

ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD DE BACTERIAS RIZOFERICAS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SALANGO

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF RHIZOSPHERE BACTERIA IN THE TREATMENT OF DOMESTIC WASTEWATER AT THE SALANGO WASTEWATER TREATMENT PLANT

Jesús Gabriel Dueñas Rivas^{1*}

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Posgrado, Programa de Maestría en Gestión Ambiental. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1070-4764>. Correo: duenas-jesus1263@unesum.edu.ec

Juan Manuel Guerrero Calero²

² Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Posgrado, Programa de Maestría en Gestión Ambiental. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>. Correo: juan.guerrero@unesum.edu.ec

*** Autor para correspondencia:** duenas-jesus1263@unesum.edu.ec

Resumen

EL “Análisis de Efectividad de bacterias rizosféricas en el tratamiento de aguas residuales domésticas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Salango”, desarrollado en la parroquia Salango del cantón Puerto López, evalúa la eficiencia del uso de bacterias rizosféricas anaeróbicas como tratamiento secundario en una PTAR que presentaba limitaciones operativas por el crecimiento poblacional. La investigación tuvo un diseño experimental, retrospectivo y descriptivo, con muestreo durante cinco semanas, analizando parámetros físicos, químicos y orgánicos del agua cruda y tratada, cuyos resultados fueron comparados con los límites establecidos en la Tabla 9 del Libro VI del TULSMA (Acuerdo Ministerial 097-A). Los resultados evidencian que el agua cruda presentaba altas concentraciones de carga contaminante, especialmente en Sólidos Suspendidos Totales, DBO, DQO, Nitrógeno Total e Hidrocarburos Totales, superando en varios casos los límites permisibles. Tras la aplicación del tratamiento biológico con bacterias rizosféricas (Probio Balance), se observó una reducción significativa de la materia orgánica, destacándose disminuciones superiores al 60% en DBO y 70% en DQO, además de mejoras en sólidos suspendidos, nitrógeno total y otros compuestos. Los parámetros de campo como pH, temperatura y conductividad se mantuvieron estables, lo cual es esperado en sistemas de lagunas de estabilización. El estudio concluye que el tratamiento con bacterias rizosféricas es



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

efectivo para mejorar la calidad del efluente, logrando que los valores finales se ubiquen dentro de los rangos permitidos por la normativa ambiental vigente, reduciendo así el impacto ambiental y sanitario asociado a la descarga de aguas residuales domésticas.

Palabras clave: Tratamiento aguas residuales; microorganismos eficientes; planta de tratamiento aguas residuales; contaminación ambiental; DBO; DQO

Abstract

The article entitled “Analysis of the Effectiveness of Rhizosphere Bacteria in the Treatment of Domestic Wastewater at the Salango Wastewater Treatment Plant”, conducted in the parish of Salango in the canton of Puerto López, evaluates the efficiency of anaerobic rhizosphere bacteria as a secondary treatment in a wastewater treatment plant (WWTP) that had operational limitations due to population growth. The research followed an experimental, retrospective, and descriptive design, with sampling carried out over five weeks. Physical, chemical, and organic parameters of both raw and treated wastewater were analyzed and compared with the discharge limits established in Table 9 of Book VI of the TULSMA (Ministerial Agreement 097-A). The results showed that the raw wastewater presented high pollutant loads, particularly in Total Suspended Solids (TSS), BOD, COD, Total Nitrogen, and Total Petroleum Hydrocarbons, exceeding permissible limits in several cases. After applying the biological treatment with rhizosphere bacteria (Probio Balance), a significant reduction in organic matter was observed, with decreases of more than 60% in BOD and approximately 70% in COD, along with improvements in suspended solids, total nitrogen, and other compounds. Field parameters such as pH, temperature, and conductivity remained stable, which is expected in stabilization lagoon systems. The study concludes that treatment with rhizosphere bacteria is effective in improving effluent quality, achieving compliance with current environmental regulations and reducing the environmental and public health impacts associated with the discharge of domestic wastewater.

