



Colegio Madres Dominicanas Pitrufoquén CL

## Proyecto

Sistema de filtración de aguas lluvias  
mediante la utilización de residuos  
agroindustriales.



Link de video de presentación:

<https://prezi.com/v/view/5FHwrxRWCKrxLfg96XR/>

## Integrantes:

Agustina Sánchez,  
Camila Zapata,  
Ian Uribe

Prof. Pablo Godoy Jaramillo  
Teacher GLOBE

Asesor científico:  
Prof. Marcela Levío-Raimán. Ph. D. (UFRO)

### **RESUMEN.**

En la presente investigación, estudiantes del Colegio MMDD con la asesoría científica de la académica Marcela Levío-Raimán, Ph.D., profesional STEM de la Universidad Frontera establecen características del uso de filtros de agua a partir de residuos agroindustriales específicamente aserrín y alfalfa con uso de metodología científica y protocolos GLOBE, con la finalidad de aportar a la optimización del uso del recurso aguas lluvia como regante y mitigante de la acción de diferentes contaminantes ambientales en la localidad de Pitrufquén (Sur de Chile).

## Introducción y Planteamiento

El hombre utiliza cada vez más las aguas subterráneas y superficiales para satisfacer sus necesidades sociales y económicas. Dicho consumo requiere que la cantidad de este recurso sea suficiente y su calidad idónea ahora y en el futuro. El problema relativo a los recursos de agua que se presenta, en cualquier país es el de disponer de la cantidad adecuada de agua de buena calidad en el momento y el lugar apropiado para su aprovechamiento. Como recurso, el agua es un factor esencial para la existencia y economía de un país, el empleo de todos los demás recursos depende de un abastecimiento abundante de agua; si ella falta, se hace imposible el uso y desarrollo de las demás riquezas. La utilización del recurso hace que éste sufra deterioro en su calidad, lo que se traduce en una alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, que la transforma en peligrosa o dañina para la vida humana, animal, de las plantas o la vida acuática o bien que empeora su utilidad en el uso público del agua y que es lo que se conoce como contaminación.

Considerando que existe un alto nivel de contaminación atmosférica en nuestro país y en el mundo se puede inferir que el agua de lluvia que se puede obtener de una cosecha no garantiza calidad para no provocar una enfermedad y poder beber en forma directa. (Alzarreca, 1981)

La química del agua de precipitación en áreas montañosas del sur de Chile refleja una de las aproximaciones más cercanas a la condición pre-industrial<sup>1</sup>. Sin embargo, el aumento sostenido de la actividad agrícola y ganadera, con aplicación de purines, puede influir de forma significativa tanto en la química de la atmósfera, suelo, como en el agua de escorrentía superficial y napas freáticas<sup>2</sup>. El agua en sitios agropecuarios representa una gran parte del volumen total de los desechos generados por actividades lecheras y ganaderas, 46% del total de los residuos corresponden a agua de precipitación, 29% a agua utilizada en faenas de limpieza y sólo 25% corresponde a fecas y orina<sup>3</sup>, aspectos que tienen especial relevancia para la salud en zonas de elevada precipitación.

En Chile, 40% del agua para consumo humano corresponde a agua subterránea, alcanzando un 80% en áreas rurales, donde los pozos profundos son la única fuente de agua de bebida para consumo humano y animal<sup>4</sup>. La calidad del agua puede variar con gran rapidez, por ejemplo, la lluvia puede hacer aumentar la contaminación microbiana en aguas de origen y son frecuentes los brotes de enfermedades después de periodos de precipitaciones, circunstancia que debe tenerse en consideración al interpretar los resultados de los análisis<sup>5</sup>. (Alerte, V., Cortés, S., Díaz, J., Vollaire, J., Espinoza, M. E., Solari, V., ... & Torres, M. (2012). Brotes de enfermedades transmitidas por alimentos y agua en la Región Metropolitana, Chile (2005-2010). *Revista chilena de infectología*, 29(1), 26-31.).

Considerando que:

- La contaminación del agua es una temática importante a tratar para prevenir efectos en la salud humana, el medio ambiente y los ecosistemas
- El agua lluvia es una fuente importante de recurso hídrico y requiere ser tratada o purificada para consumir de forma directa.

