

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERIA

SUBSEDE MAPASTEPEC

TESIS PROFESIONAL

**IMPLEMENTACIÓN DE CAPTADOR DE AGUA
PLUVIAL CON FILTRO CASERO EN LA COMUNIDAD
DE MONTE FLORES ABAJO, MUNICIPIO DE VILLA
COMALTITLÁN CHIAPAS.**

**PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

PRESENTA

NELSON NAJERA VERDUGO

DIRECTORA

M en C. PAOLA SHAULY JUAN VILLARREAL

Mapastepec, Chiapas, 2023



AGRADECIMIENTO

Como primer lugar, quiero agradecer a mi madre Erica Verdugo Mateo, a mis hermanos, Moisés Verdugo Mateo y Nery Verdugo Mateo y familiares que me acompañaron durante estos largos meses de trabajo y me apoyaron en cada momento difícil y me motivaron a continuar con este trabajo.

Agradecer a la institución universitaria UNICACH (Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas) Subsede Mapastepec, agradezco por el equipo con el que se desarrolló este trabajo de investigación. M en C. Paola Shaully Juan Villarreal, mi asesora de tesis que con su entrega y dedicación logramos cumplir nuestros objetivos. Así mismo agradecer a la QFB. Leticia Victorio de los Santos encargada de laboratorio por su compromiso y actitud.

RESUMEN

Se realizó una investigación observacional, prospectiva y descriptiva, en la colonia Monte Flores Abajo, municipio de Villa Comaltitlán Chiapas, con el objetivo de Elaborar un captador de agua pluvial (agua de lluvia) con filtro casero para el aprovechamiento doméstico y uso en el consumo humano. El filtro se elaboró con materiales accesibles en la comunidad como el carbón, graba pequeña, graba grande, piedra triturada, algodón y arena gruesa. Para determinar la calidad del agua filtrada se determinaron los parámetros químicos y biológicos a dos muestras del agua lluvia antes de ser filtradas y dos después de filtradas y los resultados fueron contrastados con los parámetros establecidos por la Norma Oficial Mexicana 042 y 112. Se realizaron dos detecciones de aguas de lluvias, la primera detección se tomó en el ciclo escolar, agosto-diciembre-2021, la segunda toma de agua lluvia se realizó en el ciclo escolar agosto-noviembre-2023. Para evaluar la eficiencia del captador y filtro casero se midió la cantidad de agua captada y se evaluó si fue suficiente para las actividades domésticas. Los resultados obtenidos muestran que existen agentes bacteriológicos en las aguas de lluvia, antes y después de filtrada. ya que en los tratamientos utilizados existen diferencias significativas propuestas en los parámetros de concentración en bacterias del número más probable (NMP). Se logró captar una cantidad suficiente de agua por medio del tubo PVC, dando como 100 % de eficiencia al captar el agua pluvial, se logró el aprovechamiento en el uso doméstico para minimizar el desperdicio de agua y utilizarla con buen plan de manejo. El filtro casero resulto con el 100 % de eficiencia en el filtrado de agua pluvial, ya que esta se presentó en la disposición final como clara, sin color y olor, pero en la eficiencias del filtrado microbiológico presento 0% de eficiencia, ya que no se logró con el filtrado la eliminación total de la presencia microbiológica., pues se necesita complementarlo con otros materiales para mejorar la calidad del filtrado y aumentar la calidad microbiológica. Se concluye que el agua pluvial filtrada no es apta para el consumo humano, ya que presenta bacterias coliformes fecales y totales, estas bacterias son dañinas para la salud humana.

Palabras clave: bacterias, coliformes, agua filtrada, número más probable (NMP), normas oficiales mexicanas,

ABSTRACT

I am presenting this final project where I did an observational, prospective and descriptive research in the colony Monte Flores Abajo, municipality of Villa Comaltitlán Chiapas, with the objective of developing a rainwater collector (rainwater) with a homemade filter for domestic use and use it in human consumption. The filter was made with accessible materials in the community such as charcoal, small gravel, large gravel, crushed stone, cotton and coarse sand. To determine the quality of the filtered water, the chemical and biological parameters were determined in two samples of rainwater before being filtered and two after filtering and the results were contrasted with the parameters established by the Official Mexican Standard 042 and 112. Two tests were carried out. rainwater detections, the first detection was taken in the school year, August-December-2021, the second rainwater collection was carried out in the school year August-November-2023. To evaluate the efficiency of the collector and homemade filter, the amount of water collected was measured and it was evaluated if it was sufficient for domestic activities. The results obtained show that there are bacteriological agents in rainwater, before and after filtering. This because in the treatments used there are significant differences proposed in the bacteria concentration parameters of the most probable number (MPN). It was possible to capture a sufficient amount of water through the PVC pipe, giving 100% efficiency in capturing rainwater. It was used for domestic use to minimize water waste and use it with a good management plan. The homemade filter resulted in 100% efficiency in filtering rainwater, since it was presented in the final disposal as clear, without color and odor, but in the microbiological filtering efficiencies it presented 0% efficiency, since I did not achieve the total elimination of the microbiological presence with the filtration, since it needs to be complemented with other materials to improve the quality of the filtrate and increase the microbiological quality. It is concluded that filtered rainwater is not suitable for human consumption, since it contains fecal and total coliform bacteria, these bacteria are harmful to human health.

Keywords: bacterias, coliforms, filtered water, most probable number (MPN), official Mexican standards.

INDICE GENERAL

1. Introducción	1
2. Justificación	5
3. Planteamiento del problema	7
4. Objetivo.....	8
4.1. Objetivos generales	8
4.1.1. Objetivos específicos	8
5. Hipótesis.....	9
6. Antecedentes	10
7. Marco teórico.....	14
7.1. Agua a nivel mundial.....	14
7.1.1. Precipitación de agua de lluvia en el país.....	15
7.1.2. Captación de agua de lluvia en el país y su aprovechamiento.....	16
7.1.3. Clima del estado de Chiapas.....	17
7.1.4. Captación de agua de lluvia en el estado y su aprovechamiento.....	17
7.1.5. Municipal, el clima y el tiempo promedio en todo el año en “villa Comaltitlán, México”	17
7.1.6. Precipitación.....	18
7.2. Que son los captadores de agua pluvial	18
7.2.1. Tipos de captadores y filtros de agua.....	19
7.2.2. Tanques de almacenamiento	19
7.2.2.1. Almacenamiento interno	19

7.2.2.2. Estanque de retención.....	20
7.3. Captación de aguas de lluvias en azoteas.....	20
7.3.1. Tipos de filtro de agua	20
7.3.1.1. Filtro de carbón activado	20
7.3.1.2. Sistema de destilación	21
7.3.1.3. Filtro de cerámica plata coloidal	21
7.3.1.4 NOM, 112 ssa1 1994, número más probable	21
7.3.1.5. Parámetros para evaluar.....	21
8. Materiales y método.....	23
8.1. Área de estudio.....	23
8.1.1. Ubicación geográfica	23
8.1.2. Factores climáticos.....	23
8.1.3. Temperatura.	24
8.1.4. Precipitación anual.	24
8.1.5. Factores edafológicos.	24
8.1.6. Hidrografía.	24
8.1.7. Vegetación.	24
8.2. Metodología.....	24
8.3. Materiales para el captador y filtro casero.	25
8.4. Reactivo para análisis del agua	25
8.5. Materiales de laboratorio.....	26
8.6. Construcción y elaboración del captador del agua pluvial y filtro casero.....	27

8.7. Parámetros biológicos del agua pluvial captada mediante la norma oficial mexicana 112, con el método del número más probable, durante el ciclo escolar agosto-diciembre 2021.....	29
8.8. Determinación de calidad de agua, de lluvia directa y lluvia filtrada, del ciclo escolar agosto a noviembre del año 2023. En la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas	30
8.9. Procedimiento (NOM-042-SSA1-1994)	31
8.10. Procedimiento (NOM-112-SSA1-1994)	33
9. Resultado y discusión.....	40
9.1. Resultado de parámetro biológicos mediante la NOM-112-ssA1-1994 Y NOM-042-ssA1-1994.....	42
10. Evaluar la eficiencia del captador de agua pluvial y filtro casero.	56
11. Conclusión	57
12. Sugerencia.....	58
13. Referencias	59
14. Anexos	63

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Materiales para el captador de agua y filtro casero.....	25
Tabla 2. Reactivos para análisis del agua.....	25
Tabla 3. Materiales de laboratorio.....	26
Tabla 4. Parámetros químicos del agua pluvial.....	40
Tabla 5 Y 6. Resultados de muestra directa uno y dos con caldo lauril sulfato triptosa (tres repeticiones) con método del número más probable (NMP).....	42
Tabla 7 Y 8. Resultados de muestra directa cinco y seis con caldo lauril sulfatotriptosa (tres repeticiones) con método del número más probable (NMP).....	44
Tabla 9 Y 10. Resultado de muestra directa (uno y dos), Con caldo lactosado (tres repeticiones) con el método del (NMP).....	46
Tabla 11 Y 12. Resultado de muestra filtrada (1 y 2), Con caldo lactosado (tres repeticiones) con el método del (NMP).....	48
Tabla, 13 Y 14 diez, resultado de siembra con azada MD (1 y 2), EC, (tres repeticiones) con el método del (NMP).....	50
Tabla, 15 y 16. Resultado de siembra con azada MF (1 y 2), EC, (tres repeticiones) con el método del (NMP).....	51
Tabla 17 y 18. Resultado de siembra con azada MD (1y 2), Bilis verde brillante, (tres repeticiones) con el método del (NMP).....	52
Tabla,19 y 20. Resultado de siembra con azada MF (1 y 2), Bilis verde brillante, (tres repeticiones) con el método del (NMP).....	53
Tabla 21 y 22, resultado de siembra con azada MD (1 y 2), Agua peptonada, (tres repeticiones) con el método del (NMP).....	54
Tabla 23 y 24. Resultado de siembra con azada MF (1 y 2), Agua peptonada, (tres repeticiones) con el método del (NMP).....	55

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1, Área de estudio	23
Imagen 2, Ubicaciones del captador de agua pluvial.....	28
Imagen 3, Corte del tubo PVC, para hacerle canal y captar agua.....	28
Imagen 4, Instalación del tubo PVC, en el techo.....	28
Imagen 5, Se colocó el cuerpo de filtro	28
Imagen 6, Algodón.....	28
Imagen 7, Carbón, piedra pequeña, piedra grande, piedra triturada, arena.....	28

1. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos imprescindibles, la escasez del vital recurso es causado por la ubicación remota y alejada de las colonias donde no hay sistemas de acueductos potables y hacen que el acceso de agua sea escaso, el agua es un elemento muy importante para el abastecimiento y sustento de uso cotidiano para el ser humano, tanto para consumo como para usos domésticos (Román, 2021).

La recolección de las aguas de lluvias aporta grandes beneficios a los seres humanos en especial a las viviendas de las zonas rurales, con el recurso agua de lluvia las personas pueden abastecerse y tener un almacenamiento adicional para aplicar a diferentes labores como, las actividades domésticas o trabajos del campo, lo que ahorra en el consumo de agua del acueducto y beneficia los recursos del medio ambiente (Román, 2021).

En la colonia Monte Flores Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, la mayoría de las personas hacen uso del agua del río y afluentes naturales, al no tener agua potabilizada directa hasta su casa los comunitarios tienen la labor de acarrear con cubetas, tambos o direccionar con mangueras el agua para el uso y consumo del vital recurso.

En el norte de la Provincia de Santa Fe, Argentina, se implementó un sistema de captación de agua pluvial casero, esto debido a las condiciones en las que se encuentran las aguas subterráneas, ya que estas presentaron exceso de sales y sustancias tóxicas, causadas por los actos del consumo humano en los huertos, contrayendo problemas de consumo del vital recurso, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, implemento un sistema de captación de agua pluvial teniendo en cuenta los factores fisicoquímicos y biológicos, con el objetivo de garantizar abastecimiento de la misma a la población, en usos domésticos y usos de riego, así como también reduciendo gastos económicos, ya que el sistema implementado es de fácil accesibilidad. Basán *et al.*, (2018).

Jesús Espinoza, Francisco Gonzaga, implementaron un sistema de captador de agua pluvial, en la Isla Jambelí del Cantón Santa Rosa, ya que es una zona donde no cuentan con un apoyo de gobierno en aguas potables, esto debido a su ubicación aledaña, en la cual no se encuentran efluentes naturales de aguas dulces, la instalación del sistema se realizó en los tejados de las viviendas, captando el vital recurso pluvial por medio de tuberías hasta depositar a un recipiente, como tanque, el objetivo del sistema de captación es brindar beneficio a la población en abastecimiento de agua para su usos cotidianos, en consumo doméstico. (Espinoza & Gonzaga, 2017).