Keywords: Wastewater treatment; Efficient microorganisms; Wastewater treatment plant; Environmental pollution; BOD (Biochemical Oxygen Demand); COD (Chemical Oxygen Demand)

Fecha de recibido: 10/11/2025

Fecha de aceptado: 25/02/2026

Fecha de publicado: 20/03/2026

Introducción

El tratamiento de las aguas residuales es una cuestión prioritaria a nivel mundial debido a su incidencia directa sobre la salud humana, así como por su efecto sobre el ambiente al contaminar los depósitos naturales que serán empleados como fuentes de abastecimiento para plantas de potabilización y demás actividades humanas (Quispe & Casimiro, 2019).



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

Es claro que en la actualidad existen diversas opciones para el tratamiento de aguas residuales mismas que dependerán del nivel de descontaminación deseado como de las características del agua a tratar. Por lo general en su mayoría las plantas de tratamiento de aguas residuales utilizan procesos físico-químicos y bioquímicos, cuya función es eliminar los diferentes tipos de contaminantes que se encuentran presentes en el agua residual. El tratamiento de aguas residuales, es un proceso de tratamiento que incorpora transformaciones físicas, químicas y biológicas, con el objeto de tratar y remover los del agua (Díaz et al., 2012).

Los tratamientos biológicos emplean microorganismos (bacterias, hongos, protozoos y algas) para llevar a cabo la eliminación de aquellos componentes indeseables del agua, aprovechando su actividad metabólica, y obtener, así, un efluente final que pueda ser vertido al medio; Dentro de las distintas modalidades de tratamiento se encuentran los procesos biológicos aerobios y anaerobios. Los sistemas aerobios, a su vez, presentan distintas posibilidades de operación, tales como: procesos de lodos activos, con diferentes variantes: aireación prolongada, contacto-estabilización y reactor discontinuo secuencial, entre otros; cultivos fijos, en los que los microorganismos se inmovilizan en la superficie de materiales sólidos (biomasa soportada), destacándose los filtros percoladores, también conocidos como lechos bacterianos o filtros biológicos (Mohini, S y Srivastava, R. (2010).

El cantón Puerto López posee dos parroquias rurales Machalilla y Salango, la cual esta última posee un sistema de alcantarillado sanitario en funcionamiento mientras que el de la cabecera cantonal aún no tienen las condiciones adecuadas. En Salango las aguas residuales son generadas principalmente por viviendas y hosterías. En el año 2014 la PTAR de dicho sector fue implementada mediante un sistema convencional para un aproximado de 280 familias, en la actualidad debido a la demanda del crecimiento poblacional dicho sistema no abastece las necesidades sanitarias de la población ocasionando de manera directa e indirecta problemáticas de carácter sociales y ambiental.

El crecimiento poblacional en dicha parroquia y el mal diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, ha ocasionado un impacto ambiental considerable a causa de reboces, filtraciones de agua residuales al suelo. En la Parroquia Salango del Cantón Puerto López se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales misma que solo tiene funcionabilidad para esta parroquia, la planta está constituida por un sistema de alcantarillado sanitario convencional en donde se recolectan las aguas domiciliarias de la población local, debido al incremento poblacional de la Parroquia Salango reduce la vida útil de los componentes del sistema de alcantarillado, mismo que ha empezado presentar averíos, lo cual podría estar desencadenando problemas sanitarios. Con el fin de evitar este tipo de inconvenientes la Municipalidad del Cantón Puerto López optó por implementar una segunda fase, la cual consistió en una laguna de oxidación con bacterias rizofericas anaeróbicas permitiendo un tratamiento secundario de las aguas y evitar que estén vayan de manera directa al efluente del estero Salango pero ¿Cuál es la eficiencia del tratamiento de aguas residuales de uso doméstico con bacterias rizofericas en la planta de tratamiento de aguas residuales de Salango? Salgado et al (2011). Debido a lo antes mencionado se considera procedente poder evaluar la efectividad de la bacteria Rizoferica en el tratamiento de aguas residuales domesticas en la planta de tratamiento de aguas residuales Salango por lo cual se pretende caracterizar mediante análisis físico, químico y biológico las aguas residuales que ingresa a la Planta de tratamiento. Por otra parte, analizar la efectividad de la bacteria rizoferica mediante análisis en el afluente del rio Salango, comparando el análisis aplicado con los límites permisibles del Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente.



