

Taller de Cosecha de agua de lluvia

Andrea Lizeth Díaz Barajas^{1a}, Fernando Huerta Martínez^{1b}, Dayanara Vega Mendoza^{1c}, Ma. Guadalupe Medina Mejía^{1d}, Berenice Noriega Luna^{1e}, Alma Hortensia Serafin Muñoz^{1f}.

¹Ingeniería Ambiental/Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental/ División de Ingenierías/ Campus Guanajuato/ Universidad de Guanajuato Av. Juárez núm. 77, Col. Centro, Guanajuato, Gto., México, C.P. 36000
al.diazbarajas@ugto.mx^a, huertamartinez@ugto.mx^b, vegamendoza@ugto.mx^c, mg.medina@ugto.mx^d, berenice.noriega@ugto.mx^e, semuah@ugto.mx^f

Resumen

El agua es considerada un recurso renovable ya que se genera con mayor velocidad de la que se consume gracias al ciclo del agua. El hombre, como ser vivo que es, necesita y utiliza gran parte del agua para sus actividades cotidianas (Uso doméstico, agricultura, industria, etc). El uso excesivo del agua y la distribución irregular de las precipitaciones hace que el agua se convierta en un bien escaso. En este artículo se pone atención a la cosecha de agua el cual es una técnica de abastecimiento de agua el cual comprenderemos su factibilidad en comunidades rurales. La recopilación bibliográfica nos ayudara a que la impartición del taller en la comunidad de Molineros, Guanajuato sea más entendible y coherente para las personas.

Palabras clave: cosecha de lluvia, agua, sobreexplotación.

Abstract

Water is considered a renewable resource since it is generated faster than it is consumed thanks to the water cycle. Man, as a living being, needs and uses a large part of water for his daily activities (domestic use, agriculture, industry, etc.). The excessive use of water and the irregular distribution of rainfall make water a scarce commodity. In this article attention is given to rainwater harvesting which is a water supply technique that we will understand its feasibility in rural communities. The bibliographic compilation will help us to make the workshop in the community of Molineros, Guanajuato more understandable and coherent for the people.

Keywords: Rain harvest, water, overexploitation

Introducción

El agua es un compuesto formado por 2 moléculas de Hidrogeno y uno de Oxigeno (Formula: H₂O), su densidad es 1 y su punto de ebullición es a 100 °C a presión ordinaria. Presenta asimismo una conductividad termia muy elevada y una conductividad eléctrica muy baja, que se incrementa cuando existen sales de disolución. Es el disolvente más universal por su gran capacidad de disolver y elevada reactividad (Pulido, 2014).

Es considerado un recurso renovable ya que se genera con mayor velocidad de la que se consume gracias al ciclo del agua, también llamado ciclo hidrológico, disponemos de agua para su uso y disfrute (García, 2019).

Se denomina Ciclo hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea las cuales consisten:

- A. Evaporación: Una parte se evapora desde la superficie del suelo, “charcos, o si ha quedado retenida sobre las hojas de los árboles y en lluvias de corta duración sobre zonas de bosque puede devolver a la atmosfera gran parte del agua precipitada si haber tocado el suelo
- B. Infiltración. El agua infiltrada puede, a su vez, seguir estos caminos:
- Evaporación. Se evapora desde el suelo húmedo, sin relación con la posible vegetación.
 - Transpiración. Las raíces de las plantas absorben el agua infiltrada en el suelo, una pequeña parte es retenida para su crecimiento y la mayor parte es transpirada.
 - Escorrentía subsuperficial o hipodérmica, , que tras un corto recorrido lateral antes de llegar a la superficie freática acaba saliendo a la superficie
 - Si no es evaporada ni atrapada por las raíces, la gravedad continuará llevándola hacia abajo, hasta la superficie freática; allí aún puede ser atrapada por las raíces de las plantas “freatofitas” (chopos, álamos, entre otros), de raíces muy profundas, y que, a diferencia de otras plantas, buscan el agua del medio saturado.
 - Finalmente, el agua restante da lugar a la escorrentía subterránea.
- C. Escorrentía superficial. El agua de las precipitaciones que no es evaporada ni infiltrada, escurre superficialmente. Aún le pueden suceder varias cosas:
- Parte es evaporada: desde la superficie de ríos, lagos y embalses también se evapora una pequeña parte.
 - Otra parte puede quedar retenida como nieve o hielo o en lagos o embalses (Escorrentía superficial diferida)
 - Finalmente, una parte importante es la escorrentía superficial rápida que sigue su camino hacia el mar (Sánchez, 2022).

