Brotes Científicos
REVISTA DE INVESTIGACIONES ESCOLARES

Vol. 8, n.°1 | Págs. 1-8 (2026)
ISSN 0719-8558

Sostenibilidad
Ciencias naturales y exactas

# Tratamiento de aguas de pozo mediante fitorremediación con lirios acuáticos en la comunidad de El Manzanito, Paine

## Treatment of well water via phytoremediation using water hyacinth in the community of El Manzanito, Paine

Artículo de investigación
Research Article

**Editor de área**
Dr. Manuel Ignacio Azócar

Artículo recibido: 15 de octubre de 2025
Artículo aceptado: 25 de marzo de 2026
Artículo publicado: 30 de octubre de 2026

Proyecto de innovación PAR EXPLORA SUR PONIENTE 2023-2025

**Cómo citar**
Lagos, N., Van Looveren, R., Jiménez, A., Jiménez, T., Olivares, J., Frez, C., Aguilera, C., Gárate, M., Orellana P. y Wrann, S. (2026). Tratamiento de aguas de pozo mediante fitorremediación con lirios acuáticos en la comunidad de El Manzanito, Paine. *Brotes Científicos, Revista de Investigaciones Escolares, 8*, 1-8.
**DOI:** https://doi.org/10.35588/bc.v8.66

**Estudiantes**
**Noelia Lagos, Rafael Van Looveren, Antonia Jiménez, Tomás Jiménez, Javiera Olivares, Constanza Frez, Catalina Aguilera, Milagros Gárate, Paula Orellana y Stefan Wrann**
**Cursos**
8.° básico, I, III y IV medio
**Colegio**
San Francisco de Paine
**Profesoras guía**
Pamela Valenzuela
pvalenzuela@csfp.cl
Angélica Galleguillos Jorquera
angelica.galleguillos@gmail.com
**Asesora científica**
Dr. Dayra Escudero Pérez

CC BY

## Resumen

En la zona suburbana de Aculeo, sector El Manzanito, la comunidad se abastece de agua mediante pozos debido a la demora en la instalación del servicio de agua potable. Desde octubre de 2023, se han realizado muestreos periódicos del agua en distintas estaciones del año y la turbidez registrada se encuentra fuera de los parámetros normales establecidos. Además, el agua presentaba mal olor y presencia de *Escherichia coli*. Frente a la inviabilidad de soluciones costosas para la comunidad, se realiza la fitorremediación mediante lirios acuáticos como alternativa sustentable y de bajo costo. En el desarrollo del proyecto durante el año 2025 se implementó el prototipo fitorremedial con lirios acuáticos en las aguas de estudio.


Palabras clave: fitorremediación; calidad del agua; *Escherichia coli*; sostenibilidad ambiental.

Brotes Científicos
REVISTA DE INVESTIGACIONES ESCOLARES


## Abstract

In the suburban area of Aculeo, specifically in the El Manzanito sector, the community relies on groundwater wells for its water supply due to delays in the installation of a drinking water service. Since October 2023, periodic water sampling has been conducted during different seasons of the year, and the recorded turbidity levels have consistently exceeded the established standard parameters. In addition, the water exhibited an unpleasant odour and the presence of *Escherichia coli*. Given the impracticality of costly solutions for the community, phytoremediation using water hyacinth was proposed as a sustainable and low-cost alternative. During the development of the project in 2025, a phytoremediation prototype employing water hyacinth was implemented in the water bodies under study.


Keywords: phytoremediation; water quality; *Escherichia coli*; environmental sustainability.



CC BY

# Introducción

El acceso al agua potable es una necesidad fundamental para la calidad de vida de las personas, siendo clave para la salud pública y el desarrollo sostenible (World Health Organization. 2017. *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. World Health Organization). El abastecimiento depende de fuentes subterráneas cuya calidad no siempre cumple con estándares sanitarios. Se indicó que el agua potable estaría disponible en el año 2025; sin embargo, aún no se cumple la instalación de agua potable en la zona, dejando a las familias utilizando solamente agua de pozo para el uso doméstico (United Nations Children's Fund (UNICEF). (s.f.). *Goal 6: Clean water and sanitation*). En 2023, se comenzó a notar turbidez en el agua y mal olor, lo que provocó quer no fuera lo más adecuado utilizar esta agua para el uso doméstico, pero su solución requería un gran costo periódico.