Materiales y métodos

Área de estudio

Corresponde a la Parroquia Salango del Cantón Puerto López de la provincia de Manabí geográficamente en las coordenadas 1°38'3" de latitud sur y 80° 49'21" de longitud oeste. Localidad que está situada en la parte Sur-occidental de la provincia de Manabí, aproximadamente a 5 Km de la cabecera cantonal y a 110 km de la ciudad de Portoviejo capital provincial.

El sitio en donde se encuentra la Planta de tratamiento está ubicado al nor-este de la población en donde no existen viviendas cercanas en las coordenadas 518200E- 9824730N, cerca del lecho seco del rio Salango. la PTAR consta de un sistema convencional compuesta de un sedimentador que detiene la parte solida seguido de filtros bacteriológicos anaeróbicos que disminuyen la carga orgánica presente en el agua residual; un tanque de cloración que sirve para la eliminación de patógenos los lodos retenidos en el sedimentador biodigestor anaeróbico, una era de secado y finalmente cinco lechos de lombrices para la elaboración de humus.

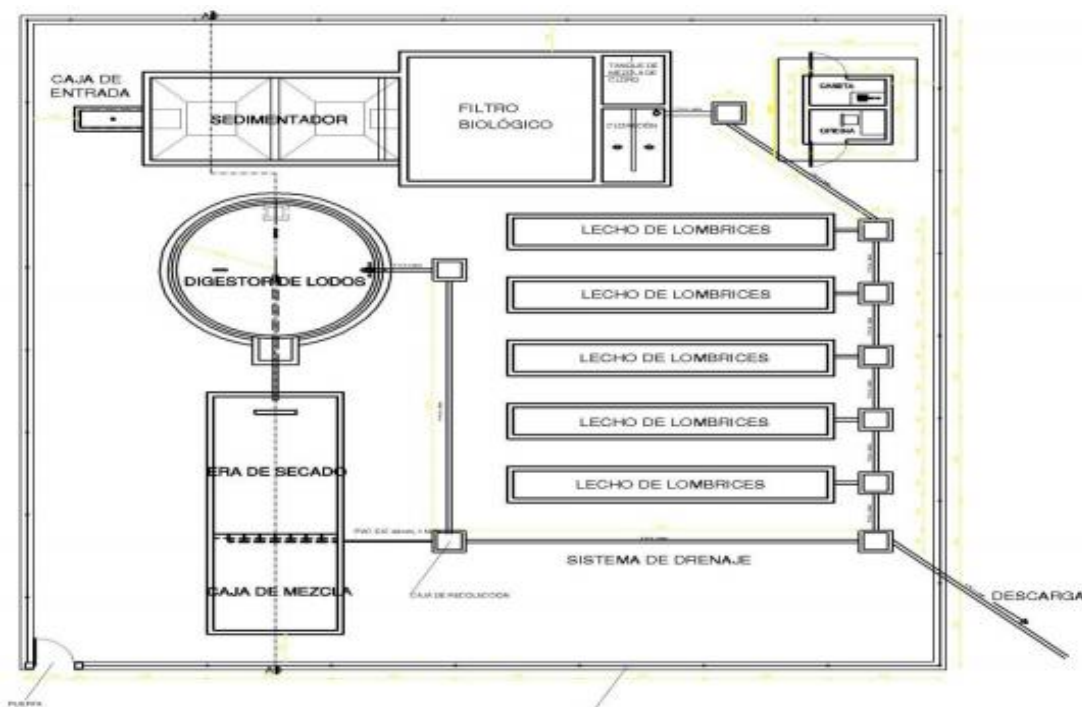


Figura 1. Esquema de la planta de tratamiento de aguas residuales.