El hombre, como ser vivo que es, necesita y utiliza gran parte del agua para sus actividades:

- Uso doméstico y urbano: gran parte del agua la usamos para el consumo y la higiene personal y del hogar.
- Industria: se utiliza agua para la elaboración de productos como en la industria alimentaria o cosmética en como refrigerante o diluyente de efluentes en otros procesos de producción.
- Agricultura: en algunos casos se utiliza el agua que llega de forma natural, pero normalmente se emplean sistemas de riego que incrementan y aseguran la existencia de los cultivos.
- Energía: el agua también se emplea como fuente de energía. Distinguimos la energía hidroeléctrica, que utiliza las corrientes de agua generadas cuando se abren las compuertas en los embalses y pasa el agua, la energía mareomotriz que utiliza el movimiento de las corrientes producidas por los movimientos mareales y la energía undimotriz, que resulta de aprovechar la energía cinética que tienen las olas.
- Uso recreativo: otros usos humanos del agua están relacionados con el ocio y el deporte como las piscinas, el turismo, la pesca, etc (García, 2019).

Hay varias razones por las que el agua es, y cada vez más, un recurso limitado. Ciertamente es que la Tierra está cubierta en un 70% de agua, sin embargo, el agua dulce, indispensable para nuestra supervivencia, solo representa el 2,8% del agua del planeta. Las reservas de agua dulce en el planeta son limitadas. El 77% del agua dulce se encuentra en forma de hielo y nieve. El 21,3% es el agua dulce que hay en el subsuelo. El 0.69% es el agua dulce que hay en los lagos, ríos, pantanos y otros reservorios. Y el 0.1% es el agua dulce que hay en las plantas y animales. Esto significa que solo alrededor de un 22% del agua dulce está disponible para el consumo directo. Sin embargo, ese porcentaje no es del todo real pues no toda el agua dulce es potable y, por tanto, no puede ser consumida directamente (García, 2019).

El uso excesivo del agua y la distribución irregular de las precipitaciones hace que el agua se convierta en un bien escaso. Si seguimos extrayendo agua a gran velocidad y vertiendo residuos sin cuidado pronto el agua se convertirá en un recurso no renovable y se convertirá en el nuevo petróleo: un recurso caro y difícil de

conseguir. El agua es vida y deberíamos tomar más conciencia sobre el uso que hacemos de ella y cómo la repartimos (García, 2019).

