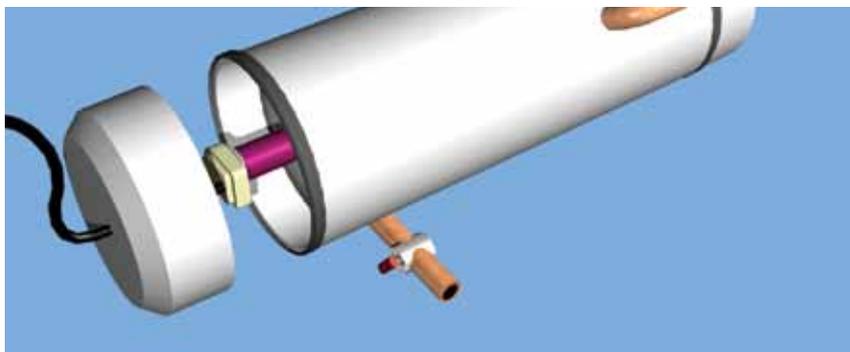


Figura 9.

e) Colocar un metro de manguera en cada uno de los codos y el extremo que está arriba conectarlo a la salida del destilador.

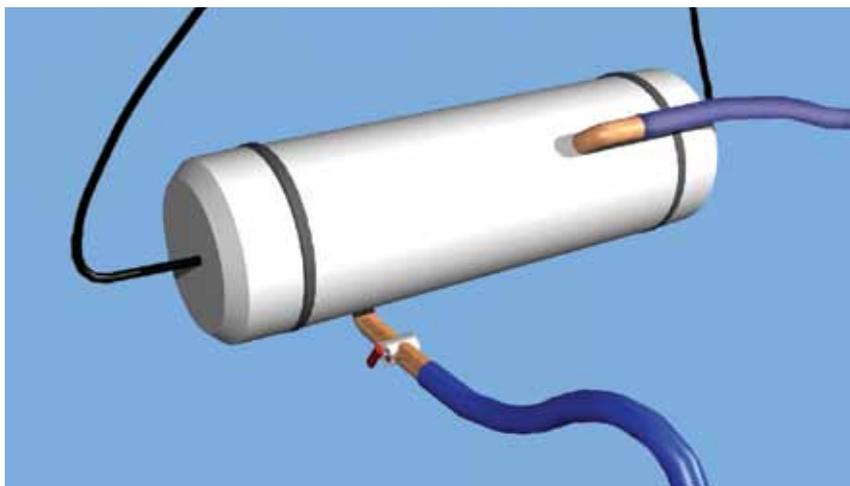


Figura 10.

El armado del esterilizador se hará como se muestra en la siguiente imagen. Es importante señalar que debe ir perfectamente sellado con silicón para evitar fugas de agua hacia el sistema eléctrico.

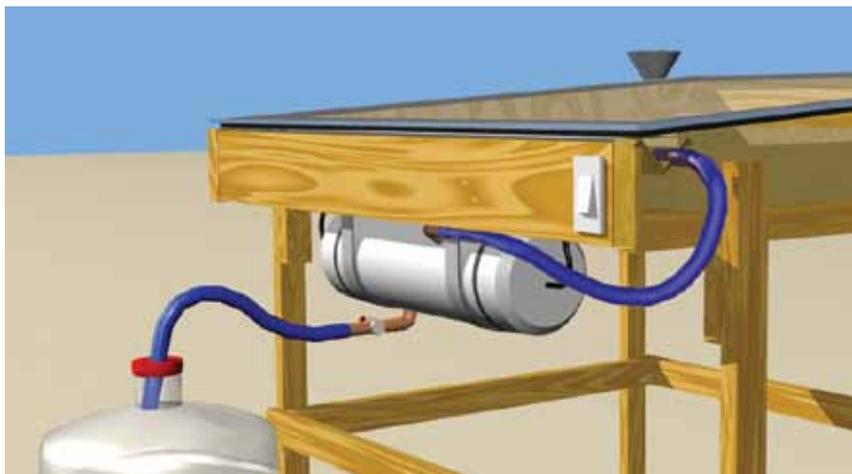


Figura 11. Armado del esterilizador UV acoplado al purificador solar.

Cuando se utilice el esterilizador de manera independiente, habrá que prefiltrar el agua en caso de que tenga sólidos suspendidos, pues obstruyen el paso de la luz UV minimizando la efectividad del esterilizador. Un prefiltro común es aquel que utiliza fibra sintética (relleno de almohada) o esponja para atrapar sólidos suspendidos en el agua cuando se le hace pasar a través de ella.

Cuando se utilice el esterilizador en conjunto con el purificador solar, deberá estar colocado por medio de abrazaderas a la parte frontal del purificador, como se muestra en la gráfica. Estará unido a la salida del colector de lámina galvanizada a través de una manguera y a su vez el filtro en el extremo de salida tendrá una llave de apertura o clausura que llevará el agua al depósito, el cual puede ser un garrafón normal de agua limpio.