Para que el agua sea apta para uso doméstico, debe presentar baja turbidez, valores de pH dentro de rangos aceptables y ausencia de contaminantes que afecten su seguridad. En Chile, según la norma NCh409/1 (Instituto Nacional de Normalización, 2005. *NCh409/1. Of 2005: Agua potable—Parte 1: Requisitos*) se establece que la turbidez del agua potable debe mantener una media mensual menor o igual a 2 UNT, con un máximo permitido de 4 UNT en el 5 % de las muestras. Alteraciones como turbidez elevada y mal olor constituyen indicadores de deterioro en la calidad del agua.

Frente a soluciones de alto costo, la fitorremediación surge como una alternativa sustentable y de bajo impacto. Esta técnica utiliza plantas capaces de absorber y transformar contaminantes disueltos a nivel molecular (Delgadillo-López et al., 2011).

En este sentido, los lirios acuáticos son capaces de descontaminar el agua al absorber y filtrar nutrientes en exceso como el nitrógeno y el fósforo, además de metales pesados como el plomo, el cobre y el arsénico, lo que los convierte en una opción viable para el mejoramiento preliminar de aguas de pozo en comunidades rurales (Rodríguez-Lara, 2022; Blanco et al., 2025). Considerando lo expuesto, la fitorremediación no actúa sobre sedimentos gruesos, por ello se requiere un pretratamiento del agua, como la filtración, para favorecer la efectividad del sistema propuesto.

## Problema de investigación

¿Es posible reducir la contaminación del agua del pozo de El Manzanito mediante un sistema de fitorremediación con lirios acuáticos, asegurando su uso seguro para la comunidad?

## Hipótesis

La aplicación de un sistema de fitorremediación con lirios acuáticos con un filtro permitirá disminuir los sedimentos del agua, turbidez y microorganismos en aguas de pozo contaminadas. Así, mejorará la calidad del agua y permitirá su uso doméstico.

CC BY

## Objetivo general

El proyecto tiene como objetivo implementar un método de tratamiento de aguas de pozo sustentable y económico para el uso doméstico en zonas rurales sin agua potable.

## Objetivos específicos

1. Analizar y registrar las variables físicas, químicas y biológicas de muestras de agua de pozo en diferentes temporadas.

2. Investigar y seleccionar técnicas de purificación de agua, evaluando la viabilidad de la fitorremediación con lirios acuáticos.

3. Diseñar e implementar un sistema de tratamiento de agua de pozo contaminada destinado a mejorar su calidad para uso doméstico en la comunidad.

4. Construir un prototipo funcional que contenga el cultivo de lirios acuáticos evaluando su eficacia en la reducción de contaminantes del agua.

## Metodología

### 1. Toma de muestras y análisis de agua

Se recolectaron muestras de agua desde el mismo pozo en cada estación del año (primavera, verano, otoño e invierno). Las muestras fueron almacenadas en potes de vidrio sellados con Parafilm y las respectivas tapas de los potes, evitando su exposición directa a la luz solar y guardando las muestras en refrigeración a una temperatura de 4 °C con el fin de preservar sus características y evitar alteraciones previas al análisis. Posteriormente, se analizaron las variables físicas, químicas y biológicas del agua mediante distintos métodos analíticos. Los parámetros de pH, turbidez, salinidad, oxígeno disuelto y temperatura fueron medidos utilizando instrumentos específicos como el medidor multiparamétrico y el termómetro. Asimismo, la determinación de otros parámetros químicos, tales como carbonatos, dureza, ácido cianhídrico, cloruros totales, cloruros libres, bromo, nitratos, nitritos, hierro, cromo, plomo, cobre, mercurio y flúor se realizó mediante métodos colorimétricos utilizando kits de análisis.

### 2. Diseño del sistema de tratamiento

A partir de investigaciones sobre la efectividad de fitorremediación se propuso un sistema de tratamiento mixto compuesto por dos etapas:

1. Filtrar el agua y colocarla en la piscina para que los lirios acuáticos tengan mayor efectividad.

2. Fitorremediación con lirios acuáticos, destinados a absorber contaminantes y metales pesados.

### 3. Construcción del prototipo

El prototipo se construyó utilizando una piscina plástica como contenedor principal y en su interior fueron colocados lirios acuáticos en macetas con sustrato (no directamente en al agua) cultivados en agua de pozo previamente filtrada. Sumado a lo anterior, el prototipo fue ubicado en un sector con exposición constante a luz solar natural, evitando la proximidad a superficies reflectantes que pudieran intensificar la radiación y generar estrés térmico o daño en las plantas.