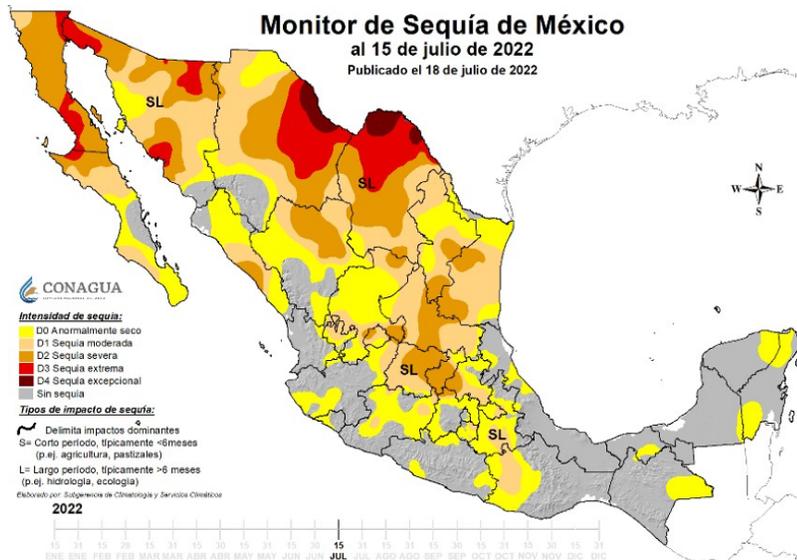


Fig 1. Monitor de sequía en México (Comisión Nacional del Agua; Servicio Meteorológico Nacional, 2022)

En la figura 1 nos presenta la situación actual del país en cuanto a sequías siendo uno de los países en donde se presenta una sequía muy grave en gran parte del territorio nacional siendo Guanajuato uno de los afectados y no es por más decir ya que de sus 20 acuíferos que posee 19 de ellos son sobreexplotados haciendo cada día más factible una sequía más peligrosa al grado de quedarnos sin este recurso indispensable. (CONAGUA,2022)

En este artículo se pone atención a la cosecha de agua el cual es una técnica de abastecimiento de agua el cual comprenderemos su factibilidad en comunidades rurales.

Metodología

Etapa 1: Recopilación bibliográfica

Se llevó a cabo la recopilación de información a través de diversas fuentes bibliográficas en relación con la cosecha de lluvia para poder preparar el taller de educación ambiental sobre el tema. Se analizaron temas sobre la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de cosecha, consultando también los meses en los que es más factible llevar a cabo esta actividad. Se consultó de igual forma información sobre el uso del agua y como debe ser filtrada con anterioridad usando un filtro de agua.

Etapa 2: Elaboración de materiales

Se realizaron materiales de apoyo para el taller y que la explicación fuera más entendible con estos materiales. Se realizó un tríptico en la aplicación de Canva con los puntos principales que se deben de tomar en cuenta cuando se poseen un sistema de cosecha, este se le repartirá a cada uno de los participantes del taller para que tengan la información a la mano.

Para dar a conocer los tipos de sistemas que se pueden construir para llevar a cabo tu cosecha se realizó una maqueta representativa que fue construida con materiales reciclados como lo fueron cartón, vasos de plástico, popotes y bolsa de plástico, esta maqueta de realizo para representar de manera visual los diferentes sistemas de captura de lluvia, ya sea implementada en el hogar o en espacio pequeños o áreas más extensas, además de dar conocer las alternativas de materiales que se pueden utilizar en la construcción de estos sistemas.

De igual manera se llevó a cabo la construcción de un filtro de agua casero utilizando una botella de plástico, carbón, arena fina y gruesa, grava fina y gruesa y algodón, además se calculó el tiempo de retención hidráulica (TRH) por medio de la siguiente formula:

$$TRH = \frac{V(m^3)}{Q(\frac{m^3}{HR})}$$

Donde:

TRH: Tiempo de retención hidráulico

V: Volumen

Q: Gasto

Este filtro se llevará a la comunidad como ejemplo del funcionamiento que tiene este, además de que se llevara material para que las personas de la comunidad participen en una pequeña actividad donde ellos aprendan a construir su propio filtro casero.

Etapa 3: Taller de educación ambiental

Para el taller se realizó una explicación de lo que es la cosecha de lluvia, los diferentes sistemas que pueden implementarse, el cuidado del agua y el mantenimiento de los sistemas, esto mediante los folletos que fueron entregados a cada uno de los participantes y por medio de las maquetas y el filtro de agua ya elaborado. Posteriormente se habló sobre la importancia del filtrado de agua y se llevó a cabo una actividad que consistía en realizar un pequeño filtro casero y se pusieron a prueba los elaborados por algunos voluntarios, al final se hicieron preguntas y se respondieron algunas dudas.