- Los residuos agroindustriales podrían ser valorizados para la purificación del agua y poseen características relevantes para retener contaminantes

Se establece la siguiente pregunta de investigación.

**Problema o pregunta investigativa:**

***¿Podrán ser utilizados los residuos agroindustriales como material adsorbente para un sistema de filtración o purificación de agua lluvia?***

**Hipótesis:**

***Un sistema de filtración de aguas lluvia basado en un residuo agroindustrial como el aserrín o la alfalfa, permitirá mejorar la calidad del agua para su utilización en riego.***

**Objetivos**

**Objetivo General**

Evaluar diferentes residuos agroindustriales (alfalfa y aserrín) como material de empaque de un sistema de filtración para purificación de agua lluvia

**Objetivos específicos**

1. Determinar la eficiencia en la remoción de turbidez del sistema de filtración con los diferentes residuos agroindustriales.
2. Determinar si el agua tratada cumple con la normativa vigente para agua de riego.
3. Determinar las condiciones mínimas del sistema para ser escalado a condiciones reales de operación.

**Planificación de la Investigación:**

- Para definir la duración estimada de las actividades que se realizarán para la ejecución de la investigación se ha confeccionado una carta Gantt, en que se considera que se podrá contar con el reporte final durante la primera quincena de septiembre 2022, finalizando con la participación del equipo de investigación

durante el mes de octubre 2022. Todo lo anterior, sin perjuicio de alguna emergencia contingente.

Actividad	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Investigación bibliográfica sobre temática	X			
Elaboración informe escrito		X	X	
Montaje de empaques y toma de muestras				X
Compra de implementos				X
Análisis de muestra				X
Conclusiones del trabajo				X
Presentación de resultados				X

## **Materiales y Métodos**

### **Materiales**

1. Papel pH
2. Embudos de Vidrio
3. Envases de Vidrio
4. Algodón
5. 9 botellas plásticas de 3 litros

### **Equipos**

1. pH-metro
2. Conductímetro
3. Turbidímetro
4. Tubo secci

## **Metodología**

En el desarrollo del proceso se ha tenido en cuenta la importancia de la vivencia formativa de los estudiantes, luego se han organizado los tres integrantes para repartir las acciones y trabajos derivados de la actividad y poder rotar todos por las operaciones de medición para un desarrollo de las destrezas individualmente.

### **- Residuos agroindustriales para utilizar: alfalfa y aserrín.**

Se utilizarán los residuos agroindustriales alfalfa y aserrín, obtenidos de aserraderos y sectores rurales pos-elaboración de fardos para el ganado, los cuales fueron molidos con un molinillo, a un tamaño de partícula 3-5 mm para la alfalfa y 1-2 mm para el aserrín. Estos residuos agroindustriales fueron utilizados en estas condiciones de tamaño para favorecer la interacción entre el material de empaque y el agua a tratar.

### **- Filtro**

Como filtro se utilizaron botellas de plástico, de 3000 cc, las cuales fueron lavadas y etiquetadas con el tratamiento correspondiente. Se usaron un total de 6 botellas, en triplicado para cada tratamiento y 3 de control (filtro de arena).

### **- Empacamiento del filtro**

Para el empacamiento del filtro, se prepararon 3 botellas de tres litros con cada uno de los residuos agroindustriales, alfalfa y aserrín, hasta completar 2000cc de su capacidad en forma invertida. Además, como control, se utilizó un filtro de arena donde se completaron 2000cc de su capacidad en forma invertida. Finalmente, se midió la masa de cada uno de los residuos agroindustriales empacados en el volumen señalado (2000 cc).

### **- Agua lluvia**

El agua lluvia utilizada corresponde al agua recolectada durante los días 1 y 30 de agosto 2022 bajo condiciones de un sistema de captación de agua lluvia dispuesto en el Colegio Madres Dominicanas de la comuna de Pitrufoquén. En esta instancia se recolectaron 25 L de agua de lluvia y fueron acumulados en un estanque plástico de 30 L.