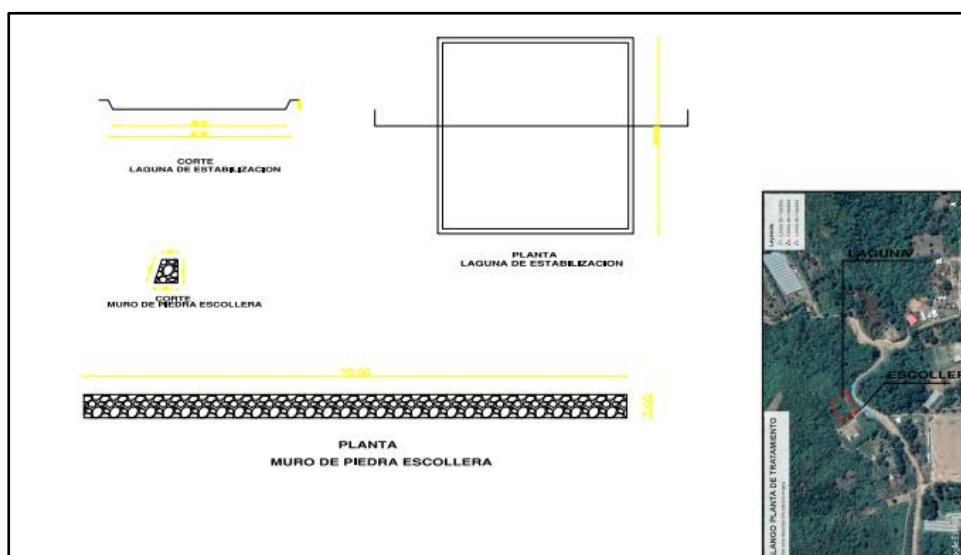


Figura 2. Esquema de la planta de tratamiento de aguas residuales.

El diseño para el desarrollo la investigación fue experimental, retrospectivo con alcance descriptivo, tipo de estudio mixto (cualitativo/cuantitativo) apoyado en el trabajo de campo (Sampieri, Collado y Lucio, 2016).

Procedimientos

El trabajo se efectuó por medio de pasos bien estructurados, en primer lugar, se dirigió un oficio a los encargados de la planta para pedir la respectiva autorización para desarrollar la investigación de campo. Luego con el propósito de dar respuesta a los objetivos planteados se buscó información en la bibliografía científica especializada para obtener datos reales sobre el procedimiento a emplear.

Para llevar a cabo la toma de muestras de las aguas residuales con y sin tratamiento se utilizó recipientes esterilizados herméticos de 500 ml, los equipos de seguridad pertinentes como guantes, overol y gafas.

La toma de muestra de agua residual se estableció en cinco unidades experimentales, en un periodo de cinco semanas, tomando tres muestras diarias en horarios diferentes; ocho de la mañana, una de la tarde y siete de la noche, considerando la de mejor textura y composición. Cabe mencionar que la toma de muestras de agua residual sin tratamiento se la realizó en el cajetín de entrada de la planta, mientras que para las aguas con tratamiento se tomó del cajetín de salida de la laguna de estabilización que dirigela gua al afluente.

El tiempo que se empleó para el estudio fue de 30 días, tiempo mismo que se coordinó con los trabajadores de la entidad responsable de la PTAR, las muestras tomadas fueron llevadas al laboratorio, en donde se realizó el análisis físico químico y microbiológico.

La tabla con la cual se compararán los resultados es la tabla 9 del anexo 1 del libro VI del acuerdo ministerial 097-A.