Se implementó un sistema de captador de agua pluvial, en el distrito de cusco, esto se llevó a cabo en 10 viviendas de la zona, el objetivo de la investigación es para brindar una mejor calidad de vida a los pobladores, disminuyendo gastos económicos, brindando una mejor cantidad de agua, como también se obtuvieron parámetros fisicoquímicos pluvial de las cuales se llevaron a cabo estudios de comparaciones de las aguas potables donde realizaron correlaciones entre ellas ya que las aguas de lluvias aportan grandes beneficios en el ámbito del uso doméstico, la cual logro ser de gran ayuda mejorando el suministro del vital recurso en las viviendas. (Guzmán *et al.*, (2021).

Se realizo un trabajo de diseño, construcción e implementación de captador de agua de lluvia, en la zona de Guanajuato, en las instalaciones del plantel escolar medio superior, con el objetivo de brindarles un apoyo del vital del recurso, para sus usos domésticos y realizar limpiezas con la misma, la implementación de este prototipo logro ser factible ya que beneficio a la instalación escolar en el uso del agua para la limpieza de las instalaciones uso en el riego y usos sanitarios, como también redujo el desperdicio de agua, la elaboración del producto es accesibles a las personas ya que está conformada con materiales del entorno de fácil acceso y en lugares estratégicos (Carreón, 2022).

En el presente trabajo se planteó la elaboración e implementación de un captador de agua pluvial adaptado con un filtro casero, para almacenar, racionar y hacer uso del agua en actividades domésticas, además de analizar el vital recurso para el consumo humano (ingerir).

El hombre desde su creación ha sido ingenioso para resolver sus problemas y sus necesidades, lo han vuelto recursivo para poder solucionarlas, como primera fuente de aprovechamiento y abastecimiento ha utilizado el agua superficial, por ende, las primeras civilizaciones se establecieron en las orillas de los ríos para su aprovechamiento como transporte y consumo diario. (García, 2012).

Un sistema de captación de agua de lluvia se convierte en una opción que puede ayudar a mejorar la calidad de vida, en particular en las comunidades donde las precipitaciones son altas, ya que pueden aprovechar el agua de lluvia y así sobrellevar los problemas de abastecimiento. La captación de agua de lluvia es una tecnología a nivel doméstico que ha sido practicado durante años en diferentes épocas para el consumo humano y otras actividades. El agua de lluvia puede ser colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso.

Los estudios de la captación de agua de pluvial cada vez son más comunes a nivel mundial, en países de todo el mundo como Australia, Japón, Corea, Nigeria, Nueva Zelanda, Brasil y China, por mencionar algunos, se ha llevado un balance del promedio de agua captada en superficies, tomando en cuenta el promedio pluvial en cada zona del planeta y haciendo estudios de qué tan factible es introducir sistemas de captación para el ahorro del agua (Rojas, 2012).

Es por ello, que en esta investigación se propuso la elaboración de un captador de agua pluvial con filtro casero para poder darle un mejor aprovechamiento al agua pluvial en consumo y usos domésticos, en la comunidad de Monte Flores Abajo, municipio de villa Comaltitlan chapas, la elaboración del prototipo es accesible ya que

está elaborado con materiales del entorno de fácil manejo, beneficiando a las personas tanto en economía como en abastecimiento del viral recurso.

2. JUSTIFICACIÓN

La implementación del modelo de captación de agua pluvial es uno de los productos indispensables hoy en día, esto para poder obtener el aprovechamiento de agua en las temporadas de lluvias, el agua es uno de los recursos importantes en la actualidad para poder abastecer las necesidades de los seres vivos día con día, en el ámbito de usos domésticos cotidianos, en la comunidad de Monte Flores Abajo municipio de Villa Comaltitlán Chiapas, no cuenta con aguas potabilizadas de parte del gobierno los pobladores de dicha comunidad obtienen el vital recurso por medio de aguas entubadas que dificulta la vía de recolección.

La viabilidad del prototipo es beneficiar a la población en zonas urbanas donde no cuentan con buen abastecimiento de agua, ya que presentan precipitaciones fuertes y constantes en todo el año, esto para brindarles un mejor sustento en cantidad de agua por medio de captaciones, generando un ahorro con buen plan de manejo para el reusó de aguas de lluvias, se realizarán estudios de detección químicos y biológicos para ver si el agua de lluvia es factible para el consumo humano.

En las zonas altas de Villa Comaltitlán Chiapas, se presentan frecuentes precipitaciones que se deben de aprovechar para proporcionar una mejor sustentabilidad, aquellas personas que no disponen del vital recurso y por lo general obtienen el sustento de este recurso por medio de aguas entubadas transportándolas por mangueras desde los arroyos, esto se les dificulta ya que los afluentes naturales tienden a crecer en grandes cantidades, causando problemas con su sistema de recolección dejando sin agua los hogares.

Al utilizar este sistema de agua de captación pluvial tiene ventajas : económicos, de fácil transporte e implementación, no requiere fuentes de energía

eléctrica, están compuestos de materiales del entorno, duraderos y resistente, los repuestos son económicos, lo cual facilita su manejo y utilización, resolviendo el problema de captación del agua a corto plazo, brindar enseñanzas, formar un plan de manejo para el aprovechamiento de agua de lluvia hacia los hogares, además al contar con un filtro casero los contaminantes del agua se minimizan llegando a ser factible para su uso en el ámbito doméstico, de riego y posiblemente de consumo humano.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el estado de Chiapas en especial la comunidad de Monte Flores Abajo del municipio de Villa Comaltitlán, es una de las comunidades más alejada, donde se está presentando el problema de escases de agua, ya que la comunidad no cuenta con el abastecimiento y distribución de agua potable público para satisfacer las necesidades de los comunitarios, por ello el vital recurso se obtiene por medio de conductos de manguera que son adaptados por sus mismos medios y, por lo que esto lo hacen directamente de afluentes naturales (ríos o arroyos) los mismos comunitarios, la labor de este tipo de recolección de agua dificulta la implementación y recolección de la misma. Pues la labor del ayuntamiento municipal no le aporte solución al problema de la distribución del agua.

La comunidad, presenta alta precipitaciones pluviales fuertes a torrenciales y constantes en verano y otoño, esto contrae problemas a los habitantes de la comunidad en el aspecto de abastecimiento de agua en los hogares, los efluentes naturales crecen afectando sus vías de distribución del mecanismo de transporte de agua, dejando a las viviendas sin el vital recurso, ya que el agua es uno de los materiales naturales indispensable e importante para los seres vivos.

Por estos motivos, el trabajo pretende responder la siguiente pregunta de investigación: ¿puede un captador y un filtro resolver la situación del uso del agua lluvia en la comunidad de Monte Flores Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas, con el abastecimiento de agua?

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Elaborar captador de agua pluvial (agua de lluvia) con filtro casero para el aprovechamiento doméstico, uso y consumo humano en el ejido Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán Chiapas.

4.1.1. Objetivos específicos

- Elaborar filtro casero con materiales del entorno que sean accesibles y económicos para el aprovechamiento.
- Determinar los parámetros químicos y biológicos del agua pluvial directa y filtrada, mediante la norma oficial mexicana 042 y norma oficial mexicana 112.
- Evaluar la eficiencia del captador pluvial y filtro casero.

5. HIPOTESIS

HI: La implementación del prototipo de captador de agua pluvial con filtro casero lograra obtener agua para consumo doméstico y humano, con base a las normas oficiales mexicanas (042 y 112).

HO: La implementación del prototipo de captador de agua pluvial con filtro casero no lograra obtener agua para consumo doméstico y humano, con base a las normas oficiales mexicanas (042 y 112).

6. ANTECEDENTES

El estudio de captación de agua pluvial se ha venido realizando hace décadas atrás, ha despertado el interés en investigadores, por los problemas ambientales del agua, como su concentración de bacterias coliformes totales que hoy en día presentan, para darle un nuevo uso en usos doméstico, y realizar un buen aprovechamiento del agua de lluvia,

Se implementó la captación de agua pluvial en países de América Latina y el Caribe, en estos países existen precipitaciones promedio de 500 mm a más de 1.500 mm, algunos países han recolectado y almacenado legalmente el agua de lluvia para fines domésticos ya que les ha brindado una gran ayuda, en el país hay más de 600.000 localidades ahora en América Latina y el Caribe que tienen agua de lluvia en sistemas de recogida, especialmente en lugares donde no hay una buena red de agua potable, el sistema de recolección de agua de lluvia ha ayudado en el abastecimiento de uso doméstico (Anaya, 1998).

En Oxchuc, Chiapas se elaboró un prototipo de captador de agua pluvial en techos, en el plantel CECYT 11, la captación se hace por medio de tubos PVC que pasan por las orillas del techos de las aulas depositándola en grandes recipientes, se determinó como ecotecnia complementaria para usos domésticos para abastecer las necesidades de la institución en suministros de agua, con abastecimiento de calidad con la capacidad de sustentar a 1000 alumnos y docentes en recursos de agua para sus usos domésticos (Torres, 2011).

En la investigaciones realizadas se encontró que la comunidad de Santa Rosa Xochiaca en la delegación de Álvaro Obregón, ubicada al suroeste de la Ciudad de México, una parte importante de la población no cuenta con abastecimiento de agua potable, ya que se abastecen por medio de camiones y cisternas, este es un método

poco favorable ya que no beneficia a la población, tiene costos económicos como ambientales, en estas condiciones el estudio concluyó que la implementación de un captador de agua es factible, ya que es una zona con una precipitación constante, media anual de 1000 a 1500 mm, (CONAGUA, 2009), y la tecnología utilizada está asociada a una baja inversión y ayuda a reducir el problema ambiental y económico en los hogares, (García, 2012).

La ciudad de México se enfrenta a una crisis de agua, ya que a lo largo del tiempo su fuente de abastecimiento de agua subterránea y superficial se han venido agotando día con día de una manera descontrolada y esto a causa alerta en los habitantes de dicho lugar, para ello propusieron una forma de obtener agua con un prototipo de captador pluvial ya que nos beneficia en recolectar agua de lluvia para uso domésticos, es un proyecto sustentable porque no se explota ningún cuerpo de agua como también es económicamente factible a la sociedad y es de ahorro económico en las viviendas, (García, 2013).

México es una de las ciudades que presenta grandes problemas de abastecimientos de agua a nivel mundial, ya que se enfrenta a diario con diversos obstáculos, como el agua que se distribuye en las partes del país y se desarrollan de manera desigual, en la ciudad de México se consume 63 m³ de agua, provenientes de acuíferos de la ciudad que es el 70 %, y el 30 % de cuencas, la mayoría del transporte del recurso se desperdicia en fugas, para ello propusieron un proyecto de abastecimiento con la implementación de un prototipo de captador pluvial, para las zonas con más bajo sustento de calidad de agua, (Ortiz, 2016).

Se realizó un estudio de determinación de mejoramiento en la calidad de agua, con un filtro casero el cual se enfocó en la determinación del uso de arena de baja velocidad con carbón activado, tomando tres muestras, de fuentes diferentes,

obteniendo tasa de remisión de turbidez con 50 y 61 %, y de remisión completa de coliformes fecales de 87 y 80 %, logrando obtener un mejoramiento de calidad en agua para el uso humano (Wilder, 2020).

Se realizó un análisis de un filtro casero, y se comprobó que contribuye al sistema de tratamiento y mejoramiento del agua con filtro de arcilla, este tratamiento fue efectivo, teniendo en cuenta los microorganismos que fueron estudiados, utilizando el método de detección microbiológica, APHA 9222 B, donde se analizaron los siguientes parámetros, pH, turbidez, color, conductividad eléctrica, sólidos totales, nitrito y metales pesados (aluminio convencional, articulaciones, hierro regular, manganeso regular), (Karina, 2021).

Sin embargo Apaza (2022), realizó en la ciudad de México, una determinación de la composición ideal de los ácaros de la arcilla, para la producción de filtros para lograr una reducción de coliformes totales en el agua, de acuerdo con los parámetros fisicoquímicos especificados por los organismos pertinentes en el país, se crearon filtros cerámicos impregnados con plata colide de arcilla y aserrín, hubieron diferencias significativas en la recolección de las muestras de diferentes tratamientos en cuanto la concentración de coliformes totales, no hubo diferencias significativa en los tratamientos para los resultados en cuanto, PH, Oxígeno disuelto y temperatura, finalmente el tratamiento F-AR3, fue el estudio ideal, ya que se detectaron 1.1 NMP/ 100 ML de coliformes totales.