Resultados

Etapa 1: Recopilación bibliográfica

Para poder preparar el taller se llevó a cabo la recopilación bibliográfica en distintas fuentes de información con la finalidad de conocer de manera completa el tema de cosecha de lluvia y transmitirla de forma que las personas de la comunidad pudieran implementar esta alternativa de manera correcta en sus hogares. La recopilación se realizó a lo largo de un mes, en donde cada semana se exponía la información encontrada ante la profesora a cargo de los talleres como se muestra en la figura 2 para tener una retroalimentación de su parte y completar. La información recaudada y expuesta fue la siguiente.



Fig. 2. Exposición de avances

La captación o cosecha de agua de lluvia es la acción de coleccionar, conducir, almacenar y tratar el agua que se precipita a la superficie terrestre para su uso o consumo. Es una práctica empleada en diversas partes del mundo desde tiempos prehistóricos y permite establecer un punto de abasto en cualquier sitio donde llueva. Al igual que varias alternativas, la cosecha de lluvia cuenta principalmente ventajas, pero también algunas desventajas las cuales se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la cosecha de lluvia

VENTAJAS	DESVENTAJAS
✓ No requiere el uso de energía eléctrica	✓ Posible contaminación del agua por falta de mantenimiento en el sistema
✓ Posible utilización de estructuras ya existentes	✓ Esta tecnología no puede suministrar agua cuando se presenta una sequía
✓ Bajo costo de operación	✓ El agua colectada requiere purificación posterior.
✓ Tiempo de vida relativamente extenso	
✓ El agua recolectada tiene buena calidad y un bajo contenido en sales	
✓ Alternativa viable en comunidades rurales dispersas y aisladas	
✓ El costo de instalación y operación de un sistema de captación pluvial es mucho menor que el de un sistema de bombeo o purificación. Además, su mantenimiento requiere poco tiempo y energía.	
✓ El agua de lluvia es un recurso gratuito y relativamente limpio para utilizarlo en actividades que no impliquen su consumo. Es un auto suministro gratuito que presenta la posibilidad de reducir costos al utilizarla en sanitarios, actividades de limpieza, riego de jardines, de cultivos, etc.	
✓ Conserva las reservas de agua como los ríos y los lagos. Además, al utilizarla se reduce la sobreexplotación de fuentes dulces de agua y favorece la sostenibilidad del ecosistema.	
✓ Favorece a la red de drenajes públicos y evita posibles inundaciones al no recibir el agua de lluvia que cae en los techos y promueve la concientización del uso del agua en la sociedad.	

Existen distintos sistemas para poder llevar a cabo la cosecha de lluvia, en la figura 3 se muestra el sistema más común donde se deben de tomar en cuenta los siguientes materiales: tanque de agua, canaletas, tapa para canaleta, ménsula que es el soporte el cual también puede ser un alambre, el bajante para unir las canaletas que también puede ser de PVC, una manguera y algunos accesorios como tornillos, pegamento, válvula etc. (Rogério dos Santos Alves; Alex Soares de Souza, 2014)