Tabla 1. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

COMPONENTE	UNIDAD	LIMITE
Color real	PtCo	≤9
Solidos totales suspendidos	mg/l	130
Solidos totales gravimétricos	mg/l	1600
Cloruro	mg/l	1000
Fluoruro	mg/l	5
Sulfato	mg/l	1000
Cianuro total	mg/l	0.10
Sulfuro	mg/l	0.5
Aceites y grasas	mg/l	30
DBO	mg/l	100
DQO	mg/l	200
Fenoles	mg/l	0.093
HCTP	mg/l	20
NITROGENO TOTAL	mg/l	50
SUSTANCIAS TENSOACTIVAS	mg/l	0,5
pH	s/u	6--9
Conductividad	us/cm	2040
Cloro libre	mg/l	n.d
Temperatura	°C	40
materia flotante	s/u	Ausencia

Nota. Se detalla los Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Fuente. Planta de tratamiento de la parroquia Salango.

Resultados y discusión

El trabajo se fundamentó en verificar la efectividad del tratamiento en base a las bacterias que se utilizan para el tratamiento de las aguas residuales y que pertenecen a un grupo llamado Probio Balance que es un líquido que está hecho de una combinación de varios microorganismos beneficiosos de origen natural, estas bacterias son de origen fototrófica, lacto bacilos, hongos de fermentación que al entrar en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelados y antioxidantes anexo 1. “resultados del análisis del grupo de bacterias.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

Tabla 2. Resultados análisis del grupo de bacterias.

RESULTADOS DE ANALISIS		
Propiedades generales*	Métodos de prueba	Resultados
1. Olor	Olfativo	Olor dulce, en escabeche, fermentado. Sin malos olores ni putrefacción. 3.37 ± 0.01
2. pH	Sonda/Medidor	Líquido marrón oscuro
3. Apariencia	Visual	$4.40\% \pm 0.02$
4. Índice de refracción	Refractómetro	
Indicadores microbiológicos**	Métodos de prueba	Resultados
5. Bacterias del ácido láctico	BAM de la FDA	4.4×10^5 ufc/ml
6. Levadura	BAM de la FDA	4.2×10^3 ufc/ml
7. Bacterias moradas sin azufre	Método propietario	$> 1.0 \times 10^3$ ufc/ml
Detección de contaminación**	Métodos de prueba	Resultados
8. Coliformes totales	BAM de la FDA	< 10 ufc/ml
9. Molde	BAM de la FDA	< 10 ufc/ml
10. Metales pesados totales	PCI	< 10 ppm***

Fuente: SCD (Probitics, 2021)

Para la obtención de los análisis respectivos de las aguas residuales las muestras fueron llevadas al laboratorio, mismo que fueron comparados con los parámetros que se encuentran en la tabla número 9 del acuerdo ministerial 097-A en el anexo 1 del Libro VI del donde se especifica los siguientes parámetros: Tabla número 3; pH, Temperatura (T); demanda química de oxígeno (DBO); demanda bioquímica de oxígeno (DBO); Coliformes fecales y totales (CF) (CT); Solidos totales (ST); solidos suspendidos (SP); los parámetros del pH, Oxígeno disuelto y la temperatura se midieron en campo con instrumentos portátiles.

Tabla 3. Resultados de parámetros de campo agua cruda.

Muestra N° 1. PARAMETROS DE CAMPO						
Componente	Unidad	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5
pH	s/u	7.1	7.3	7.9	7.5	7.5
Conductividad	us/cm	2040	250	2040	2030	2040
Cloro libre	mg/l	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Temperatura	°C	25.6	25.8	27.5	26	26.4
materia flotante	s/u	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Nota. Se presenta parámetros del agua cruda. Elaboración propia. Fuente. Planta de tratamiento de la parroquia Salango.
 Análisis de resultados



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

Tabla 4. Resultados de parámetros de agua tratada.