Actualmente, se encuentra en proceso la incorporación de una lámpara de radiación UV, que será implementada si en la próxima toma de muestras del agua de pozo se encuentre la presencia de la bacteria *Escherichia coli*, ya que esta lámpara dañaría el ADN y el ARN de dicha bacteria, siendo un método popular para purificar agua.

### 4. Evaluación de la efectividad del sistema

Al finalizar el periodo de prueba, se tomarán nuevas muestras para analizar los mismos parámetros iniciales.


**Brotes Científicos** Revista de Investigaciones Escolares
Vol. 8, n.°1: 1-8 • ISSN: 0719-8558
Dirección de Investigación Científica y Tecnológica • Universidad de Santiago de Chile

Se compararon los valores antes y después del tratamiento, evaluando:

- Reducción de turbidez.
- Eliminación de olor desagradable.
- Disminución o eliminación de *E. coli* y coliformes, si se presentan en las muestras.
- Parámetros adecuados del agua para su uso doméstico.

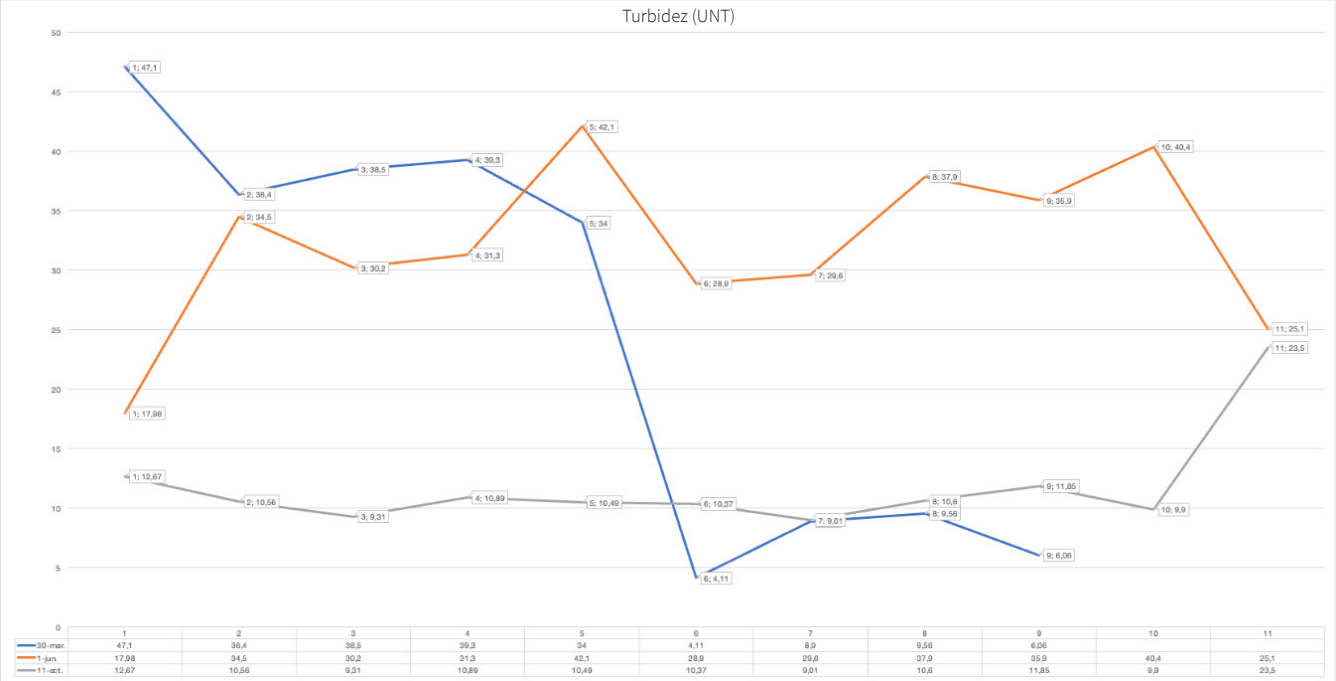
## Resultados:

En la tabla 1 se presentan los registros obtenidos de las muestras de agua de pozo recolectadas en distintas temporadas entre los años 2023 y 2024, previo a la aplicación de cualquier tratamiento de fitorremediación. Las muestras fueron conservadas en refrigeración a 4 °C hasta su análisis.