### **- Operación del sistema de filtración**

Una vez empacadas las botellas con los residuos agroindustriales, se procedió a instalarlas en soportes universales, donde se dispuso un embudo y un vaso precipitado en la parte inferior para coleccionar la muestra de agua tratada. Se suministro una cantidad de 250 ml de agua cada 15 minutos en la parte superior del filtro (afluente), esperando que el agua suministrada bajará a través del filtro, donde fue coleccionada al final en un vaso precipitado (efluente). En cada

tiempo de muestreo, se tomaron tres muestras consecutivas (triplicado) tanto en el afluente y efluente; además, se midió el pH, conductividad eléctrica y turbidez.

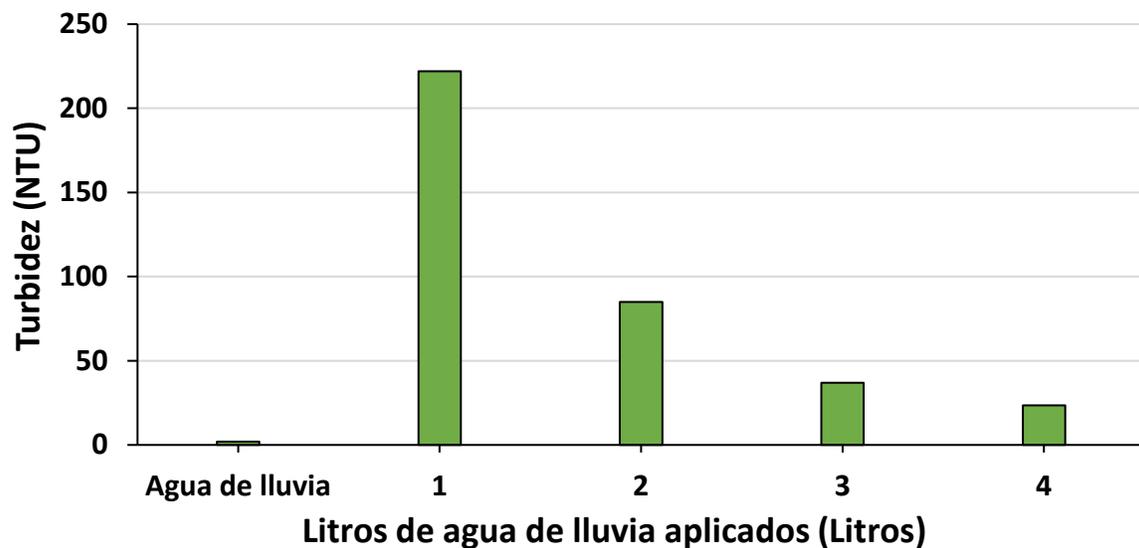
En procedimiento doble con instrumental de la Universidad patrocinante (UFRO) y aplicación de protocolos GLOBE, respectivamente, estos últimos consistentes con protocolos de las esferas de hidrosfera (pH, turbidez, conductividad), de Atmosfera (lluvia , pH).Las colecciones de datos ingresadas al servidor GLOBE de la escuela han permitido un análisis de tendencias de la lluvia característica de la zona.