En Sudamérica se implementó un prototipo de captador en agua pluvial casero en techos, esto se elaboró para proporcionar una disponibilidad de abastecimiento de agua de lluvia para diversos usos domésticos, ya que el agua es uno de los elemento crítico y las familias rurales invierten muchos recursos en ello, esto para darles un mejoramiento de calidad de vida a las familias, como reducción de

carga de trabajo de la misma, la tecnología implementada dispone una buena calidad de aguas de lluvia para el uso doméstico entre otros usos, como uso personal, en riegos y lavado de ropa. (Moncada *et al.*, 1994).

En las zonas rurales, de Conday Tolima, se realizó un captador de agua de lluvia con filtro, para la conservación de este recurso, esta zona rural no tiene mucha accesibilidad de aguas potables, es uno de los lugares donde se presentan más sequía, el gobierno tiende a abastecerla pero es insuficiente, esto sucede porque las personas de dicho lugar no almacenan, ni realizan, manejo del agua, el prototipo para el aprovechamiento y abastecimiento del agua de lluvia en usos domésticos y personales está compuesto por, Guadua, grava, arena y carbón activado, (Ardenas, 2020).

7. MARCO TEORICO

7.1. Agua a nivel mundial

En el mundo se encuentra en disponibilidad un promedio de agua de 1,386, cada año, en billones hectómetros cúbicos (hm^3), de esta cantidad de agua el 35 % billones hm^3 es de agua dulce, el 70 % no se encuentran disponibles ya que se encuentran en glaciares, nieve, hielo, el otro 10.5 millones de hm^3 son las aguas que pasan por debajo de los suelos conocidas como aguas subterráneas, vierten aguas en arroyos y ríos, las últimas partes de billones de aguas, es el 0.14 % hm^3 , los podemos localizar en lagos, ríos, humedad en suelo, aire como también en las plantas (Conagua, 2018).

La precipitación es una parte importante dentro del ciclo hidrológico, ya que genera el agua renovable del planeta y varía según la región. Las ciudades que están en un año de latitud más alto. De los 200 países en los que hay información disponible, México está disponible per cápita con respecto al agua renovable. Se espera que el cambio climático aumente el estrés en los recursos hídricos, se estima que la estacionalidad de los flujos en las regiones suministradas por el agua de nieve en las principales cadenas montañosas se cambiará, donde vive la sexta parte de la población del mundo (Conagua, 2018).

La base de datos de EM-DAT2 registró 3.751 peligros naturales, de los cuales 3.157 (84.2 %) tuvieron como desencadenantes causados por tales relacionados con el clima, por lo que las inundaciones fueron del 40,5 %, las tormentas del 26,7 % y otras tormentas y otros fenómenos de 16.9 % de peligros naturales. Con un número aproximado de personas afectadas por desastres naturales, ascendió a 2000 millones, de los cuales el 95 % se vieron afectados por los peligros asociados con los fenómenos meteorológicos (Conagua, 2018).

Las inundaciones fueron 36.7 %, tormentas, 17 % y otros fenómenos meteorológicos, 41.8 %. El costo estimado de las pérdidas incurridas en 141 países

en los últimos diez años ascendió a \$ 1658 millones, de los cuales el 73 % de los costos fueron causados por peligros asociados con fenómenos meteorológicos, las tormentas fueron 41.7 %, inundaciones, 21.9 % y otros fenómenos meteorológicos, son 41.7 %, inundaciones, 21.9 % y otros fenómenos meteorológicos 9 % (Conagua, 2018).

7.1.1. Precipitación de agua de lluvia en el país

El clima en México es cálido y templado. Hay precipitaciones durante todo el año en México. Hasta el mes más seco aún tiene mucha lluvia. Esta ubicación está clasificada como CFA, por Köppen y Geiger. La temperatura media anual en México se encuentra a 13.1 °C. La precipitación aproximada es de 1069 mm, México se encuentra en el hemisferio norte. El verano comienza en junio y termina en septiembre. Los meses de verano son: junio, julio, agosto, septiembre, El mes más seco es enero, con 54 mm de lluvia. 138 mm, mientras que la caída media en mayo. El mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año (García, 2023).

La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 166 mm. A lo largo del año, las temperaturas varían en 5.3 °C. La humedad relativa más alta se mide en septiembre (78.16 %). El más bajo en marzo (42.44 %). El mes con más días lluviosos es julio (23.97 días). El mes con menos días lluviosos es diciembre (3.27 días) (García, 2023).

La zona más lluviosa, con precipitaciones superiores a 1 500 mm se encuentra al sur del paralelo 22° N y comprende las pendientes montañosas de las porciones central y sur del país que se inclinan al Golfo de México y que se encuentran directamente expuestas a los vientos húmedos del mar asociados con los alisios, el norte y los ciclones tropicales. Durante el verano, con el desplazamiento hacia el norte del anticiclón del Atlántico septentrional dominan los vientos alisios que con una

dirección general de noreste a suroeste en superficie o de este a oeste en las alturas introducen una gran cantidad de la humedad que han recogido al pasar sobre las aguas calientes del Golfo de México (García, 2023).

Al encontrarse con las laderas montañosas que se inclinan al Golfo de México los vientos alisios se ven obligados a ascender, se enfrían adiabáticamente y depositan en forma de lluvia su abundante humedad. La cantidad de lluvia aumenta aún más en esta estación por la presencia de las perturbaciones ciclónicas que tienen su origen en el Mar de las Antillas; estos ciclones tropicales son más frecuentes hacia fines del verano y principios del otoño y su influencia se pone de manifiesto en el aumento de la cantidad de lluvia de los meses de septiembre y octubre. Durante la mitad fría del año la influencia de la alisios queda relegada a algunas zonas bajas del sur, ya que la zona subtropical de alta presión se encuentra desplazada hacia el sur y con ella la faja de los alisios; esto se traduce en una disminución de la precipitación en esta época. Sin embargo, durante el invierno, los Norte que se originan por el desplazamiento hacia el sur de masas de aire polar, producen precipitaciones abundantes en esta zona, debido a que recogen humedad del Golfo de México. El máximo de la precipitación en esta zona no se presenta en el litoral ni en la parte más alta de las montañas, sino en general, en un área de altitud comprendida entre 100 y 600 m (García, 2023).

7.1.2. Captación de agua de lluvia en el país y su aprovechamiento.

En el país, se considera a la captación de agua de lluvia como la recolección de la escorrentía superficial para propósitos productivos. El aumento de la disponibilidad del agua de lluvia beneficia a la población en sus cultivos en las zonas áridas y semiáridas para poder obtener un buen rendimiento de producción, así como la rentabilidad de esta materia prima hace posible la cosecha en zonas donde no existe esta posibilidad, como también la captación de esta beneficia a la sociedad en sus labores y aseos de usos domésticos (Banco Mundial, 1988) (Santiago, 2000).

7.1.3. Clima del Estado de Chiapas

En el estado de Chiapas, el clima tropical húmedo y subhúmedo predomina, la disposición del alivio de la retención de humedad proporciona el 54% del territorio, el cálido húmedo 3 % y el descanso del 3 % hoy un clima moderado subhúmedo. La temperatura anual promedio es de 24.1 ° C, la temperatura promedio más alta es de 30 ° C y la mínima hoy en día 17.5 ° C son las temperaturas más extremas registradas en el estado de junio a noviembre y comienzan de enero a mayo a César. Hoy, la precipitación anual promedio es de 1,969 mm, aunque dependiendo de la región, varía como en el caso de Soconusco, donde la precipitación anual varía de 1.025 a la actualidad (Martínez, 2018).

7.1.4. Captación de agua de lluvia en el estado y su aprovechamiento

Aproximadamente en nuestro Estado la media de lluvia anual supera los 600 litros por m², con una cubierta de 100 m² y un aprovechamiento del 80% del agua de lluvia, tendríamos 48 000 litros de agua gratuitos cada año, no se necesitan muchas tuberías, bombas caras, ni filtros sofisticados para cosecharla. El agua de lluvia puede ser aprovechada para muchos usos en la sociedad como usos domésticos y usos agrícolas en zonas semi áridas para el cultivo y poder obtener una mejor producción, esta obtención de calidad del agua de lluvia no precisa ser "apta para el consumo humano", (Cortes, *et al*, 2011; Zarate, 2011).

7.1.5. Municipal, el clima y el tiempo promedio en todo el año en "Villa Comaltitlán, México"

En la temporada de lluvia del municipio de Villa Comaltitlán, se logran formar nubes negras de gran tamaño, y en temporada de calor en su mayoría es claro, cálido y opresión todo el año, durante el año la temperatura suele variar, 21 ° C a 35 ° C y rara vez cae a menos de 19 ° C o aumenta a más de 36 ° C (Spark, 2015).

7.1.6. Precipitación

En el municipio de Villa Comaltitlán, el tiempo de lluvia en los días húmedos generalmente es muy variado durante todo el año. La temporada más húmeda en el municipio es difícil ya que es de, 5.8 meses, del 9 de mayo al 1 de noviembre, con una probabilidad de más del 44 %, que será un día húmedo. Luna con más días húmedos en Villa Comaltitlán es septiembre, con un promedio de 24.9 % (Spark, 2015).

La investigación se realizó entre los años 2009 y 2014 en Villa Comaltitlán, ubicado a 15°08'7.14" latitud norte y 92°37'32.11" longitud oeste y a una altitud de 23 msnm., es un municipio que pertenece al estado de Chiapas, México, en el cual se encuentra, el Ejido Cantón, "Barrio Nuevo", a unos 15 km de la ciudad cabecera. (Spark, 2015).

La Comisión Nacional del Agua en la localidad predomina un clima cálido húmedo con lluvias abundantes en verano con precipitaciones mínimas de 2,000 mm y máximas de 3,000 mm, con total ausencia de precipitaciones en los meses de diciembre a abril, período durante el cual los cultivos en ausencia de lluvias sufren la carencia de agua en ausencia de riego artificial. En los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima es de 23 °C y las máximas alcanzan valores promedio de 35 °C. Las precipitaciones promedio de la localidad son de 2,500 mm y su ocurrencia durante el período experimental ascendió a 2,100 mm. (Osorio, *et al.*, 2017).

7.2. QUE SON LOS CAPTADORES DE AGUA

El captador de agua pluvial es un prototipo de ecotecnia amigable con el medio ambiente y con la sociedad, es una eco técnica antigua para brindarles abastecimiento de vital líquido a la población, se capta el agua de lluvia mediante tuberías en el techo, para reutilizarla y darle aprovechamiento en usos domésticos o

riego, entre otros. En los últimos años se han incrementado los esfuerzos por promover el aprovechamiento de agua de lluvia, tanto en zonas rurales como urbanas, debido a los múltiples beneficios sociales, ambientales y económicos de su utilización, como la mitigación de inundaciones, la disponibilidad de agua para usos no potables, la reducción en las tarifas de agua, la disminución y prevención de la sobreexplotación de acuíferos y cuerpos de agua superficiales, así como de su contaminación (Clay, 2021).

7.2.1. Tipos de captadores y filtros de agua

Sistema de captación pluvial: cuatro opciones se estiman tres tipos principales captación de agua pluvial: bobeo directo, bombeo y gravedad indirectos en ciertas situaciones es posible tener un sistema puramente gravitatorio, aunque este método no suele ser tan frecuente (Clay, 2021).

7.2.2. Tanques de almacenamiento

7.2.2.1. Almacenamiento interno

Tanques de almacenamiento subterráneos son populares en las zonas donde la mayor porción hora de lluvia del año cae en una sola temporada, un tanque subterráneo está aislado, tiene una tasa de evaporación muy baja y tiene ventajas sobre los tanques de almacenamiento de superficie ya que el agua no se congelara si está enterrada debajo de la línea de congelamiento, Los tanques subterráneos se deben conectar a un bomba eléctrica debido a que la alimentación por gravedad no es una alimentación viable en la mayoría de los casos, debido a su capacidad de almacenamiento y su facilidad de uso durante todo el año, son una opción popular para los sistemas de agua potable (Clay, 2021),

7.2.2.2. Estanque de retención,

Una versión a gran escala de captación de agua pluvial utiliza zanjas para canalizar la escorrentía de una zona amplia aún estanque del almacenamiento este tipo de estanque por lo general posee un fondo de lado, pero puede estar revestido con hormigón en algunos casos. El uso más común de un estanque de retención de lluvia es regar la hacienda, pero también se puede bombear el agua para regar el césped, cultivos u otras plantas. La captación con estanques sólo es viable en las zonas con una gran cantidad de lluvia y un suelo rico en arcillas, ya que los suelos arenosos absorben el agua demasiado rápido como para permitir una gran escorrentía (Clay, 2021).