MUESTRA °n 1. PARAMETROS DE CAMPO						
COMPONENTE	UNIDAD	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5
pH	s/u	7.1	7.3	7.9	7.5	7.5
Conductividad	us/cm	2040	250	2040	2030	2040
Cloro libre	mg/l	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Temperatura	°C	25.6	25.8	27.5	26	26.4
materia flotante	s/u	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Nota. Se muestra los resultados de los parámetros del agua tratada. Elaboración propia. Fuente. Planta de tratamiento de la parroquia Salango.

Parámetros de Campo.

Del análisis de campo de las aguas residuales sin tratamiento considerando los componentes tales como color real (PtCo), solidos totales suspendidos (mg/l) y solidos totales gravimétricos (mg/l), obteniendo los valores más altos en la tercera semana y los más bajos en la primera semana. Mientras que los resultados obtenidos en el análisis de campo considerando los mismos parámetros a una muestra de agua ya tratada donde se obtuvo que el PH, Conductividad, cloro libre, temperatura y materia flotante. Mientras que en el análisis de las aguas residuales después del tratamiento se desprende que los parámetros no han variado porque tanto en agua cruda como tratada el PH se mantiene, en el caso de cloro no se utiliza para el tratamiento del agua en este caso y la conductividad casi no varía porque es una laguna de estabilización, esto en referencia a los parámetros de campo.

Análisis de resultados Parámetros Físico-Químicos.

Tabla 5. Resultados parámetros físico-químicos agua cruda.

Muestra °n 1. PARAMETROS FISICOS QUIMICOS						
Componente	Unidad	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5
Color real	PtCo	≤9	≤9	≤9	≤9	≤9
solidos totales suspendidos	mg/l	157	159	170	159	162
solidos totales gravimétricos	mg/l	1200	1200	1300	1150	1155
Cloruro	mg/l	500	450	400	340	550
Fluoruro	mg/l	0.5	0.9	2.1	1	1.1
Sulfato	mg/l	790	900	500	500	550
cianuro total	mg/l	0.001	0.005	0.2	0.1	0.1
Sulfuro	mg/l	0.013	0.020	0.6	0.040	0.050



Tabla 6. Resultados parámetros físico químicos agua tratada.

Muestra n° 1. PARAMETROS FISICOS QUIMICOS						
COMPONENTE	UNIDAD	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5
Color real	PtCo	≤9	≤9	≤9	≤9	≤9
solidos totales suspendidos	mg/l	80	70	90	70	90
solidos totales gravimétricos	mg/l	1103	1200	1300	1150	1155
cloruro	mg/l	309	320	400	340	355
fluoruro	mg/l	0.5	0.9	2.1	1	1.1
sulfato	mg/l	790	900	150	100	120
cianuro total	mg/l	0.001	0.005	0.2	0.1	0.1
sulfuro	mg/l	0.013	0.020	0.06	0.040	0.050

Nota. Se especifica parámetros físico químicos del agua cruda. Elaboración propia. Fuente. Planta de tratamiento de la parroquia Salango.