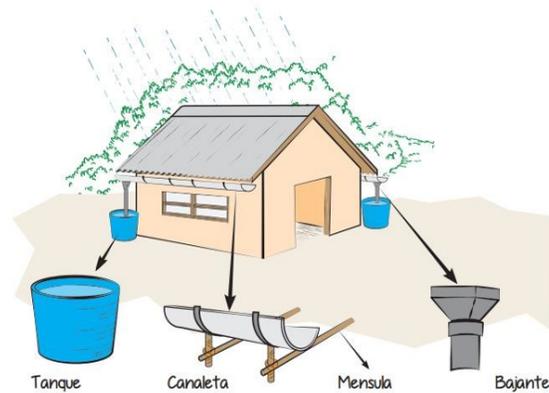


Fig. 3. Sistema de cosecha de lluvia

La instalación de un sistema de cosecha suele ser costoso debido a la cantidad de materiales que se llegan a utilizar por eso es importante buscar alternativas que reduzcan el costo y hagan igual de factible su uso. En la figura 4 se muestra que las canaletas no solo deben estar hechas de metal, sino que se pueden fabricar con madera, también pueden estar hechas de plástico aprovechando los residuos que se generan. Por otra parte comprar un tanque o construir una cisterna donde se almacene el agua también puede ser costosa, en la figura 5 se observa como con solo madera y lona se puede tener un tanque que es otra opción viable. (Rogério dos Santos Alves; Alex Soares de Souza, 2014)

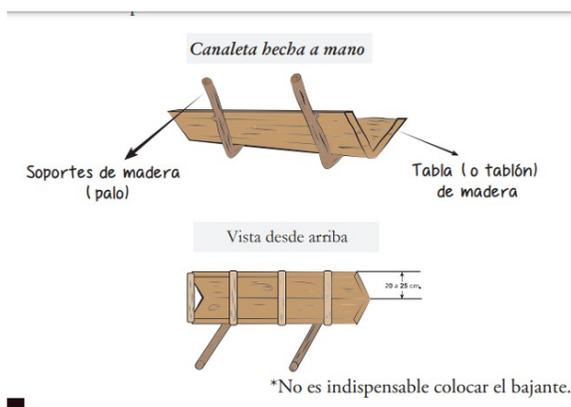


Fig. 4. Canaletas hechas a mano

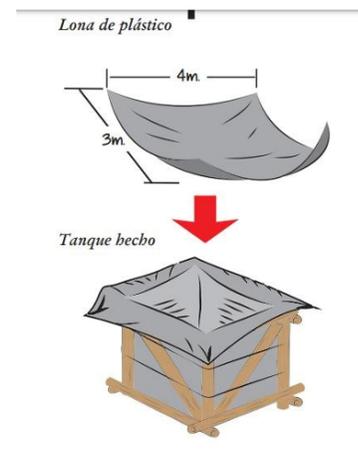


Fig. 5. Tanques hechos a mano

Estos sistemas se pueden colocar a lo largo de la comunidad, se pueden colocar aprovechando las pendientes existentes en el terreno con un tanque de agua y un reservorio tipo zanja (figura 6) de donde todos los miembros puedan tomar y aprovechar el agua. Y como otras opciones también viables esta recolectar el agua con una lona que se encuentre sujeta a un tanque y aun soporte como se muestra en la figura 7, lo mismo se puede realizar usando de soporte dos ramas de árboles. (Rogério dos Santos Alves; Alex Soares de Souza, 2014)