7.3. CAPTACIÓN DE AGUAS DE LLUVIAS EN AZOTEAS

Cuando llueve se capta el agua que emerge del techo, por medio de tuberías hasta depositarlas en una cisterna o tambos de Rotoplas para que dichas personas le den el uso adecuado el uso doméstico.

7.3.1. TIPOS DE FILTRO DE AGUA

7.3.1.1. Filtro de carbón activado.

Dentro de los distintos tipos de filtros de agua se encuentran aquellos compuestos solo de carbón activado, éste es capaz de atraer las moléculas de agua que contienen bacterias. Y es uno de los filtros más ocupados por el ser humano, ya que es efectivo en quitar residuos negativos para el cuerpo. (Reátegui, *et al*, 2020; Ángel, 2020).

7.3.1.2. Sistema de destilación.

Este tipo de filtro de agua, de igual forma, es muy usado, pero con el paso del tiempo se ha vuelto anticuado, éste se lleva a cabo en el momento en que el agua se evapora, al evaporarse se condensa y esto hace que separe los residuos inadecuados. (González, 2014).

7.3.1.3. Filtro de cerámica plata coloidal.

El filtro nos sirve para poder captar el agua de lluvia, dándoles un saneamiento y poder abastecer a las personas que sufren de baja calidad de este recurso, en lugares retirados o donde no cuenten con un sistema de agua potable (Espinoza, 2018).

7.3.1.4. NOM 112 SSA1 1994, NUMERO MÁS PROBABLE.

NORMA Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.

7.3.1.5. Parámetros para evaluar.

El presente trabajo de investigación se trabaja de acuerdo con las normas oficiales mexicanas 042 y 112, se harán detecciones para identificar si el agua de lluvia captada es factible para el consumo huma y para el aprovechamiento en el uso doméstico en los hogares como también se puede reutilizar para uso en agua en riego de cultivos, este trabajo se implementara en una de las colonias aledañas del municipio de Villa Comaltitlán del estado de Chiapas, en los lugares donde no cuentan con apoyos de gobierno en sistemas de aguas potabilizadas, esto beneficiara a la sociedad ya que algunos lugares son semiáridos y cálidos húmedos.

Las normas oficiales mexicanas para considerar en el proceso de elaboración del trabajo nos establecen métodos microbiológicos para identificar y estimar el número de bacterias coliformes fecales y totales presentes en las muestras captadas, por medio de siembras en tubos, por medio del cálculo del número más probable (NMP) después del proceso de incubación a 35 grados, Celsius de las muestras diluidas.

8. MATERIALES Y METODO.

8.1. Área de estudio.

8.1.1. Ubicación geográfica.

El lugar de implementación del captador de agua pluvial con filtro casero será en la comunidad de Monte Flores Abajo (Imagen uno) ubicado en el municipio de Villa Comaltitlán Chiapas con las coordenadas de longitud (declinación-descenso) a -92.585833 y latitud (declinación-descenso) a -15.311389 y encontrándose a una mediana altura de 380 metros msnm.

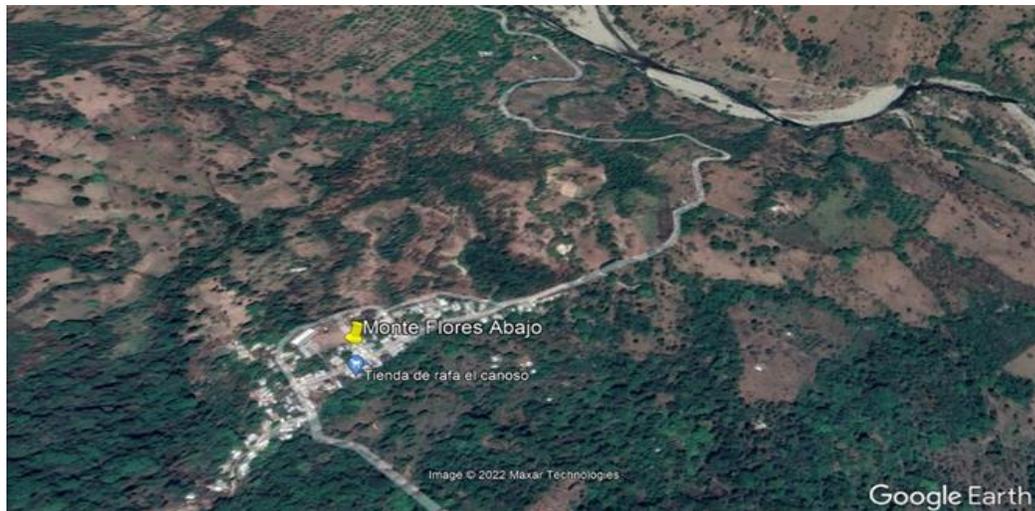


Imagen 1. Imagen satelital de Monte Flores Abajo municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

8.1.2. Factores climáticos.

Clima.

El clima del municipio Villa Comaltitlán es cálido subhúmedo con lluvias en verano (50.30 %) y cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (49.70 %)

8.1.3. Temperatura.

En los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima promedio va de los 9 °C a los 21 °C, mientras que la máxima promedio oscila entre 18°C y 33°C. En el periodo de noviembre - abril, la temperatura mínima promedio va de 9°C a 15 °C, y la máxima promedio fluctúa entre 18°C y 33°C. Durante la temporada de lluvias sobrevienen perturbaciones atmosféricas con fuertes tempestades y chubascos y frecuentes temporales de varios días en los que no aparece el sol, principalmente desde septiembre hasta octubre.

8.1.4. Precipitación anual.

El total anual de precipitaciones es entre 1.200 – 4.500 mm. La distribución de precipitaciones, de noroeste (zona de máximos) a sureste.

8.1.5. Factores edafológicos.

Los suelos dominantes son Cambisol (41.75 %), Gley sol (15.49 %), Regosol (13.56 %), Phaeozem (10.44 %), Fluvisol (6.22 %), Solonchak (5.21 %), Luvisol (4.29 %) y Arenosol (0.04 %).

8.1.6. Hidrografía.

Costa de Chiapas (100 %), R. Huixtla y otros (100 %), L. del Viejo y Tembladeras (67.37 %) y R. Despoblado (32.63 %), Perennes: Despoblado, Pecadero y Vado Ancho. Intermitentes: Zapaluta, Río de Esmeralda y El Huéllate. Perenne (0.97 %): Laguna Panzacola.

8.1.7. Vegetación.

Tular (20.48 %), selva (6.70 %), manglar (5.32 %) y pastizal inducido (0.69 %).

8.2. METODOLOGIA

Se realizó una investigación observacional, prospectiva y descriptiva para construir un captador de agua pluvial y filtro casero para el uso doméstico.

8.3. A continuación, se presentan los materiales utilizados para la realización de la investigación (tablas 1, 2 y 3)

Tabla 1. Materiales para el captador de agua y filtro casero

Materiales para el captador	Cantidad	Norma
Tubo de pvc 4, pulgadas	9 Metros	Nom-112-ssa1-1994
Tapones pvc 4, pulgadas	2 Tapones	
Conexión pvc 4, pulgadas	1 Conexión	
Material del filtro		
Alambre de amarre	½ kg	
Algodón	800g	
Carbón	2 kilogramos	
Segueta	1 Segueta	
Arena fina y gruesa	2 Bolsa media de kg	
Rocas medianas y grandes	2 Bolsa media de kg	

8.4. Tabla 2. Reactivos para análisis del agua

Reactivos	Norma oficial mexicana
Caldo lauril sulfato triptosa	NOM-ssA1-1994
Caldo lactosado bilis verde brillante	
EC	
Agua peptonada	

8.5. Tabla 3. Materiales de laboratorio.

Materiales de laboratorio	Cantidad	Norma
Guantes	5 Pares	NOM-ssA1-1994
Marcador permanente	1 Color negro	
Hilera	1 Cualquier color	
Cinta masking	1 De las gruesas	
Alcohol 95%	1 Lt	
Mecheros	2 Mecheros	
Pipetas	4 Pipetas	
Papel traza	2 Metros	
Balanza	1 Balanza	
Estufa de cultivo	1 Estufa	
Cerrillo	1 Caja	
Autoclave	1 Autoclave	
Matraz Erlenmeyer 500 ml	4 Matraz	
Campanas	108 Campanas	
Tubos de ensayo	144 Tubos	
Gradillas	4 Gradillas	
Frascos	4 Frascos	
Puntas para micropipetas	13 Pintillas	
Pipeta 10 ml	4 Pipetas	
Agua destilada	5 Litros	
Escobilla	1 Escobilla	
Agitador	1 Agitador	
Espátula	1 Espátula	
Baso precipitado 1000 ml	1 Baso precipitado	

8.6. Construcción y elaboración del captador del agua pluvial y filtro casero.

En esta etapa se visitó la comunidad de Monte Flores Abajo, municipio de Villa Comaltitlán para medir el diámetro del techo del juzgado y saber cuánto medirá el captador de agua pluvial, después se hicieron las instalaciones dicho captador y el filtro casero. Para la instalación de la enotecnia se llevaron a cabo los siguientes pasos:

Pasos para construir captador de agua pluvial:

Cortar el tubo de PVC, de nueve metros a la mitad de forma que quede tres y tres metros. Cortar cada tubo de tres metros en forma de canal para que en ella pueda pasar el agua. Amarrar con alambre los dos tubos en forma de canal junto con la conexión T en medio de los dos.

Pasos para realizar filtro casero:

Cortar la base de un garrafón. Introducir algodón desde la base a la boca del garrafón.

Sobre el algodón poner una capa de carbón. Sobre el carbón poner una capa de arena fina. Sobre la capa de la arena fina poner una capa de arena gruesa. Sobre la capa de arena gruesa colocar una capa de roca mediana. Sobre la capa de roca mediana colocar una capa de roca grande. Hacer agujeros pequeños alrededor de la base para colocar malla criba y sujetar con alambre de amarre el cual pasara atreves de los agujeros.

Nota: Cada material para el filtro casero fue previamente lavado con cloro y secado al sol.

Captador de agua.



Imagen 2, ubicación del captador de agua pluvial.



Imagen 3, corte del tubo PVC, para hacerle canal y captar agua.



Imagen 4, instalación del tubo PVC, en el techo

Filtro casero.



Imagen 5, se colocó el cuerpo de filtro.



Imagen 6, algodón



Imagen 7, Carbón, piedra pequeña, piedra grande, piedra triturada, arena

8.7. Parámetros biológicos del agua pluvial captada mediante la norma oficial mexicana 112, con el método del número más probable, durante el ciclo escolar agosto-diciembre 2021.

La determinación de las bacterias coliformes fecales se llevó a cabo en el laboratorio de ciencias de la UNICACH, subsede Mapastepec durante el ciclo escolar agosto-diciembre 2021, se recolectaron muestras de agua pluvial, después se hizo la determinación de las bacterias coliformes fecales totales basados en la NOM-112-SSA1-1994, donde se tomó lectura cada 24 hrs y 48 hrs, dando como resultado con el índice del número más probable (NMP) y límites de confianza al 95 %, para varias combinaciones de resultados positivos que de las cuatro muestras tomadas solo una dio resultados dentro del límite permisible que fue 2,40 NMP/100 ml de muestra y el resultado de las demás muestras son superiores al límite permisible de detección del método, ya que la primera muestra directa está a 11,0 NMP/100 ml y las dos muestras del filtro casero arrojan un resultado de mayor 11,0 NMP/100 ml, por lo que se obtuvo como resultado que el agua está contaminada en específico el agua filtrada, teniendo la presencia de bacterias coliformes., como se muestra en la tabla tres y cuatro.