Figura 12. Vista del paquete tecnológico completo y acoplado

Capítulo 3. Funcionamiento

El funcionamiento del conjunto de filtros se encuentra dividido en dos fases:

a) Solar o diurna, que es la que mayor tiempo requiere.

1. Se deberá ubicar el purificador hacia la luz directa del sol en un área donde no haya sombra, ya que depende directamente del calentamiento del agua por irradiación solar y para iniciar la evaporación.
2. Se deberá llenar la charola de lámina galvanizada a través del embudo con aproximadamente 5 litros de agua.
3. Una vez llena la charola, habrá de esperar el proceso de evaporación y condensación del agua para que a su vez ésta sea captada por la superficie transparente y llevada hasta el colector de lámina galvanizada. Este proceso elimina del agua metales pesados y sales.

b) Nocturna, que es muy corta.

1. Una vez que el agua llega al colector de lámina es transportada por gravedad al esterilizador UV, que deberá estar conectado al colector.
2. Una vez reunida una cantidad de agua que llene al esterilizador encendemos el filtro UV, que se alimenta de cualquier fuente eléctrica. Este proceso dura de 30 a 40 minutos. Después de este tiempo se apaga el esterilizador, se abre la llave de salida y se almacena el agua; este proceso libera el líquido de microorganismos bacterianos, algas y virus.

Capítulo 4. Factores que afectan la purificación del agua con tecnología UV

La eficiencia de un sistema UV para eliminar la contaminación biológica es directamente proporcional a la calidad de los parámetros físicos del agua que se suministre. Algunos de estos factores se detallan a continuación:

a) Transparencia: la transparencia del agua se ve afectada por la concentración de sólidos suspendidos en el agua, los cuales actúan como barrera para que la luz UV tenga una buena penetración en el agua y llegue a los microorganismos. Los sólidos suspendidos en el agua pueden disminuirse si se hace pasar ésta por una filtración mecánica (esponja, fibra, papel filtro, etc.).

b) Compuestos disueltos en el agua: algunos elementos disueltos en el agua pueden afectar la funcionalidad del esterilizador debido a que pueden llegar a crear manchas o incrustaciones interiores sobre el tubo de cuarzo que cubre la lámpara, impidiendo el flujo de la intensidad lumínica necesaria hacia el agua. Esto puede resolverse si el agua es tratada antes con el purificador solar, ya que este proceso elimina la mayoría de los elementos disueltos.

c) Otros compuestos disueltos en el agua: sustancias como el ácido húmico y los taninos reducirán la cantidad de energía UV disponible para penetrar el agua y afectar la funcionalidad del sistema. Esto se resuelve si el agua es tratada antes con el purificador solar; este proceso elimina estos elementos disueltos.

La temperatura de la lámpara UV también es un factor importante, siendo cerca de 40°C la óptima. Esto se mantiene así una vez encendida la lámpara, gracias a que el tubo de cuarzo aísla al foco del contacto con el agua, reduciendo los cambios de temperatura.

Capítulo 5: Ventajas y desventajas de la utilización de la tecnología de esterilización por luz UV

Ventajas:

- Tiene bajo costo de inversión inicial.
- Es un proceso de tratamiento inmediato.
- Agua tratada económicamente, es decir, mucha agua por poco dinero invertido.
- No se tiene que agregar químicos o sustancias al agua y por lo tanto no existen subproductos derivados del proceso.
- No se alteran las propiedades físicas ni químicas del agua, por lo tanto no cambia el sabor, olor, pH, etc.
- Fácil instalación, operación y mantenimiento, periodos de reemplazo largos (un año).
- Es más efectivo que el cloro contra los microorganismos.
- Es totalmente compatible con cualquier otro proceso de purificación de agua.

Desventajas:

- Los focos no siempre son fáciles ni económicos de conseguir.
- Su duración es limitada y hay que reemplazando continuamente.
- Debe contarse con electricidad.
- Requieren de 'tecnología' considerada para "especialistas" (la fabricación de los focos, la conexión eléctrica, etc.).

Sección III. Diferentes tecnologías en la potabilización del agua.

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, de salud ambiental, “Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización” en algunos casos sugiere lo siguiente:

Tipo de Contaminante	Organismo	Enfermedad que produce	Posible técnica de Potabilización
Microbiano	Vibrio cholerae	Cólera	Cloro, yodo, ozono o luz ultravioleta
	Salmonella spp.	Tifoidea	Cloro, yodo, ozono o luz ultravioleta
	Shigela spp.	Tifoidea	Cloro, yodo, ozono o luz ultravioleta
Viral	Virus A (HAV) y E (HEV):	Hepatitis	Cloro, yodo, ozono o luz ultravioleta
	Rotavirus	Vomito y Diarrea	Cloro, yodo, ozono o luz ultravioleta
Helmintos	Ascaris lumbricoides, Trichuris trichura	Ascariasis	Cloro, yodo, ozono o luz ultravioleta
	Taenia solium, Taenia saginata, Heminoleptis nana	Taeniasis	Cloro, yodo, ozono o luz ultravioleta
Protozoarios	Entamoeba histolitica	Amibiasis	Cloro, yodo, ozono o luz ultravioleta
Zinc		Anemias, úlceras, etc.	Evaporación o intercambio iónico
Dureza		Malos sabores en el agua	Ablandamiento químico o intercambio iónico
Arsénico		Envenenamiento	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; intercambio iónico u ósmosis inversa
Nitratos y nitritos		Metahemoglobinemia	Intercambio iónico o coagulación-floculación-sedimentación-filtración

Glosario de términos:

Ácido Húmico: Es parte del complejo de compuestos orgánicos del suelo, de naturaleza muy particular y distinta a la de cualquier sustancia vegetal. Posee un alto porcentaje de carbono

Colector: Sistema que recoge el agua a través de un conducto.