En los análisis de los parámetros físicos químicos se obtuvieron valores mayores en la semana tres mientras que en la semana uno se dio los de menor valor. Las muestras en la semana uno se la tomaron en la mañana mientras que en la semana tres se las tomo en horas de la tarde se consideraron los componentes establecidos en el Libro VI del TULSMA. En el color real se mantiene en menor o igual a 9 durante las cuatro semanas, en el tema de sólidos totales suspendidos existe una gran variación ya que en el agua cruda hay parámetros en la primera semana de 157 mg/l, mientras que en el agua tratada se encuentra en 80 mg/l, así se mantienen los parámetros hasta llegar a la semana 5 en que el agua cruda arrojó 162 mg/l y en el agua tratada está en los 90 mg/l, si se compara con el Libro VI del TULSMA. Se observa que en los sólidos totales suspendidos se considera como límites máximos a 130 mg/l, por lo que existe una evidente mejora en la composición del agua. En los elementos sólidos gravimétricos en el agua cruda en la primera semana arroja parámetro de 1200 mg/l, teniendo una variación mínima hasta la semana 5 en que se sitúa en 1155 mg/l; en el agua tratada en la primera semana evidencia 1103 mg/l y en la última semana disminuye a 1155 mg/l, estas cuantificaciones se encuentran registradas en el libro de VI del TULSMA con una capacidad permitida máxima de 1600 mg/l, por lo que se encuentran por debajo del rango establecido como normal. En cloruro, en el agua cruda durante la primera semana se encuentra en 309 mg/l y en la semana 5 está en 355 mg/l, y en el agua tratada está en un rango de 500 mg/l en la semana 1 y en la semana 5 en 550 mg/l, estableciendo el TULSMA un máximo de 1000 mg/l, por lo que se encuentra dentro de los rangos establecidos en la normativa ambiental. en relación al fluoruro observa en el agua cruda y en la tratada que no existe variación en las categorías; en sulfato en agua cruda, la semana 1 se sitúa en 79 mg/l y en la semana 5 en 120 mg/l, en el agua tratada está en la primera semana en 790 y en la semana 5 en 550, el TULSMA ubica un máximo de 1000 mg/l; en la categoría cianuro



total, el agua cruda y tratada conservan los mismos parámetros, de manera semejante en sulfuro mantiene los rangos en agua cruda y la tratada y no se sale dentro del 0.5 mg/l determinado por el TULSMA. Observándose mejoras en las condiciones físico-químicas del agua después del tratamiento.

Tabla 7. Resultados parámetros orgánicos agua cruda.

Muestra °n 1. PARAMETROS ORGANICOS						
COMPONENTE	UNIDAD	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5
Aceites y grasas	mg/l	11	30	35	20	32
DBO	mg/l	200	200	250	200	210
DQO	mg/l	470	470	500	470	470
Fenoles	mg/l	0.093	0.090	0.30	0.20	0.20
Hctp	mg/l	30	20	30	30	30
Nitrogeno total	mg/l	93	95	97	95	94
Sustancias tensoactivas	mg/l	0,24	0,24	0,27	0,25	0,25

Tabla 8. Resultados parámetros orgánicos agua tratada.

MUESTRA °n 1. PARAMETROS ORGANICOS						
COMPONENTE	UNIDAD	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5
Aceites y grasas	mg/l	11	25	25	20	28
DBO	mg/l	80	80	75	91	92
DQO	mg/l	100	105	120	100	105
Fenoles	mg/l	0.093	0.090	0.08	0.08	0.07
HCTP	mg/l	10	10	15	15	5
Nitrogeno total	mg/l	45	40	40	45	45
Sustancias tensoactivas	mg/l	0,24	0,24	0,27	0,25	0,25

Nota. Se explica los parámetros orgánicos del agua tratada. Elaboración propia. Fuente. Planta de tratamiento de la parroquia Salango.

Se demuestra que el agua cruda presenta concentraciones elevadas de carga contaminante, especialmente en Sólidos Suspendidos Totales, DBO₅, DQO, Nitrógeno Total e Hidrocarburos Totales, superando en varios casos los valores normativos, lo que evidencia una alta presencia de materia orgánica y compuestos potencialmente contaminantes; además, en una de las semanas evaluadas se registró un valor de sulfuro superior al límite permitido. En contraste, el agua tratada muestra una reducción significativa de estos parámetros, destacándose una disminución considerable de la DBO y DQO (superior al 60% y 70% respectivamente), así como una reducción importante en sólidos suspendidos y nitrógeno total, permitiendo que el efluente tratado cumpla con los estándares ambientales vigentes. Los parámetros físico-químicos como pH, temperatura y cloruros se mantienen dentro de rangos permisibles tanto antes como después del



tratamiento, lo cual es técnicamente esperado en sistemas de lagunas de estabilización. En términos generales, el análisis evidencia que el tratamiento biológico aplicado es eficaz para disminuir la carga orgánica y mejorar la calidad del agua residual, garantizando el cumplimiento normativo y reduciendo el impacto ambiental del vertido.