8.8. Determinación de calidad de agua, de lluvia directa y lluvia filtrada, del ciclo escolar agosto a noviembre del año 2023. En la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

Para poder determinar la presencia de bacterias coliformes en el agua pluvial filtrada primero se esterilizaron los frascos que en este caso fueron cuatro y materiales a utilizar con el autoclave en el laboratorio de ciencias de la UNICACH, subsede Mapastepec, después se preparó el medio de cultivo conforme a la NOM-112-SSA1-1994, 250 ml de caldo lauril sulfato triptosa a concentración sencilla, 125 ml a concentración doble y 125 ml de caldo lactosa bilis verde brillante a concentración sencilla, luego se tomaron las muestras de agua pluvial conforme a la NOM-112-SSA1-1994 en la comunidad de Monte Flores Abajo los cuales fueron dos muestras pluviales directa y dos muestras pluviales filtrada que se trasladaron en una hielera inmediatamente al laboratorio de la universidad (UNICACH) para sembrar y hacer la determinación de bacterias coliformes con el método del número más probable (NMP) establecido por la NOM-112-SSA1-1994.

Detección de organismos de coliformes fecales y totales mediante la norma oficial mexicana, NMX-AA-042-SCFI-2015, enumeración de organismos de coliformes totales y coliformes fecales (termo tolerantes) mediante el número más probable en tubos múltiples y la norma oficial mexicana, NOM-112-SSA1-1994, determinación de bacterias coliformes técnica del número más probable.

8.9. Procedimiento (NOM-042-SSA1-1994)

Se deben considerar todas las actividades previas de Aseguramiento de Calidad en microbiología para la preparación de medios y materiales, sus controles correspondientes y la documentación requerida para demostrar las actividades.

Incluir de forma paralela controles positivos y negativos con cepas control, cada laboratorio establecerá la continuidad de acuerdo con su sistema de control de calidad.

Para coliformes totales el testigo positivo será *Escherichia coli* y testigo negativo *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* u otro organismo que sea gran positivo que no fermente la lactosa.

Para coliformes fecales y *E. coli* testigo positivo *Escherichia coli* y testigo negativo *Enterobacteria Aero genes*.

Prueba Presuntiva.

Para la preparación de la muestra primer se inocular el medio Antes del examen, mezclar la muestra agitándola vigorosamente para lograr una distribución uniforme de los microorganismos dependiendo de la naturaleza del agua y el contenido bacteriano esperado, hacer las diluciones necesarias en esta etapa.

Para preparar la muestra, se realizaron diluciones e inocular alícuotas en el medio presuntivo. Para alícuotas superiores o iguales a 10 ml, usar tubos conteniendo medio de cultivo de doble concentración.

En caso de que la densidad bacteriana se considere alta, realizar diluciones empleando el diluyente e inocular alícuotas en el medio presuntivo.

Para esta realización se utilizaron series que constan de por lo menos 3 diluciones: 10 ml, 1,0 ml y 0,1 ml de muestra.

Incubación de los tubos

Incubar los tubos inoculados de 24 h a 48 h \pm 3 h a 35 °c \pm 0,5 °c.

Revisión de los tubos en cultivo presuntivo

Examinar los tubos de cultivo a las 24 h de incubación y registrar como reacción positiva aquellos que muestren turbidez y formación de gas en el interior del tubo invertido (tubo de Durham). Continuar la incubación por 24 h \pm 3 h en aquellos tubos que no presenten estos cambios y examinar nuevamente.

Pruebas confirmativas

La formación de gas y turbidez son resultados presuntivos de coliformes y es necesario realizar pruebas confirmativas, sembrar cada uno de los tubos con reacción positiva a tubos con caldos para prueba confirmativas según sea la determinación para coliformes totales, coliformes fecales termo tolerantes y/o E. coli.

Organismos coliformes

Para confirmar la presencia de organismos coliformes, incubar los tubos con caldo lactosa bilis verde brillante sembrados a 35 °c \pm 0,5 °c y examinar la producción de gas en un periodo de 24 h a 48 h \pm 3 h.

8.10. Procedimiento (NOM-112-SSA1-1994)

Transferir volúmenes de 10 ml de muestra a cada uno de 5 tubos con 20 ml de caldo lactosado de mayor concentración y 1,0 ml y 0,1 ml de muestra a cada uno de los tubos de las series de 5 respectivamente con 10 ml de caldo lactosado de concentración sencilla o caldo lauril sulfato triptosa con púrpura de bromocresol.

Incubación. Incubar los tubos a 35 °C. Examinar a las 24 ± 2 h y observar si hay formación de gas o la formación de gas no se observa en este tiempo, incubar por 48 ± 2 h.

Prueba confirmativa

De cada tubo que muestre formación de gas, tomar una azada y sembrar en un número igual de tubos con medio de confirmación, caldo lactosa lauril bilis verde brillante. Incubar a 35 ± 0,5 °C por 24 ± 2 horas o si la formación de gas no se observa en este tiempo, incubar por 48 ± 2 horas.

Organismos coliformes fecales (termo tolerantes) y e. coli.

Para confirmar la presencia de organismos coliformes fecales (termo tolerantes), incubar los tubos con caldo EC o con caldo lactosa bilis verde brillante resembrados a una temperatura de 44,5 °c ± 0,2 °c por 24 h ± 2 h y examinar la producción de gas.

Para confirmar la presencia de e. coli, incubar los tubos de agua triptona o agua peptonada resembrados, a 44,5 °c ± 0,2 °c por 24 h ± 2 h. después del periodo de incubación adicionar de 0,2 ml a 0,3 ml de reactivo de Kovács o su equivalente, a todos los tubos resembrados; el desarrollo de una coloración roja en la parte superior del tubo después de una agitación suave denota la producción de indol, característica de la presencia de e. coli, para enumerar el nmp/100 ml de e. coli se toma en cuenta la serie de tubos utilizada para expresión de resultados

Nota 1: el uso de caldo lauril triptosa manitol con triptófano permite observar gas y producción de indol.

Nota 2: la detección de e. coli es considerada como evidencia satisfactoria de contaminación fecal. 9.4.3

Nota 3: prueba de oxidasa (prueba confirmativa opcional para coliformes totales)

Técnica de la Norma Oficial Mexicana

Técnica del (NMP) número más probable, por medio de siembra de tubos en doble concentración y a concentración normal, para la detección de ausencia y presencia de coliformes fecales, con reactivos los cuales son lactosa, bilis verde brillante, EC, agua peptona, incubándola a 35 grados, por 24 horas.

Procedimiento.

Preparación de los cultivos.

- Verificar en el área de laboratorio si cuentan con los materiales y reactivos específicos para la preparación.
- Una vez teniendo los materiales, se procede a la preparación de los medios.
- Medios de cultivos, caldo lactosa, bilis verde brillante, EC y agua peptonada.
- Se llenan de agua destilada a cuatro matraces con una cantidad de 100 mililitros.
- Se pesan los gramos a utilizar de cada cultivo.
- Después de pesar los medios de cultivos se depositan en matraces individuales y se rotulan.
- A cada uno de los matraces se les coloca un imán magnético.

- Se procede a colocarlo en la plancha de calentamiento y agitación.
- En la plancha de calentamiento y agitación se procede a diluir el agua destilada con el medio de cultivo por medio del imán.

Preparación de tubos

- se preparan la cantidad de tubos a utilizar con el medio de cultivo.
- Tubos para utilizar son 144.
- Tubos de doble concentración, 12
- se prepara una pipeta aforada.
- Con la pipeta agarramos el medio de cultivos y lo depositamos en los tubos.
- En cada tubo se depositarán 10 mililitros de medios de cultivos.
- Los medios de cultivos son, caldo lactosa, bilis verde brillante, EC y agua peptonada.
- Medio de cultivo de tubos de doble concentración, caldo lactosa.
- Después de depositar los medios de cultivos se introducen campanas Durham.
- Cada campana Durham con un medio de cultivo en el tubo que le corresponde.
- Al terminar de introducir las campanas Durham se sellan con tapones de algodón y cinta masking.
- Sin dejar que salga una parte de algodón.
- Colocar los tubos en un frasco de vidrio.
- Como siguiente paso poner los tubos a esterilizar en el auto clave.

Muestreo

- Recolección de la muestra de agua para el análisis

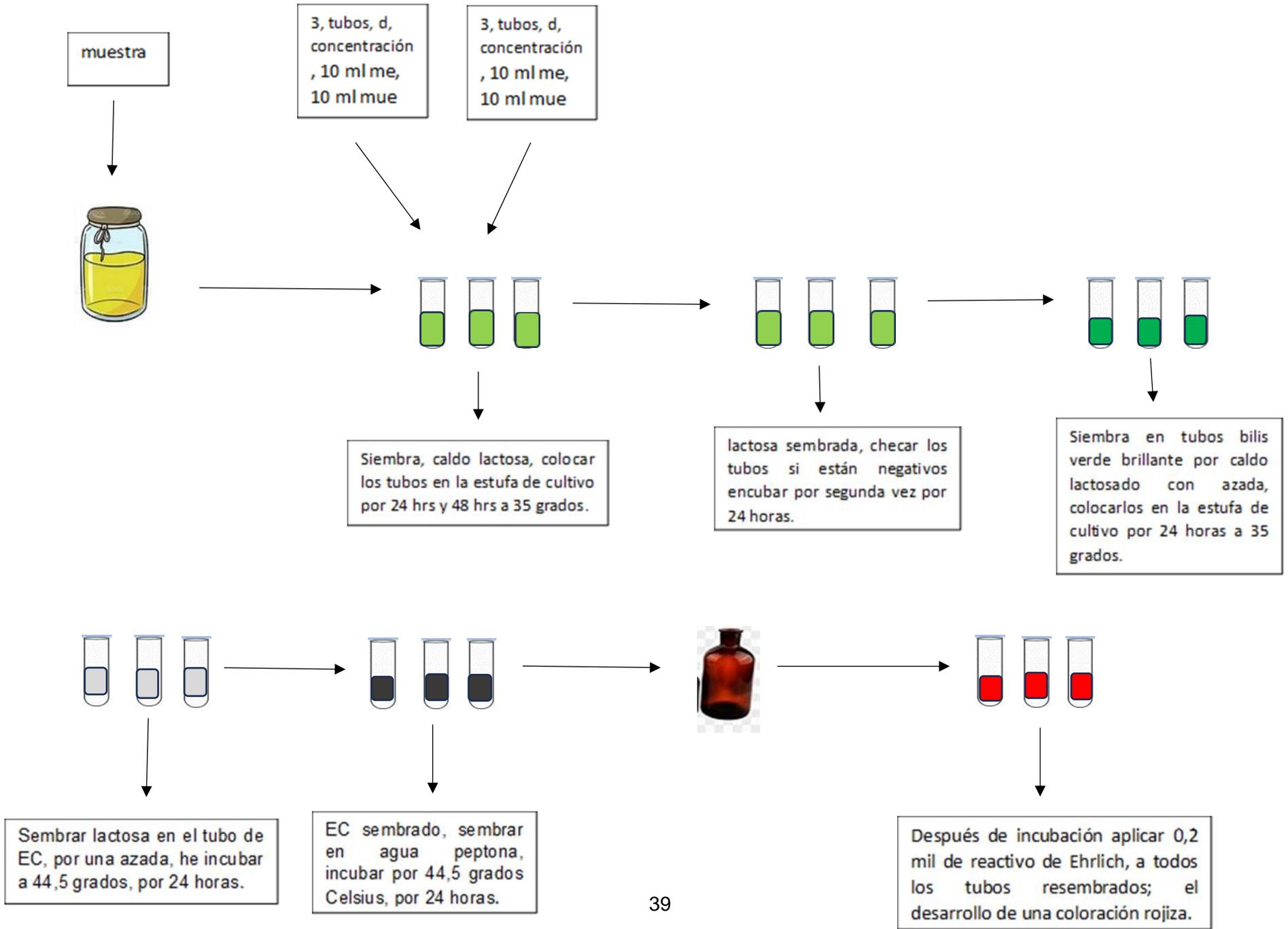
- recolectar en recipientes de vidrio estériles con un volumen mínimo de muestra de agua de 100 mililitros.
- Durante el muestreo se deben utilizar guantes y cubrebocas.
- Abrir el frasco en la corriente de agua
- Cuando se capta el agua se deja un espacio de oxigenación para que el agua se haga homogénea.
- Una vez captada, el frasco no se debe de abrir.
- Depositar en una helera a 2 o 4 grados Celsius.
- La muestra permanece en buen estado durante 24 y 48 horas.
- Transportarla a un centro de laboratorio para poder realizar la detección con los materiales sofisticados.

Siembra de muestra en los medios de cultivos.