Los resultados indican que el agua presenta un nivel promedio de turbidez de 59,37 UNT, lo que evidencia una alta presencia de sedimentos y partículas suspendidas. En particular, el gráfico 1 muestra las tomas de cada temporada en marzo, junio y octubre del año 2024 donde se establecen los datos promediados. Este valor supera los límites recomendados para aguas destinadas a uso doméstico, considerando que la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece un valor máximo de 5 UNT, mientras que en Chile la norma NCh 409/1 señala que la turbidez del agua potable debe mantener una media mensual menor o igual a 2 UNT, con un máximo permitido de 4 UNT en el 5 % de las muestras.

La conductividad eléctrica promedio registrada fue de 313,93 µS/cm, lo que refleja una concentración moderada de sales disueltas, característica de aguas subterráneas. Por su parte, el pH presentó un valor promedio de 6,72, situándose dentro de un rango considerado adecuado. No obstante, se observó la presencia de mal olor y una apariencia turbia y amarillenta en las muestras. Por esto, los resultados evidencian que el agua de pozo de la comunidad de El Manzanito no cumple con los estándares básicos de calidad requeridos para su uso doméstico.

### Gráfico 1




CC BY

## Tabla 1

*Promedio de registro de muestras de agua 2023-2024*

| | |
|---|---|
| Clima | Soleado |
| Temperatura (°C) | 12,42 |
| Conductividad (µS/cm) | 313,93 |
| pH | 6,72 |
| Oxígeno (mg/l) | 6,31 |
| Turbidez (UNT) | 59,37 |

El 1 de octubre de 2025 (tabla 2) se tomaron las muestras iniciales de agua de pozo antes de someterlas al tratamiento con lirios acuáticos. Estas muestras presentaron un valor promedio de pH 8,13 y una alcalinidad total promedio de 146,66 ppm. Se detectó la presencia de hierro en 0,1 ppm y cobre en 0,13 ppm en promedio de las muestras, mientras que parámetros como nitratos, nitritos, cloro, plomo, cromo y mercurio se mantuvieron en 0 ppm. Una semana después, el 8 de octubre de 2025 (tabla 3) se tomaron las muestras correspondientes al agua luego de una semana de exposición con lirios acuáticos. En este caso, el pH se mantuvo estable con 7,94 mientras que la alcalinidad total aumentó en promedio a 240 ppm, y la conductividad eléctrica se elevó ligeramente a un rango de 665,2 µS/cm en promedio. Es importante destacar que esta etapa se realizó sin el filtro planificado, pues se realizó una retroalimentación de filtrar el agua debido a que los lirios trabajan a un nivel molecular, no de materia orgánica como los sedimentos presentes en el agua. Por esta razón, se tomarán nuevas muestras en etapas posteriores para obtener resultados más representativos del sistema completo propuesto.

Los resultados obtenidos evidencian que el agua de pozo de la comunidad de El Manzanito presenta condiciones que no cumplen con los parámetros ideales para un uso doméstico seguro. Durante la primera semana de tratamiento con lirios acuáticos (1 al 8 de octubre de 2025), el pH se mantuvo estable, lo que sugiere que la incorporación de lirios no genera alteraciones bruscas en este parámetro. Sin embargo, se observó un aumento en la alcalinidad y conductividad. Este fenómeno refuerza la importancia de controlar las condiciones ambientales en la etapa experimental, ya que factores externos pueden influir directamente en los resultados. También cabe recalcar que la fitorremediación con lirios acuáticos ha demostrado en estudios previos ser efectiva en la reducción de contaminantes moleculares; sin embargo, en esta fase del proyecto no se aplicó el filtro planificado, por lo que los datos obtenidos corresponden a una etapa preliminar de evaluación. Aun así, permiten confirmar que los lirios pueden integrarse al sistema sin generar impactos negativos y brindan información útil para ajustar las siguientes etapas experimentales.

