

# **INTRODUCCIÓN**

## 1. INTRODUCCIÓN

El acceso al agua limpia y el tratamiento adecuado de aguas residuales son problemas clave en todo el mundo, especialmente en los países en desarrollo, donde el crecimiento urbano rápido y la falta de infraestructura adecuada incrementan los desafíos ambientales y de salud pública. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO., 2017), se estima que más de 2 mil millones de personas en todo el mundo carecen de acceso a servicios de saneamiento gestionados de manera segura, lo que provoca una alta incidencia de enfermedades relacionadas con el agua, como diarreas y enfermedades gastrointestinales. En este contexto global, la gestión de aguas residuales y la búsqueda de tecnologías sostenibles para su tratamiento se han convertido en un objetivo prioritario para muchos países.

El uso de floculantes naturales es una alternativa que está ganando interés debido a su bajo costo, disponibilidad y menor impacto ambiental en comparación con los floculantes sintéticos. En este sentido, los floculantes derivados de recursos naturales como el almidón de papa, semillas de moringa y ajipa han demostrado una alta eficiencia en la eliminación de partículas coloidales en aguas residuales, constituyendo una opción viable para mejorar la calidad del tratamiento de las aguas sin comprometer el medio ambiente (Miller, 2020).

En Bolivia, el tratamiento de aguas residuales enfrenta importantes desafíos debido a la limitada cobertura de infraestructura de saneamiento, especialmente en las zonas rurales y semiurbanas. Según datos del (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2021), solo el 25% de las aguas residuales en áreas urbanas son tratadas adecuadamente, lo que contribuye a la contaminación de cuerpos de agua y al deterioro de los ecosistemas acuáticos. La falta de plantas de tratamiento eficaces y el mal manejo de residuos sólidos agravan la situación ambiental y de salud pública en las principales ciudades del país.

El tratamiento de aguas residuales en Bolivia ha sido un área de interés en los últimos años, pero la implementación de tecnologías más sostenibles y económicas, como el uso de floculantes naturales, sigue siendo un campo poco explorado. Diversos estudios a nivel nacional han destacado la necesidad de implementar soluciones de bajo costo que mejoren la eficiencia de las plantas de tratamiento y reduzcan la contaminación ambiental (Gutiérrez, 2019). El uso de recursos naturales locales, como los floculantes, puede ser una solución innovadora y eficiente para enfrentar estos desafíos en el país.

El Departamento de Tarija, ubicado en el sur de Bolivia, enfrenta una creciente preocupación por la calidad del agua debido a la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales, especialmente en áreas urbanas y rurales. Según la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento (2019), las plantas de tratamiento de aguas residuales de Tarija operan a una capacidad superior a su diseño original, lo que resulta en la liberación de efluentes contaminados que afecta tanto a los ecosistemas acuáticos como a la salud de las poblaciones cercanas.

El caso de la Laguna de Oxidación N°2 en el barrio San Luis, ubicada en la provincia Cercado del Departamento de Tarija, es representativo de los desafíos que enfrenta la región. Esta laguna recibe grandes volúmenes de aguas residuales de la ciudad de Tarija, pero debido a la sobrecarga de la planta de tratamiento y la falta de tecnologías adecuadas, las aguas tratadas continúan presentando altos niveles de turbidez y otros contaminantes que deterioran la calidad del agua (Sánchez, 2020) . Por ello, el uso de floculantes naturales, como el almidón de papa y la semilla de moringa, puede ofrecer una solución innovadora que no solo reduciría los costos operativos, sino que también contribuiría al cuidado del medio ambiente y la salud de las comunidades cercanas.

En el ámbito municipal, la ciudad de Tarija ha experimentado un crecimiento urbano significativo en los últimos años, lo que ha incrementado la generación de aguas residuales y sobrecargado las infraestructuras de tratamiento existentes. El barrio San

Luis es una de las zonas más afectadas por los efectos de la ineficiencia del tratamiento de aguas residuales. La Planta de Tratamiento de la Laguna de Oxidación N°2, que sirve a esta comunidad, ha operado más allá de su capacidad de diseño, lo que ha generado una acumulación de partículas coloidales en el agua tratada, afectando no solo la calidad del agua., sino también la salud de las familias que residen en las cercanías. (Molina, 2021)

El problema es aún más grave debido a los altos costos asociados con el uso de floculantes sintéticos, que no solo son caros, sino que también presentan riesgos de contaminación secundaria. La implementación de floculantes naturales, como el almidón de papa o las semillas de moringa, podría ser una alternativa viable y accesible para mejorar la calidad del tratamiento de aguas residuales, sin generar impactos negativos sobre el medio ambiente. Además, este enfoque contribuiría a mejorar las condiciones de salud de la población local y promovería el uso de soluciones basadas en recursos naturales locales, alineándose con los objetivos nacionales de desarrollo sostenible.