- En la obtención de las muestras de agua se realizaron 2 captaciones de muestra directa y 2 de muestra filtrada en frascos de vidrio.
- De cada una de las muestras obtenidas se realizarán detecciones de ausencia y presencia de bacterias coliformes totales y fecales.
- Para sembrar la muestra en los medios de cultivos, se utiliza una pipeta aforada.

- Los primeros medios de cultivos se sembrarán en tubos de doble concentración (caldo lactosa)
- En 12 primeros tubos se sembrarán muestras de 10 mililitros.
- En los segundos 12 tubos se sembrarán muestras de 1,0 mililitros.
- En los terceros tubos se sembrarán muestras de 0,1 mililitros.
- Los tubos ya sembrados se colocan en la estufa de cultivo, se dejan dentro, por 24 h, a 35 grados Celsius.
- Después de las horas condicionadas se realiza en chequeo de tubos.
- Si el tubo presenta gas o turbidez son reacciones positivas de bacterias, se tienen que resembrar con caldo bilis verde brillante, y los que no presentan reacción volver a incubarlos por 24 h.
 - para resembrar las muestras con bilis verde brillante se utilizarán azada.
 - Obteniendo una pequeña muestra del caldo lactosa y depositándola en el tubo de bilis verde brillante.
 - Después de realizar la siembra se colocan los tubos en la estufa de cultivo, dejándola por 24 horas a 35 grados Celsius, se detectarán la producción de gas y turbidez.
 - Posteriormente se realiza la resiembra con caldo EC, para confirmar los organismos coliformes fecales.

- Realizando la siembra por medio de una azada.
- Dejándola en la estufa de cultivo por 24 horas a 44,5 grados Celsius y se examinarán las producciones de gas y turbidez.
- Para confirmar la presencia de E. coli, incubar los tubos de agua peptonada resembrados por los medios de cultivo de EC, por medio de una azada, a 44,5 grados Celsius, por 24 h, he identificar su producción de gases y turbidez.
- Después del periodo de incubación adicionar de 0,2 mililitros a 0,3 mililitros de reactivo de Ehrlich a su equivalente, a todos los tubos resembrados; el desarrollo de una coloración roja en la parte superior del tubo después de una agitación suave denota la producción de indol, característica de la presencia de E. coli.



9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de los parámetros químicos y biológicos del agua pluvial mediante la Norma oficial mexicana, NM,008,2016 Y NM,093,2018.

Tabla 4. Parámetros químicos del agua pluvial.

PARAMETROS QUIMICOS	RESULTADOS		Normas Oficiales Mexicanas (NM)
	Mediciones 2021	Mediciones 2023	
Potencial de hidrogeno, MD1 (pH)	7.24	7.13	Establece métodos de prueba para la medición en aguas naturales en PH, residuales, intervalo, 0 a14.
Potencial de hidrogeno, MD2 (pH)	7.15	6.90	
Potencial de hidrogeno, MF1 (pH)	7.52	7.47	
Potencial de hidrogeno, MF2 (pH)	7.64	7.56	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, MD1 (mg/l)	23.1	22.1	NM, 093, 2018. Esta norma mexicana establece los límites máximos de resistencia eléctrica y corriente directa. Constan con un rango de medición
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, MD2 (mg/l)	14.01	13.70	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, MF1 (mg/l)	7.02	6.69	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, MF2 (mg/l)	3.52	3.25	

MD1: muestra directa uno, MD2: muestra directa dos, MF1: muestra filtrada uno, MF2: muestra filtrada dos, PH: potencial de hidrogeno, mg/l: miligramos por litro de agua.

En la tabla 4 , en la primera fila se menciona los parámetros químicos que se detectaron con el multiparamétrico, en potencial de hidrogeno (pH) y conductividad eléctrica(CE) de las muestras directas y filtradas realizadas en el ciclo escolar de agosto-diciembre del año 2021, en la segunda columna se muestra la medición de pH, se obtuvo de la muestra directa uno el intervalo de 7.24 y en la muestra directa dos se obtuvo un intervalo de 7.15, en la medición de las muestras filtradas uno y dos se obtuvo un intervalo de 7.52 y 7.64, mediante la norma oficial mexicana, 008-SCF1-2000, cuando la medición del pH se encuentra en 6 es acida el pH de las aguas bajan por exceso de concentraciones de otras sustancias que causan un efectos negativos en las aguas, cuando la medición del pH del agua se encuentra en 7 el agua neutra, si el pH medido se encuentra en >7 , estos tipos de concentraciones ya son alcalinas, en las medición de la conductividad eléctrica en la muestra directa uno y dos se obtuvo un intervalo de 23.1 mg/l y 14.01 mg/l en las muestras filtradas uno y dos se obtuvieron los intervalos de 7.2 y 3.25, de acuerdo a la norma, 093, SCF1, 2000, medición de conductividad eléctrica, los rangos de medición son de 0,05 a 20 - 1 a 200.

Como resultados en las mediciones de agua pluvial, en el ciclo escolar octubre del año 2023, tomando dos muestras de entrada y dos de salida, en las muestras directa uno y dos, el intervalo del parámetro de pH fueron de 7.13 y 6.90 en las muestras filtradas uno y dos el intervalo de medición fueron de 7.47 y 7.56, se realizaron mediciones de parámetros en conductividad eléctrica los intervalos en la muestra directa uno y dos fueron de 22.1 y 13.70, en las muestras filtradas los intervalos de medición fueron 6.69 y 3.25, en la última fila se muestran las normas mexicanas, las que llevan a cabo para hacer un proceso de medición en aguas naturales y residuales.

9.1. Resultado de parámetro biológicos mediante la NOM-112-SSA1-1994 Y NOM-042-SSA1-1994.

Tabla 5 y 6. Resultados de muestra directa uno y dos con caldo lauril sulfatotriptosa (tres repeticiones) con método del número más probable (NMP). Del ciclo escolar agosto-diciembre 2021 de la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

CALDO LAURIL SULFATO TRIPTOSA.				
Muestra directa	Cantidad de muestra	Repetición	24 hrs	48 hrs
M1, D1	10 ml	1	(+)	(+)
M1, D2	10ml	2	(+)	(+)
M1, D3	10ml	3	(+)	(+)
M1, D4	1ml	1	(+)	(+)
M1, D5	1ml	2	(+)	(+)
M1, D6	1ml	3	(+)	(+)
M1, D7	0.1ul	1	(+)	(+)
M1, D8	0.1ul	2	(-)	(-)
M1, D9	0.1ul	3	(+)	(+)
Resultado 24 hrs	480/NMP/100ml			
Resultado 48 hrs	480 NMP/100ml			

CALDO LAURIL SULFATO TRIPTOSA.				
Muestra directa	Cantidad de muestra	Repetición	24 hrs	48 hrs
M2, D1	10 ml	1	(+)	(+)
M2, D2	10ml	2	(+)	(+)
M2, D3	10ml	3	(+)	(+)
M2, D4	1ml	1	(+)	(+)
M2, D5	1ml	2	(+)	(+)
M2, D6	1ml	3	(+)	(+)
M2, D7	0.1ul	1	(-)	(-)
M2, D8	0.1ul	2	(-)	(-)
M2, D9	0.1ul	3	(-)	(-)
Resultado 24 hrs	130/NMP/100ml			
Resultado 48 hrs	130 NMP/100ml			

En la tabla 5 y 6 se muestra en la primera fila el tipo de medio de cultivo, Caldo Lauril Sulfato Triptosa, en la primera columna el número y tipo de muestra que se tomó, el cual en este caso es muestra directa (MD), en la segunda columna la cantidad de concentración (diez mililitros, un mililitro, y un microlitro) de muestra que se utilizó con el medio de cultivo, en la tercera columna la repetición de las muestras a evaluar, en la cuarta columna el tiempo de 24 hrs que se esperó para determinar la presencia o ausencia de bacterias coliformes fecales y totales utilizando como símbolo (+) si hay presencia y (-) si no lo hay, en la quinta columna el tiempo a 48 hrs que se esperó para determinar la presencia de bacterias coliformes totales y fecales, utilizando como símbolo (+) si hay presencia y (-) si no lo hay y en las últimas dos filas los resultados donde de las 24 y 48 hrs., donde se obtuvo para la tabla tres 480 NMP/100 ml, de muestra en la tabla cuatro 130 NMP/100 ml, que indican la presencia de bacterias coliformes fecales y totales superior al límite permisible. Según (Duran y María, 2008)

mencionan que el agua de lluvia captada contiene agentes microbiológicos contaminantes tales como coliformes fecales y totales además presencia de Pseudomonas, es importante especificar que estas aguas deben desinfectarse en su totalidad para su posible consumo.

Tabla 7 y 8. Resultados de muestra directa cinco y seis con caldo lauril sulfatotriptosa (tres repeticiones) con método del número más probable (NMP). Del ciclo escolar agosto-diciembre 2021 de la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

CALDO LAURIL SULFATO TRIPTOSA.				
Muestra filtrada	Cantidad de muestra	Repeticiones	24 hrs	48 hrs
M3, F1	10 ml	1	(+)	(+)
M3, F2	10ml	2	(+)	(+)
M3, F3	10ml	3	(+)	(+)
M3, F4	1 ml	1	(+)	(+)
M3, F5	1 ml	2	(+)	(+)
M3, F6	1 m	3	(+)	(+)
M3, F7	0.1 ul	1	(-)	(+)
M3, F8	0.1 ul	2	(+)	(+)
M3, F9	0.1 ul	3	(+)	(+)
resultado	480/NMP/100ml			

CALDO LAURIL SULFATO TRIPTOSA.				
Muestra filtrada	concentración	cantidad	24 hrs	48 hrs
M4, F1	10 ml	1	(+)	(+)
M4, F2	10 ml	2	(+)	(+)
M4, F3	10 ml	3	(+)	(+)
M4, F4	1 ml	1	(+)	(+)
M4, F5	1 ml	2	(+)	(+)
M4, F6	1 ml	3	(+)	(+)
M4, F7	0.1 ul	1	(+)	(+)
M4, F8	0.1 ul	2	(+)	(+)
M4, F9	0.1 ul	3	(+)	(+)
resultado	480/NMP/100ml			

En la tabla 7 y 8 se muestra en la primera fila el tipo de medio de cultivo, Caldo Lauril Sulfato Triptosa, en la primera columna el número y tipo de muestra que se tomó el cual en este caso es Muestra Filtrada (M.F), en la segunda columna el tipo de concentración que se utilizó con el medio de cultivo, en la tercera columna la cantidad que se usó en unidades de mililitros (ml) y microlitros (μ l), en la cuarta columna el tiempo a 24 hrs que se esperó para determinar la presencia de bacterias coliformes utilizando como símbolo (+) si hay presencia y (-) si no lo hay, en la quinta columna el tiempo a 48 hrs que se esperó para determinar la presencia de bacterias coliformes utilizando como símbolo (+) si hay presencia y (-) si no lo hay y en la última fila los resultados donde se obtuvo >480 NMP/100 ml que indicando la presencia de bacterias coliformes superior al límite permisible y en la tabla seis se obtuvo >480 NMP/100 ml que indicando la presencia de bacterias coliformes superior al límite permisible, María, Duran (2008) mencionan que las aguas de lluvia contienen agentes bacteriológicos por

variaciones aerobias, las bacterias presentadas en las aguas de lluvia es debido a que el agua es un buen conductor de transmisión de diferentes bacterias y enfermedades.

Detección de bacterias coliformes fecales y totales en agua pluviales, en el ciclo escolar octubre del año 2023, en esta detección se utilizaron reactivos caldo lactosado, bilis verde brillante, EC y agua peptonada, para lograr una mejor calidad de agua pluvial.