## Tabla 2

*Toma de muestras promediada (antes)*

| | |
|---|---|
| Alcalinidad total | 146,66 ppm |
| pH | 8,13 |
| Carbonatos | 44,44 |
| Ácido cianhídrico, cloruros totales, cloruros libres, bromo, nitratos y nitritos | 0 ppm |
| Cromo, plomo, mercurio y flúor. | 0 ppm |
| Cobre | 0,13 ppm |
| Hierro | 0,1 ppm |

## Tabla 3

*Toma de muestras promediada (después)*

| | |
|---|---|
| Alcalinidad total | 240 ppm |
| Salinidad | 331,8 |
| Conductividad | 665,2 µS/cm |
| pH | 7,94 |
| Carbonatos | 132 |
| Dureza | 250 |
| Ácido cianhídrico | 30 ppm |
| Cloruros totales, cloruros libres, bromo, nitratos, nitritos y hierro. | 0 ppm |
| Cromo, plomo, cobre, mercurio y flúor | 0 ppm |


**Brotes Científicos** Revista de Investigaciones Escolares
Vol. 8, n.°1: 1-8 • ISSN: 0719-8558
Dirección de Investigación Científica y Tecnológica • Universidad de Santiago de Chile

## Conclusión y proyecciones

La aplicación de lirios acuáticos en el agua filtrada de pozo durante la primera semana permitió observar estabilidad en parámetros como pH y ausencia de contaminantes inorgánicos nuevos, confirmando que la fitorremediación no empeora la calidad inicial del agua. Por lo tanto, esta etapa constituye un primer paso en la validación del sistema propuesto, el cual busca ser una alternativa de tratamiento accesible y sustentable para comunidades rurales sin acceso a agua potable.

En las próximas etapas del proyecto se incorporará al sistema con agua filtrada junto a los lirios acuáticos un *mulch*, una cobertura para evitar incorporar materia orgánica presente en el ambiente, lo que permitirá optimizar la efectividad de la fitorremediación al reducir la turbidez y facilitar la absorción de contaminantes. Por otra parte, se propone la incorporación de una bomba que permita mantener el agua en movimiento, considerando que en los pozos el agua proveniente de las napas subterráneas tiende a moverse. Finalmente, se pasará a la siguiente etapa, donde se evaluará la implementación de la lámpara de radiación UV si existe presencia de *Escherichia coli* como etapa final de desinfección. Se espera que la combinación de las fases de filtrado, lirios acuáticos y radiación UV, si se requiere, permita obtener un agua significativamente más segura para el uso doméstico.

CC BY

## Bibliografía


Arias Martínez, S. A., Betancur Toro, F. M., Gómez Rojas, G., Salazar Giraldo, J. P., & Hernández Ángel, M. L. (2010). *Fitorremediación con humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales porcinas*. [PDF]. https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Fitorremediacion%20con%20humedales%20artificiales%20para%20el%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20porcinas.pdf

Blanco, C. E., Medina, L., & Troche A., G. A. (2025). *Evaluación de la capacidad fitorremediadora del lirio de agua (Eichhornia crassipes) para la remoción de mercurio en aguas contaminadas. Reportes Científicos de la FACEN, 16*(1), 9-19. https://doi.org/10.18004/rcfacen.2025.16.1.009

Delgadillo-López, A. E., González-Ramírez, C. A., Prieto-García, F., Villagómez-Ibarra, J. R., & Acevedo-Sandoval, O. (2011). *Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14*(2), 597-612. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000200002

Instituto Nacional de Normalización. (2005). NCh409.Of2005: *Agua potable. Parte 1: Requisitos*. Instituto Nacional de Normalización. https://www.adldiagnostic.cl/images/medio-ambiente/NCh409%202005.pdf

Rodríguez-Lara, J. W. (2022). *Lirio acuático (Eichhornia crassipes): Una revisión. Revista Colombiana de Biotecnología, 24*(2), 1-12. https://www.redalyc.org/journal/437/43768481006/html/

United Nations Children's Fund (UNICEF). (s. f.). *Goal 6: Clean water and sanitation*. https://data.unicef.org/sdgs/goal-6-clean-water-sanitation/

Water Technologies de México. (2025). *La luz UV: un aliado poderoso contra los microorganismos en el agua*. https://www.tratamientosdeagua.com/ventaenlinea/blog/Linea-de-laboratorio/La-luz-UV-un-aliado-poderoso-contra-los-microorganismos-en-el-agua

World Health Organization. (2017). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. World Health Organization.