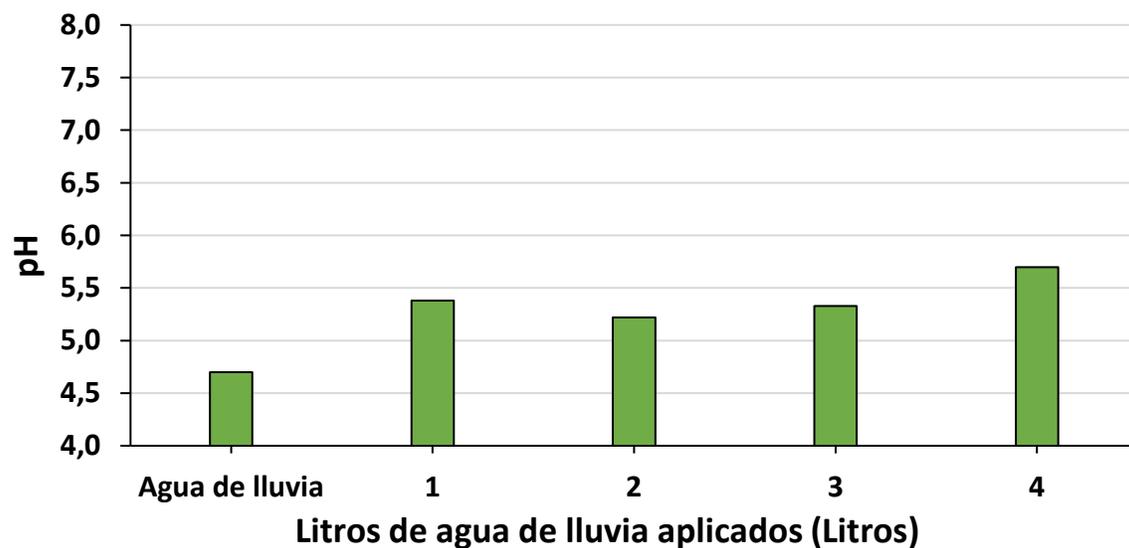
### Análisis de datos

Los datos fueron tabulados en un Excel, para determinación de la desviación estándar, promedio de las tres replicas, y los gráficos correspondientes para cada análisis realizado (pH, conductividad eléctrica y turbidez), que se presentan a continuación:

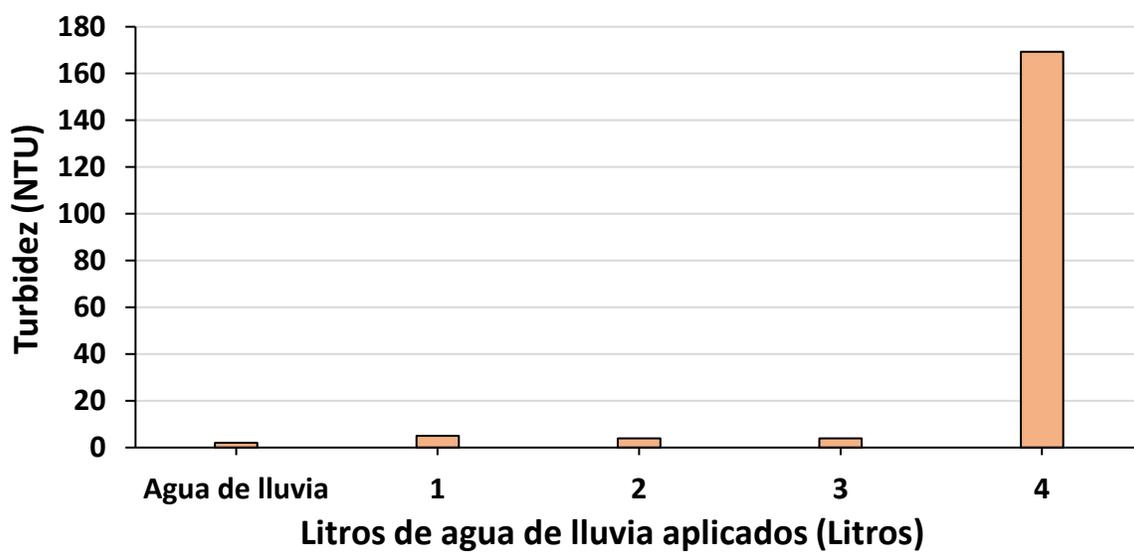
### Gráficos de datos

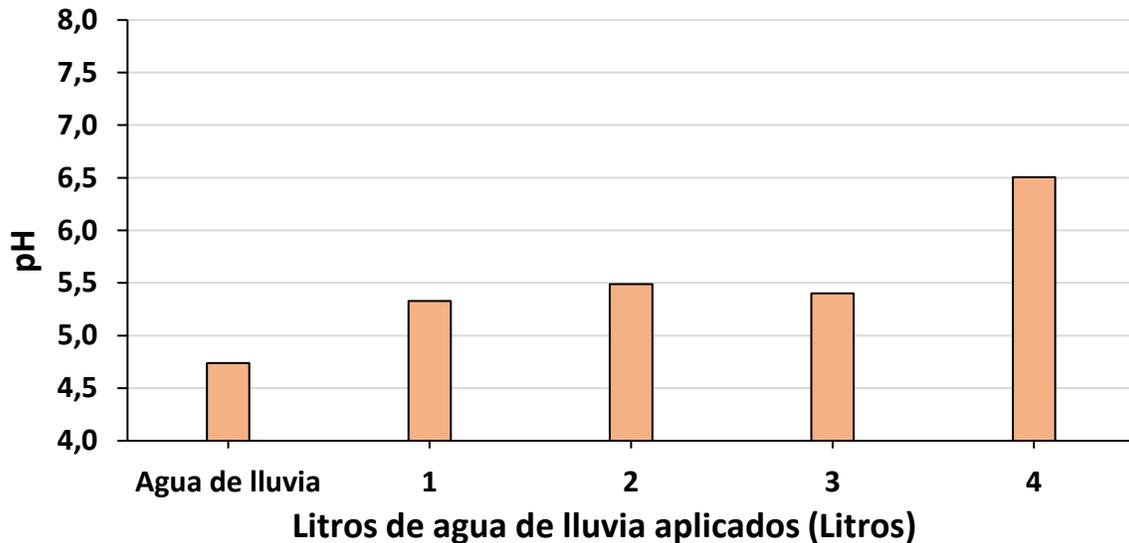
#### Aserrín





### Alfalfa





## Conclusiones

- El agua de lluvia no puede ser consumida de forma directa debido a que los valores de pH obtenidos fluctuaron entre 4,7-5,0, lo cual está fuera de la normativa vigente para agua potable o de consumo humano e inclusive, riego.
- En este sentido, el agua de lluvia puede ser tratada con los residuos agroindustriales y ser utilizada para fines de distinto uso como el riego según la normativa (NCh 1333), ya que estabiliza los niveles de pH en el agua, facilitando su uso.
- Acorde a esto, según lo investigado, es posible utilizar residuos agroindustriales para la filtración de agua de lluvia, sin embargo, es necesario tener ciertas consideraciones como la rápida saturación en el proceso de filtración. Por lo tanto, se recomienda utilizar filtros de mayor tamaño si el caudal a tratar es mayor.
- Finalmente, se acepta la hipótesis planteada, ya que esta fue corroborada con los análisis de pH y turbidez realizados. De acuerdo a lo siguiente, es posible escalar en el diseño de medidas adecuadas para procesar mayores cantidades de aguas lluvia

## Consideraciones Finales

Al epílogo de este proceso investigativo es preciso considerar el inicio de otras investigaciones que permitan aportar antecedentes sobre los siguiente temas;

- Causales de la contaminación de las aguas lluvia y su pH ácido.
- Relación aguas filtradas con uso del suelo en la zona, previa determinación de sus características específicas con uso de protocolos de la esfera de pedosfera de GLOBE.

## **Bibliografía (Citaciones):**

1. **Alerte, V., Cortés, S., Díaz, J., Vollaire, J., Espinoza, M. E., Solari, V., ... & Torres, M. (2012).** “Brotos de enfermedades transmitidas por alimentos y agua en la Región Metropolitana, Chile (2005-2010)”. *Revista chilena de infectología*, 29(1), 26-31.).
2. Alzerreca, C, (1981): “Control de la contaminación de aguas en Chile”, <https://snia.mop.gob.cl/repositoriodga/bitstream/handle/20.500.13000/1714/CON2869.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Protocolos Programa GLOBE : <https://www.globe.gov/>

## **Anexo 1:**

### **Presupuesto:**

- Listado que describe la forma en que se espera que la ayuda económica (aprox. \$150.000 pesos) sea utilizada para la adquisición de materiales, equipamiento menor, viajes, impresos, material de stand, etc.

<b>Material</b>	<b>Valor aproximado (\$)</b>
pH-metro	
Conductivímetro	35.000
Papel pH	10.000
Impresión de poster	25.000
Material de stand	10.000
Matraces de vidrio (X6)	18.000
Probeta de vidrio 100 ml (x3)	15.000
Embudos de vidrio (x3)	15.000
Tapones de matraces (x10)	20.000
<b>Total</b>	<b>148.000</b>

ANEXO 2: Registro fotográfico: Estudiantes en trabajo de laboratorio de la Universidad