Tabla 9 y 10. Resultado de muestra directa (uno y dos), Con caldo lactosado (tres repeticiones) con el método del (NMP). Del ciclo escolar agosto noviembre del año 2023, de la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

Muestra	Cantidad, de muestra	Tubos	24hrs	48hrs
MD1	10 ML	1	+	+
MD1	10 ML	2	+	+
MD1	10 ML	3	+	+
MD1	1 ML	1	-	+
MD1	1 ML	2	+	+
MD1	1 ML	3	+	+
MD1	0.1 ul	1	-	-
MD1	0.1 ul	2	+	+
MD1	0.1 ul	3	-	-
Resultado 24 horas	440/ NMP			
Resultado 48 horas	240/ NMP			

muestra	Cantidad, de muestra	Tubos	24hrs	48hrs
MD2	10 ML	1	+	+
MD2	10 ML	2	+	+
MD2	10 ML	3	+	+
MD2	1 ML	1	+	+
MD2	1 ML	2	-	+
MD2	1 ML	3	+	+
MD2	0.1 ul	1	+	+
MD2	0.1 ul	2	+	+
MD2	0.1 ul	3	+	+
Resultado 24 horas	470/ NMP			
Resultado 48 horas	240/ NMP			

En la tabla 9 y 10, se muestra en la primera columna número y tipo de muestra que se tomó la cual es muestra directa uno (MD1), en la segunda columna la cantidad de medio de cultivo, en la tercera columna las repeticiones que se utilizaron con el medio de cultivo, en la cuarta columna las horas que se introdujeron a la estufa de cultivo para esperar la presencia de bacterias coliformes por 24 horas, utilizando como (+) para determinar que hay presencia y (-) si no la hay, en este tiempo se obtuvo 4,40 NMP/100 ML indicando presencia de bacterias coliformes y en la quinta columna el tiempo de 48 horas que se esperó para determinar la presencia de bacterias en los tubos que no tuvieron reacción, (+) si hay presencia y (-) si no lo hay, donde se **obtuvo** 2,40 NMP/100 ML que indicando presencia de bacterias coliformes, en la tabla ocho a las 24 horas se obtuvo 4,70 NMP/100 ML indican presencia de bacterias coliformes

en las 48 horas se obtuvo 2,40 NMP/100 ML que indicando presencia de bacterias coliformes, superior al límite permisible María, Duran (2008), las aguas de lluvias deben ser utilizadas en usos domésticos ya que tienen concentraciones de agentes bacteriológicos, al ser ingeridas causan daños en la salud estas aguas principalmente se deben hervir para eliminar contaminantes bacteriológicos ya que es lo más propicio.

Tabla 11 y 12. Resultado de muestra filtrada (1 y 2), Con caldo lactosado (tres repeticiones) con el método del (NMP), Del ciclo escolar agosto noviembre del año 2023. de la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

Muestra	Cantidad de			
	medio	Tubos	24hrs	48hrs
MF1	10 ML	1	+	+
MF1	10 ML	2	+	+
MF1	10 ML	3	+	+
MF1	1 ML	1	+	+
MF1	1 ML	2	+	+
MF1	1 ML	3	+	+
MF1	0.1 ML	1	+	+
MF1	0.1 ML	2	+	+
MF1	0.1 ML	3	+	+
			480/ NMP	
			480/ NMP	

muestra	Cantidad, de medio			
	Tubos	24hrs	48hrs	
MF2	10 ML	1	+	+
MF2	10 ML	2	+	+
MF2	10 ML	3	+	+
MF2	1 ML	1	+	+
MF2	1 ML	2	+	+
MF2	1 ML	3	+	+
MF2	0.1 ML	1	+	+
MF2	0.1 ML	2	+	+
MF2	0.1 ML	3	+	+
			480/ NMP	
			480/ NMP	

En la tabla 11 y 12, se muestra en la primera columna número y tipo de muestra que se tomó la cual es muestra directa uno (MF1), en la segunda columna la cantidad de medio de muestra, en la tercera columna las repeticiones que se utilizaron con el medio de cultivo, en la cuarta columna las horas que se introdujeron a la estufa de cultivo para esperar la presencia de bacterias coliformes por 24 horas, utilizando como (+) para determinar que hay presencia y (-) si no la hay en este tiempo se obtuvo 480 NMP/100 ML indicando presencia de bacterias coliformes y en la quinta columna el tiempo de 48 horas que se esperó para determinar la presencia de bacterias en los tubos que no tuvieron reacción, (+) si hay presencia y (-) si no lo hay, donde se obtuvo 480 NMP/100 ML que indicando presencia de bacterias coliformes en las muestras de la tabla diez en las 24 horas se obtuvieron 480 NMP/100 ML indicando presencia de bacterias coliformes y a las 48 horas se obtuvieron se obtuvo 480 NMP/100 ML que indicando presencia de bacterias coliformes, superior al límite permisible Palacios y Torrez, (2005), mencionan que las aguas de lluvia pasadas en filtros presentan

contaminantes de microorganismos, E.Coli, provocando enfermedades hídricas, por lo tanto no es factible para el consumo humano

Tabla, 13 y 14, resultado de siembra con azada MD (1 y 2), EC, (tres repeticiones) con el método del (NMP), Del ciclo escolar agosto noviembre del año 2023. de la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

Muestra	Cantidad de medio	Tubos de concentración	24 horas
MD1	10 ML	1	+
MD1	10 ML	2	+
MD1	10ML	3	+
MD1	10ML	1	+
MD1	10 ML	2	+
MD1	10 ML	3	+
MD1	10 ML	1	+
MD1	10 ML	2	+
MD1	10 ML	3	+
Resultado	480/ NMP		

Muestra	Cantidad de medio	Tubos de concentración	24 horas
MD2	10 ML	1	+
MD2	10 ML	2	+
MD2	10ML	3	+
MD2	1 ML	1	+
MD2	1 ML	2	+
MD2	1 ML	3	+
MD2	0.1 ML	1	+
MD2	0.1 ML	2	+
MD2	0.1 ML	3	+
Resultado	480/ NMP		

En la tabla 13 y 14, se muestra la siembra de la muestra por medio de una azada al medio de cultivo la cual es el (EC), en la primera columna se encuentra el tipo de muestra que se tomó, muestra directa uno (MD1), en la segunda columna se encuentra la cantidad de reactivo que se utilizaron, en la tercera columna las repeticiones que se llevaron en cada concentración del medio de cultivo, en la cuarta columna las horas que se llevaron a cabo el tiempo de ejecución, en este caso fueron 24 horas, para esperar la presencia de bacterias coliformes se utilizó (+) para determinar que si hay presencia de bacterias, y (-) para determinar que no hay presencia de bacteria coliformes, se obtuvo 480, NMP, en la tabla doce, se obtuvo 480, NMP, esto nos indica que hay presencia de bacterias, coliformes superior al límite permisible. Palacios y Torrez, (2005), menciona, las aguas de lluvias de chacra secaron hoy en día demuestran 100 % de contaminación por crecimiento de bacterias pseudomona, para la cual se realizó un filtro cerámico casero en la comunidad chacra secó en la que no cumple con los parámetros permisibles.

Tabla, 15 y 16. Resultado de siembra con azada MF (1 y 2), EC, (tres repeticiones) con el método del (NMP), Del ciclo escolar agosto noviembre del año 2023. de la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

Muestra	Cantidad de medio	Tubos	24 horas
MF1	10 ML	1	+
MF1	10 ML	2	+
MF1	10ML	3	+
MF1	1 ML	1	+
MF1	1 ML	2	+
MF1	1 ML	3	+
MF1	0.1 ML	1	+
MF1	0.1 ML	2	+
MF1	0.1 ML	3	+
Resultado	480/ NMP		

Muestra	Cantidad de medio	Tubo	24 horas
MF2	10 ML	1	+
MF2	10 ML	2	+
MF2	10ML	3	+
MF2	1 ML	1	+
MF2	1 ML	2	+
MF2	1 ML	3	+
MF2	0.1 ML	1	+
MF2	0.1 ML	2	+
MF2	0.1 ML	3	+
Resultado	480/ NMP		

En la tabla 15 y 16, se muestra la siembra de la muestra por medio de una azada al medio de cultivo la cual es el (EC), en la primera columna se encuentra el tipo de muestra que se tomó, muestra directa uno (MF1), en la segunda columna se encuentra la cantidad de reactivo que se utilizaron, en la tercera columna las repeticiones que se llevaron en cada concentración del medio de cultivo, en la cuarta columna las horas que se llevaron a cabo en este caso fueron 24 horas, para esperar la presencia de bacterias coliformes se utilizara (+) para determinar que si hay presencia de bacterias, y (-) para determinar que no hay presencia de bacteria coliformes, se obtuvo 480, NMP, en la tabla 14, se obtuvo 480, NMP, esto nos indica que hay presencia de bacterias, coliformes superior al límite permisible. Palacios y Torrez, (2005), menciona las aguas obtenidas en chacra secó, tanto de tuberías como captadas de lluvias y pasada por el filtro no cumplen con las normas establecidas en las 90 % de veces que fueron analizados, la contaminación de las aguas de lluvias filtradas se da por los factores como el aire y medidas de falta de higiene sanitarias durante el proceso.

Tabla 17 y 18. Resultado de siembra con azada MD (1y 2), Bilis verde brillante, (tres repeticiones) con el método del (NMP) Del ciclo escolar agosto noviembre del año 2023. de la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

Muestra	Cantidad de medio	Tubos	24 horas
MD1	10 ML	1	+
MD1	10 ML	2	+
MD1	10ML	3	+
MD1	10 ML	1	+
MD1	10ML	2	+
MD1	10ML	3	+
MD1	10 ML	1	+
MD1	10 ML	2	+
MD1	10 ML	3	+
Resultado	480/ NMP		

Muestra	Cantidad de medio	Tubos	24 horas
MD2	10 ML	1	+
MD2	10 ML	2	+
MD2	10ML	3	+
MD2	10 ML	1	+
MD2	10ML	2	+
MD2	10ML	3	+
MD2	10ML	3	+
MD2	10 ML	1	+
MD2	10 ML	2	+
MD2	10 ML	3	+
Resultado	480/ NMP		

En la tabla 17 y 18, se muestra la siembra de la muestra por medio de una azada al medio de cultivo la cual es el (Bilis verde brillante), en la primera columna se encuentra el tipo de muestra que se tomó, muestra directa uno (MD1), en la segunda columna se encuentra la cantidad de reactivo que se utilizaron, en la tercera columna las repeticiones que se llevaron en cada concentración del medio de cultivo, en la cuarta columna las horas que se llevaron a cabo en este caso fueron 24 horas, para esperar la presencia de bacterias coliformes se utilizara (+) para determinar que si hay presencia de bacterias, y (-) para determinar que no hay presencia de bacteria coliformes, se obtuvo 480, NMP, en la tabla 16 , se obtuvo 480, NMP, esto nos indica que hay presencia de bacterias, coliformes superior al límite permisible. Palacios y Torrez, (2005), menciona Mediante los análisis realizados en las investigaciones los filtros caseros no retienen los microorganismos como: Pseudomonas, Clostridium, Enterococos fecales, E. Coli.

Tabla,19 y 20. Resultado de siembra con azada MF (1 y 2), Bilis verde brillante, (tres repeticiones) con el método del (NMP), Del ciclo escolar agosto noviembre del año 2023. de la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

Muestra	Cantidad de medio	Tubos	24 horas
MF1	10 ML	1	+
MF1	10 ML	2	+
MF1	10ML	3	+
MF1	10 ML	1	+
MF1	10ML	2	+
MF1	10ML	3	+
MF1	10 ML	1	+
MF1	10 ML	2	+
MF1	10 ML	3	+
Resultado	480/ NMP		

Muestra	Cantidad de medio	Tubos	24 horas
MF2	10 ML	1	+
MF2	10 ML	2	+
MF2	10ML	3	+
MF2	10 ML	1	+
MF2	10ML	2	+
MF2	10ML	3	+
MF2	10 ML	1	+
MF2	10 ML	2	+
MF2	10 ML	3	+
Resultado	480/ NMP		

En la tabla 19 y 20, se muestra la siembra de la muestra por medio de una azada al medio de cultivo la cual es el (Bilis verde brillante), en la primera columna se encuentra el tipo de muestra que se tomó, muestra directa uno (MF1), en la segunda columna se encuentra la cantidad de reactivo que se utilizaron, en la tercera columna las repeticiones que se llevaron en cada concentración del medio de cultivo, en la cuarta columna las horas que se llevaron a cabo en este caso fueron 24 horas, para esperar la presencia de bacterias coliformes se utilizara (+) para determinar que, si hay presencia de bacterias, y (-) para determinar que no hay presencia de bacteria coliformes, se obtuvo 480, NMP en la tabla 18 se obtuvo 480, NMP, esto nos indica que hay presencia de bacterias, coliformes superior al límite permisible. Arboleda (2014) menciona, las aguas de lluvias filtradas del techo no cumplen con los parámetros permisibles para el consumo humano, ya que presentan microorganismos bacteriológicos, se elaboró un filtro casero en la comunidad negra de los lagos para obtener mejor calidad del agua, no resulto apta puesto que no mejoran significativamente la calidad.