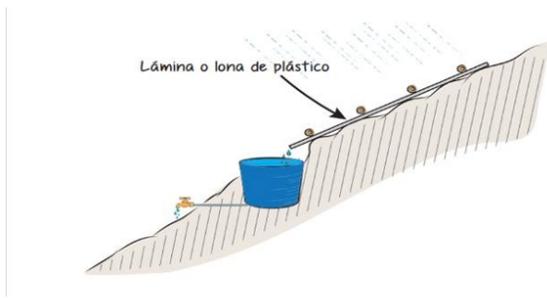


Fig. 6. Sistema sobre pendientes de terreno

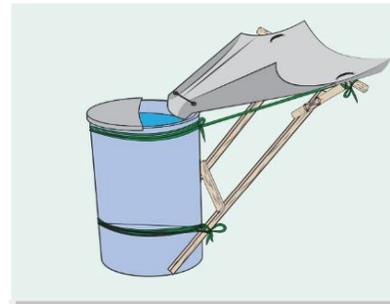


Fig. 7. Sistema con soporte de lona sujeta directamente al tanque

Al momento de operar y mantener los sistemas es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Dejar pasar la primera lluvia de la temporada antes de recolectar la lluvia, esto con la finalidad de que se vaya cualquier suciedad que haya en la superficie, sin embargo, es importante barrer el techo en el caso del primer sistema antes de iniciar y cada semana después de eso, también es necesario limpiar con agua y jabón antes y después cada 15 días.
- Colocar una malla para captar y remover basura acumulada, hojas o insectos que puedan caer, realizar esta actividad aproximadamente cada 3 días.
- Cada trimestre eliminar las ramas de los árboles que crezcan cercanas a los sistemas.
- Constantemente inspeccionar los tanques o cisternas para ver si están en buenas condiciones o cuentan con grietas, de ser así repararlas.
- Para el buen almacenamiento de agua es necesario tapar bien el tanque y alejarlo de los insectos y de la luz.
- No se recomienda el uso de láminas ya que retienen muchas bacterias.
- En es necesario lavar el tanque antes de empezar a recolectar del agua y cuando este se vacía.
- Debido a la precipitación que hay dentro de La Purísima los meses en los que es más factible llevar a cabo esta cosecha es de junio a septiembre ya que según registros en esos meses hay una precipitación mayor a 30mm, de lo contrario no es factible.

Para conocer la capacidad de captación de agua que tiene un techo se debe de utilizar la siguiente ecuación en donde se tienen que tomar en cuenta la precipitación anual que en el caso de la comunidad es de aproximadamente 553 mm, el área del techo que dependerá de cada lugar y el coeficiente de escurrimiento.

$$\text{Capacidad de captación} = \text{precipitación anual} * \text{área del techo} * \text{coeficiente de escurrimiento}$$

En la tabla 2 se recogen coeficientes de escurrimiento indicativos para diversos materiales. Este coeficiente puede verse reducido, además, por la intensidad de la lluvia, ya que las lluvias de baja intensidad producen pocos escurrimientos y, cuando éstas son muy fuertes, el rebote del agua al caer sobre el techo aumenta, pudiendo reducirse el coeficiente hasta valores de 0,15.

Tabla 2. Coeficientes de escurrimiento de diferentes materiales (CONAGUA, 2016)

MATERIAL	Kc
Cubiertas metálicas o plásticas	0.95
Techos impermeabilizados	0.90
Concreto hidráulico	0.9
Lamina corrugada	0.8
Tejas	0.8

El agua que proviene de la lluvia no es potable por lo que se utiliza para actividades domésticas como lo son trapear, lavar ropa, bajarle al baño, regar tus plantas, entre otras. Para su uso es necesario que primero se lleve a cabo un tratamiento de esta, se debe de filtrar para eliminar principalmente los sedimentos que hay en el agua y que tenga un color transparente, este tratamiento se lleva a cabo a través de un filtro casero y el más sencillo de construir es uno de grava y arena que se realizó en etapas posteriores.

Etapa 2: Elaboración de materiales

En la figura 8 se observa el tríptico que se entregó a los miembros de la comunidad que participaron en el taller para que a manera ilustrativa contaran con la información hablada. En este se colocaron los temas esenciales que fueron, los tipos de sistemas que se pueden aplicar, las recomendaciones para su operación y mantenimiento, las aplicaciones que puede tener el agua recolectada, así como la manera de filtrarla previo a su uso.



Fig. 8. Tríptico sobre la cosecha de lluvia

Con los materiales reciclados se realizaron dos maquetas representativas de los sistemas de captación de lluvia, en las Figuras 9 y 10 se muestran las maquetas elaboradas con materiales reciclados, esto para demostrar de forma visual como lucirían estos sistemas, pero de forma escalada.