Coliformes: Bacterias que inciden en la contaminación del agua.

Condensación: Cuando el vapor de agua se junta y forma pequeñas gotas; es el paso del estado gaseoso al líquido.

Disponibilidad: que se encuentra listo para poder usarse.

Ebullición: Es cuando el agua hierve.

Esterilización: Acción de eliminar en su totalidad los gérmenes.

Freático: Se aplica a los cuerpos de agua subterránea que se acumulan por la infiltración del agua de lluvia

Impermeabilizante: Material que evita el paso del agua.

Impermeable: Que no permite que pase el agua.

pH: Potencial de Hidrógeno, es la medida de la acidez de una sustancia, el pH típicamente va de 0 a 14 en solución acuosa, siendo ácidas las soluciones con pH menores a 7 y alcalinas las que tienen pH mayores a 7.

Potabilización: Comprende una serie de procesos que dan al agua la característica de ser bebible.

Purificación: Es el proceso por el que se liberan agentes extraños a un elemento, en este caso al agua.

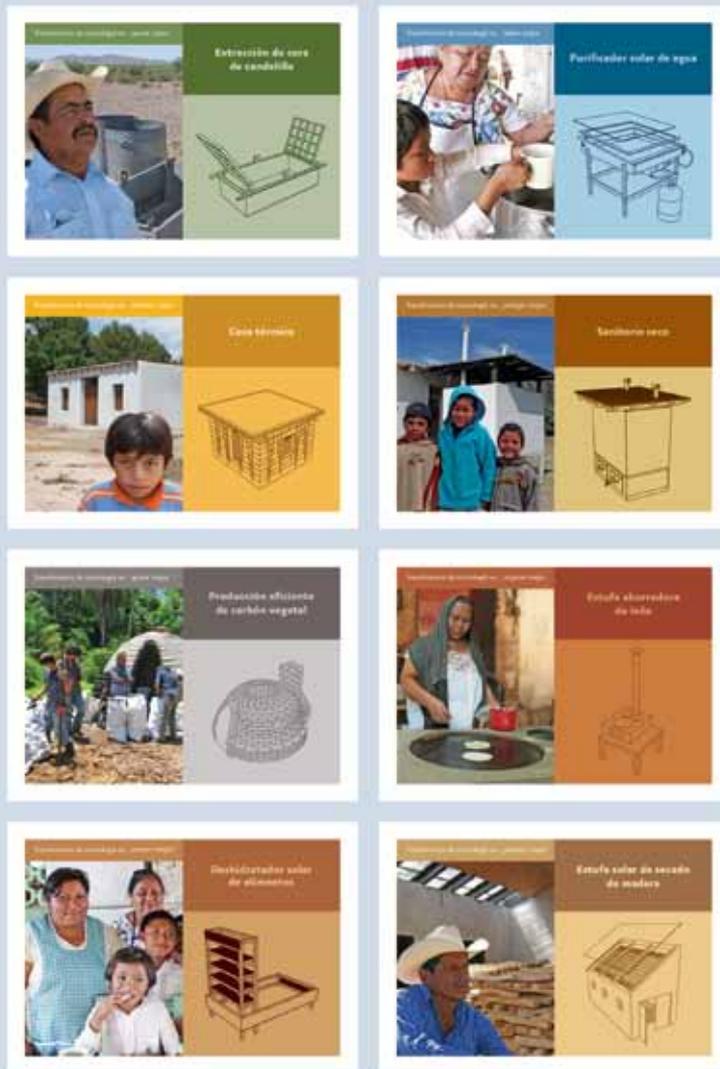
PVC: Tipo de plástico, utilizado para elaboración de diversos productos, entre ellos tubos.

Radiación: Emisión de luz o calor o cualquier otro tipo de energía emitida por un cuerpo.

Tanino: Sustancia con propiedad astringente obtenida de distintas partes de los vegetales, usada para curtir pieles o para elaborar tintes, entre otros usos

UV: Los rayos ultravioleta son liberados por el sol y ciertas lámparas especiales.

Catálogo de postales (vol. 1)



Estos paquetes de tecnología los puedes adoptar a través de ProÁrbol D4.3 transferencia y adopción de tectología.

www.conafor.gob.mx/biblioteca-forestal

www.conafor.gob.mx/conacyt-conafor

tt@conafor.gob.mx