Tabla 21 y 22, resultado de siembra con azada MD (1 y 2), Agua peptonada, (tres repeticiones) con el método del (NMP), Del ciclo escolar agosto noviembre del año 2023. de la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

Muestra	Cantidad de medio	Tubos	24 horas	
MD1	10 ML	1	+	+
MD1	10 ML	2	+	+
MD1	10ML	3	+	+
MD1	10 ML	1	+	+
MD1	10ML	2	+	+
MD1	10ML	3	+	+
MD1	10 ML	1	+	+
MD1	10 ML	2	+	+
MD1	10 ML	3	+	+
Resultado	480/ NMP			

Muestra	Cantidad de medio	Tubos	24 horas	
MD2	10 ML	1	+	+
MD2	10 ML	2	+	+
MD2	10ML	3	+	+
MD2	10 ML	1	+	+
MD2	10ML	2	+	+
MD2	10ML	3	+	+
MD2	10 ML	1	+	+
MD2	10 ML	2	+	+
MD2	10 ML	3	+	+
Resultado	480/ NMP			

En la tabla 21 y 22, se muestra la siembra de la muestra por medio de una azada al medio de cultivo la cual es el (Agua peptonada), en la primera columna se encuentra el tipo de muestra que se tomó, muestra directa uno (MD1), en la segunda columna se encuentra la cantidad de reactivo que se utilizaron, en la tercera columna las repeticiones que se llevaron en cada concentración del medio de cultivo, en la cuarta columna las horas que se llevaron a cabo en este caso fueron 24 horas, para esperar la presencia de bacterias coliformes se utilizara (+) para determinar que si hay presencia de bacterias, y (-) para determinar que no hay presencia de bacteria coliforme, se obtuvo 480, NMP, en la tabla 20 se obtuvo 480, NMP, esto nos indica que hay presencia de bacterias, coliformes superior al límite permisible. Arboleda, (2014). Indica que en la comunidad negra de los lagos el factor de la presencia de bacterias coliformes totales, en la hipótesis se debe a la frecuencia del aire ya que es una de las principales que es capaz de trasladar bacterias en partículas suspendidas.

Tabla 23 y 24. Resultado de siembra con azada MF (1 y 2), Agua peptonada, (tres repeticiones) con el método del (NMP), Del ciclo escolar agosto noviembre del año 2023. de la comunidad Monte Flores de Abajo, municipio de Villa Comaltitlán, Chiapas.

Muestra	Cantidad de medio	tubos	24 horas	Reactivo, Ehrlich
MF1	10 ML	1	+	+
MF1	10 ML	2	+	+
MF1	10ML	3	+	+
MF1	10 ML	1	+	+
MF1	10ML	2	+	+
MF1	10ML	3	+	+
MF1	10 ML	1	+	+
MF1	10 ML	2	+	+
MF1	10 ML	3	+	+
Resultado	480/ NMP			

Muestra	Cantidad de medio	Tubos	24 horas	Reactivo Ehrlich
MF2	10 ML	1	+	+
MF2	10 ML	2	+	+
MF2	10ML	3	+	+
MF2	10ML	1	+	+
MF2	10ML	2	+	+
MF2	10ML	3	+	+
MF2	10 ML	1	+	+
MF2	10 ML	2	+	+
MF2	10 ML	3	+	+
Resultado	480/ NMP			

En la tabla 23 y 24, se muestra la siembra de la muestra por medio de una azada al medio de cultivo la cual es el (Agua peptonada), en la primera columna se encuentra el tipo de muestra que se tomó, muestra directa uno (MF1), en la segunda columna se encuentra la cantidad de reactivo que se utilizaron, en la tercera columna las repeticiones que se llevaron en cada concentración del medio de cultivo, en la cuarta columna las horas que se llevaron a cabo en este caso fueron 24 horas, para esperar la presencia de bacterias coliformes se utilizara (+) para determinar que si hay presencia de bacterias, y (-) para determinar que no hay presencia de bacteria coliforme, se obtuvo 480, NMP y en la tabla 22, se obtuvo como resultado, 480, NMP, esto nos indica que hay presencia de bacterias, coliformes superior al límite permisible. **Quispe, (2016)** menciona, el agua de lluvia no es factible para el consumo humano ya que no cumple con los parámetros permisibles, el trabajo fue realizado mediante los reglamentos de la calidad de agua, (DS N° 031-2010-SA), en los resultados del agua de lluvia existen microorganismos biológicos causantes de infecciones y enfermedades al momento de ser ingerido por las personas.

10.Evaluar la eficiencia del captador de agua pluvial y filtro casero.

La implementación del captador de agua pluvial con filtro casero en la comunidad Monte Flores Abajó, municipio de Villa Comaltitlán Chiapas, se logró captar una cantidad suficiente de agua por medio del tubo PVC, dando como 100 % de eficiencia al captar el agua pluvial, esto beneficia a las personas de dicha comunidad en aprovechamientos de usos domésticos para minimizar el desperdicio de agua y utilizarla con buen plan de manejo.

El filtro casero resulto con el 100 % de eficiencia en el filtrado de agua pluvial, ya que esta se presentó en la disposición final como clara, sin color y olor, pero en la eficiencias del filtrado microbiológico presento cero % no eficiente, ya que no se logró el filtrado o eliminación total de presencia microbiológica., pues se necesita complementarlo con más materiales en el filtrado y aumentar la sanitación, el agua pluvial filtrada no es apta para el consumo humano, ya que presenta bacterias coliformes fecales y totales, estas bacterias son dañinas para la salud humana. Según Palacios y Torres (2005), mención que los filtros caseros no retienen del todo los agentes de microorganismos presentes en agua pluvial, hacen presencia las bacterias como E. Coli, Pseudomonas, Clostridium.

11.CONCLUSIÓN

El captador de agua pluvial con filtro casero es un desarrollo eco tecnológico que busca beneficiar a las comunidades donde presentan problemas de abastecimiento de agua, tal es el caso de la comunidad de Monte Flores Abajo, municipio de Villa Comaltitlán Chiapas, ya que en este sitio se presentan precipitaciones moderadas e intensas y no cuenta con abastecimiento de agua potable, menos de agua entubada, para su abastecimiento, uso y beneficio del vital recurso, fue por eso que este trabajo de investigación a partir del desarrollo eco tecnológico busco la implementación del captador de agua pluvia combinando con el filtro casero dando una alternativa para esta comunidad mediante las normas 112 y 042, ssA1-1994., es importante enfatizar que se logró tanto la captación del agua pluvial así como también el filtrado de la misma, sin embargo no se logró eliminar el filtrado de los microorganismo presentes en el agua pluvial, derivado de esto, se concluye que el agua captada y filtrada solo debe usarse para uso doméstico y no para el consumo humano (solo si esta lleva un proceso de desinfección).

12.SUGERENCIAS

En la implementación del filtro casero se deben de tomar en cuenta los aspectos de los materiales para su elaboración, ya que cada material cumple con un método diferente para su proceso de filtración y poder promover el manejo sostenible y sustentable del recurso y el entorno, informar a la población sobre la importancia del manejo del vital recurso agua en la sanitización proporcionada en los materiales, es una de las actividades importante requerida para el filtrado y lograr obtener calidad de agua para el consumo humano.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo, M., Martínez, O., Rosales, A., Pérez, M., & Barria, N. (2020). Evaluación del ahorro de agua potable que se podrían percibir en los viveros al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en la ciudad de Panamá, <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v6.1.2614>
- Anaya Manuel (1998) Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América latina y el caribe, <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7948>
- Alberto, Torres (2011) sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) para el CECyT11 Oxchuc, <http://repositoriodigital.tuxtla.ecnm.mx/xmlui/bitstream>.
- Apaza D. Marcelo (2022) Determinación de la composición idónea para la fabricación de filtros eficientes en la reducción de coliformes totales, <https://repositorio.usil.edu.pe/bitstreams/8b60596a-158c-412b>.
- Arboleda, (2014) Estudio de alternativas tecnológicas para el tratamiento básico del agua lluvia de uso doméstico en el consejo comunitario de la comunidad negra de los lagos, buenaventura, <https://riddum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/1933>
- Agua. Org. Mx, (2021) Captación y aprovechamiento de agua de lluvia, <https://agua.org.mx/actualidad/captacion-y-aprovechamiento-de-agua-de-lluvia>
- Basán Mario, Sánchez Luciano, et al, Jordan Patricia (2018), Sistemas de captación de agua de lluvia para consumo humano, sinónimo de agua segura, <https://doi.org/10.29104/PHI-2018-AQUALAC-V10-N1-02>
- Clay Charles, (2021), que son los captadores de agua pluvial, Artículo de investigación, <https://www.ehowenespañol.com/tipos-captacion-agua-pluvial>.
- Carreón, (2022), Implementación de un sistema de captación de agua de lluvia en la ENMSGTO, <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/7495>

- Cárdenas Jorge, 2020, diseño de la instalación de un módulo filtrante de aguas lluvias utilizando guadua, gravas, arenas y carbón activo en viviendas rurales de cunda y Tolima, <http://hdl.handle.net/11396/5885>
- Conagua, (2019), Agua en el mundo, <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/agua-en-el-mundo>
- Cárdenas, 2020, diseño de la instalación de un módulo filtrante de aguas lluvias utilizando guadua, gravas, arenas y carbón activo en viviendas rurales de cunda y Tolima, <http://hdl.handle.net/11396/5885>
- DOF. (1995). Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69535.pdf>
- García, H. (2012). Tesis. Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la cd. De México. Df México: s.n.
- García, h. Jesús (2021) sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la CD de México DF, <https://repositorio.unam.mx/contenidos/física/sistema-de-captación>.
<https://repositorio.unam.mx/contenidos/ficha/sistema-de-captacion>
- García, Beatriz (2013) caracterización del agua de lluvia captada en un edificio para su aprovechamiento con un fin de sustentabilidad, <http://WWW.Ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/6137>.
- Guzmán Mamani, Manuel, Rodríguez Andia, Ingrid, (2021) Sistema de captación de agua de lluvia en viviendas para la calidad de vida de los pobladores, distrito de cusco, <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88923>
- INEGI. (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010 https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15033.pdf

Instituto Estatal del Agua. (s.f.). Plan de seguridad del sistema de abastecimiento de agua para la cabecera municipal de Villa Comaltitlán, Chiapas, México, <https://www.institutodelagua.chiapas.gob.mx/docs/psas>.

Instituto Estatal del Agua. (s.f.). Plan de seguridad del sistema de abastecimiento de agua para la cabecera municipal de Villa Comaltitlán, Chiapas, México, <https://www.institutodelagua.chiapas.gob.mx/docs/psa/PSA-Villa-Comaltitlan.pdf>

Jesús Espinoza, et al, Francisco Gonzaga, (2017), Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico, Isla Jambelí, cantón Santa Rosa, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6550736>

. María, Duran, (2008), Calidad bacteriológica del agua de lluvia recolectada en el municipio libertador estado Mérida, Venezuela, <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/40036>

Osorio, (2017) evaluación de cultivos de ciclo corto en rambután (*nephelium lappaceum* L.) en México utilizando iet, <https://www.redalyc.org/pdf/1932/Resumenes/Abstract>.

Ortiz, Nallely (2016) “La implementación de Sistemas de Recolección de Agua Pluvial como alternativa ante la escasez de agua en la Ciudad de México, <https://repositorio.unam.mx/contenidos/ficha/la-implementacion-de>.

Palacios y Torrez, (2005) Evaluación de la eficiencia del filtro de cerámica utilizado para la depuración de agua de consumo en la comunidad de chacra seca, sector rural cabeza del municipio de León, <https://researchgate.net/publication/33439>.

Quispe, (2016), Evaluación de calidad de agua para consumo humano del centro poblado Pampa chacra área de influencia del botadero municipal de Huancavelica, <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3175>

Rojas, M., Gallarda, J. & Martínez, A. (2012). Implementación y caracterización de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia <https://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v15n1/v15n1a2.pdf>

Román, M. (2021). Creación de un purificador de aguas lluvias óptimo para el consumo, presente en las fincas ubicadas en la zona rural de Ulloa, Valle del Cauca, <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/9383/7/deDDMDI176.pdf>.

Radulovich, et al, Moncada, 1994, Captación de agua de lluvia en hogares rurales, <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/612>

Weather spark, (2015) El clima y el tiempo promedio en todo el año en Villa Comaltitlán México, <https://es.weatherspark.com/countries/MX>

14.ANEXOS