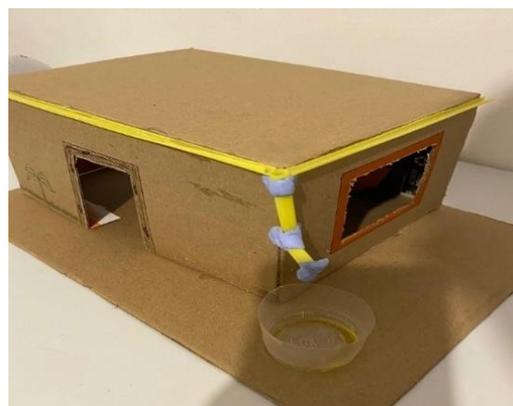


Fig. 9 Maqueta representativa de sistema de captación de lluvia en casa.



Fig. 10 Maqueta representativa de sistema de captación de lluvia en áreas pequeñas.

En la Figura 9 se muestra la maqueta representando un sistema de captación de lluvias que puede implementarse en la casa, en esta se muestra las canaletas que pueden instalarse en el techo del hogar y un sistema de almacenamiento de esta, mientras que la Figura 10 muestra un sistema de captación de lluvia para áreas pequeñas, en este se utiliza materiales como tablas de madera y un contenedor de agua.

Por último, se llevó a cabo la construcción de un filtro de agua casero para presentar en el taller como muestra de su funcionamiento. Primero se cortó una botella de plástico de 3 de litros de capacidad por la parte superior creando una tapa que se pueda abrir y cerrar, colocamos la boca de la botella con su tapa hacia abajo y se empieza a rellenar con los materiales correspondientes. Se colocó una primera capa de algodón en el fondo, después una capa de grava gruesa y luego una de grava fina, como cuarta capa es una de arena gruesa y luego una de arena fina la cual se separó con ayuda de una malla (también se puede utilizar un colador) y por último una capa de carbón activado, antes de empezar a usar el filtro se debe lavar bien los materiales con agua abundante, así como el primer filtrado se debe volver a filtrar. El lavado del filtro se debe hacer dependiendo del tamaño del filtro, un filtro personal como el que se muestra en la figura 11 se lava cada 2 semanas, en cambio un filtro del tamaño de un garrafón se puede lavar cada 6 meses, este proceso se hace desmontando el filtro y lavando con abundante agua menos el carbón activado, ya que este pierde sus propiedades, en ese caso se colocara nuevo carbón activado y se desechara el anterior. En la figura 11 se muestra el funcionamiento del filtro realizado, el cual se dejó actuar para ver su tiempo de duración y se obtuvo como resultado que filtra $\frac{1}{2}$ litro de agua sucia en aproximadamente de 15 minutos cuando se está en constante vertido, el último $\frac{1}{2}$ litro se filtrara en aproximadamente 30 minutos.

Por lo que utilizando la formula correspondiente, se obtiene un tiempo de retención hidráulica de 1.92 Horas, lo que es igual a 1 hora con 55 min.

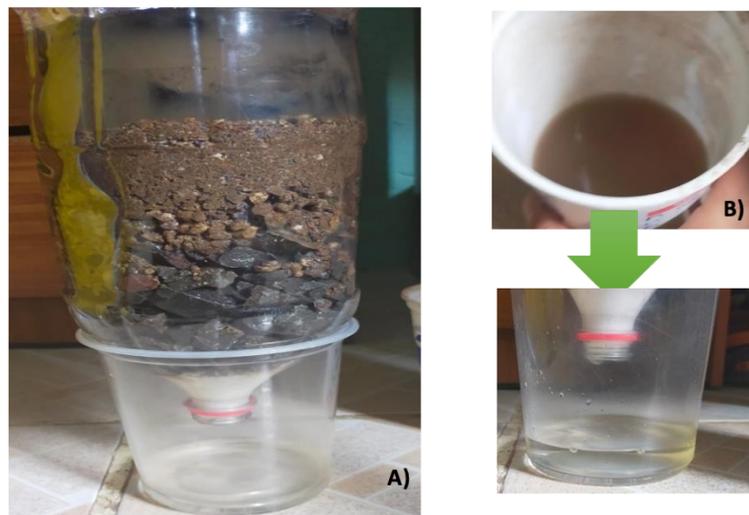


Fig. 11 A) Funcionamiento del filtro agua casero de grava y arena B) Agua antes del filtrado C) Resultado del filtrado.

Etapa 3: Taller de educación ambiental

Una vez recabada la información y el material didáctico, se hizo una presentación en forma de taller de la información en la comunidad de Molineros Guanajuato, Gto. En el taller se dio una aplicación de lo que es la cosecha de agua, como implementar los diferentes métodos de captación de lluvia, así como el mantenimiento de estas, la importancia del cuidado y ahorro de agua y una explicación de cómo hacer un filtro casero y el porqué es importante realizar una filtración al agua captada para utilizar en las labores domésticas, una vez concluidas las explicaciones se realizó una actividad que consistía en realizar un pequeño filtro casero, esto para poner en práctica lo aprendido y demostrar la eficacia del filtro.

Para la actividad del filtro casero los participantes crearon su propio filtro, en esta actividad se les comentó cuánto material debían de colocar por cada capa del filtro, sin embargo, algunos de los niños colocaron un poco más de arena ya que se tenían botellas de distintos tamaños y querían llenarlas de material, les comentamos que no había necesidad de colocar tanto para que el filtro funcionara, de igual forma como se comentó en el párrafo anterior algunos filtros fueron probados y a pesar de que las capas no eran del mismo grosor que el filtro de muestra funcionaron. Para la muestra se utilizó agua de la misma Presa de la Purísima que tenía un color verdoso y la cual al momento de pasar por el filtro dejó el agua transparente y así los participantes se llevaron su filtro para tomarlo de base por si querían construir uno con mayor capacidad.



Fig. 12 Taller de cosecha de lluvia en la comunidad de Molineros Guanajuato, Gto.

Conclusión

La educación ambiental es una herramienta importante para generar conciencia a la población en cuanto a la problemática ambiental en la que nos encontramos actualmente, esto se puede comprobar ya que una vez concluido el taller, las personas de la comunidad demostraron gran interés en el tema ya que hubo muy buena participación en cuanto a la actividad realizada, los participantes prestaron atención al momento de explicar y exponer lo que es una cosecha de agua de lluvia ya que se hicieron preguntas en torno al tema y nos compartieron con nosotros como ahorran agua en sus hogares e incluso hubo asombro al momento de comprobar que los filtros caseros que elaboraron funcionaron de manera correcta ya que se probaron los filtros de algunos voluntarios, cabe mencionar que las personas mayores nos abordaron con preguntas específicas ya que tenían interés en implementar un sistema de captación adaptado a las necesidades de su hogar.

Referencias

- García, A. (2019). Por qué el agua es un recurso renovable pero limitado. de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/por-que-el-agua-es-un-recurso-renovable-pero-limitado-1449.html#:~:text=renovable%20y%20escaso-,El%20agua%20como%20recurso%20renovable,para%20su%20uso%20y%20disfrute.>
- Kawsay, P. M. S. (2015). Guía práctica para cosechar el agua de lluvia.
- Pulido, A. (2014). Nociones de hidrogeología para ambientólogos. Editorial Universidad de Almería. Sánchez, F. J. (2022).- Hidrología Superficial y Subterránea. 2ª ed. Kindle Direct Publishing., 440 pp
- CONAGUA. (2016). Sistema de captación de abasto de agua Potable a nivel vivienda. 1–42. <https://funcagua.org.gt/wp-content/uploads/2020/09/2016.-Lineamientos-técnicos-captación-de-agua-de-lluvia-con-fines-de-abasto-de-agua-potable.-CONAGUA.pdf>
- Rogério dos Santos Alves; Alex Soares de Souza, et all. (2014). Guía para la cosecha de agua. Igarss 2014, 1, 1–5. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Actividades complementarias