En los análisis de los parámetros orgánicos se consiguió valores mayores en la semana tres mientras que en la semana uno se dio los de menor valor. Las muestras en la semana uno se la tomó en la mañana; a partir de la semana tres se las tomo en horas de la tarde, para comparar se consideró los componentes establecidos en el Libro VI del TULSMA. Los resultados de parámetros orgánicos en agua cruda en referencia al componente aceites y grasas para la semana 1 fue de 11 mg/l y para la semana 5 llegó a 32 mg/l, en los resultados de agua tratada los parámetros fueron de 11 mg/l y 28 mg/l para la quinta semana. en DBO en agua cruda la primera semana obtuvo 200 mg/l y en quinta semana 210 mg/l, en agua tratada en la primera semana llegó a 80 mg/l y en la semana 5 a 92; si se toma en cuenta que en DQO en parámetros de agua cruda en la semana 1 se obtuvo 470 mg/l y en la quinta semana 470 mg/l, mientras que en agua tratada se observó parámetros de 100 mg/l en las 4 semanas sólo en la semana 3 llegó a 120 mg/l; en el TULSMA es de 200 mg/l lo permitido; en agua cruda fenoles manifestó indicadores de 0.093 mg/l en la semana 1, mientras que en la semana 5 alcanzó 0.20; en referencia al agua tratada se demostró 0.093 mg/l y en la semana 5 llegó a 0.07 mg/l, así mismo en el TULSMA el límite de descarga fue de 0.093 por lo que se encuentra en los rangos permitidos ; en agua cruda el HCTP en la semana 1 obtuvo 30 mg/l y en la semana 5 alcanzó 30 mg/l, y en agua tratada alcanzó 10 mg/l en la semana 1 y en la semana 5 llegó a 15 mg/l. en agua cruda el nitrógeno total durante la primera y quinta semana arrojó 93 y 94 mg/l; y en agua tratada en la primera semana 45 mg/l y en la 5ta semana 45 mg/l; en las Sustancias Tensoactivas tanto en agua cruda como en la tratada arrojó los mismos parámetros de 0,24 mg/l para la primera y 0,25 mg/l en la última semana, el TULSMA permite un tope de 0,5 mg/l. de manera general los niveles de contaminación mejoró después del tratamiento, ya que al compararlos con los parámetros permitidos en el TULSMA se evidenció que se encuentran dentro de los rangos permitidos.

Discusión

Los análisis determinados y comparados con los límites de descarga establecidos en la tabla 9 del anexo 1 del Libro VI del TULSMA, arrojaron resultados. Se comparó el análisis de las aguas residuales sin tratamiento y después de haber sido sometidas a tratamiento, se tomó muestras en un lapso de 5 semanas; se pudo obtener que el PH, conductividad, cloro libre, temperatura y materia flotante los parámetros se mantuvieron, esto se pudo explicar porque en referencia al cloro no se utiliza para el tratamiento del agua, en conductividad en una laguna de estabilización este componente se mantiene constante (Ortiz, 2011; Malacatus et al., 2016). Hallazgos similares reportaron Romero y Vargas, 2017; Rodríguez et al., 2023). en el que los análisis posteriores al tratamiento arrojaron disminución de presencia de microorganismos presentes en aguas contaminadas, estando por debajo del límite permitido por la normativa ambiental.

En el informe del análisis físico químico, se valoró criterios como color real, solidos totales suspendidos, solidos totales gravimétricos, cloruro, fluoruro, sulfato, cianuro total y sulfuro, arrojando los valores reducción en la contaminación, con mejoras físico químicas significativas del agua después del tratamiento. Estos resultados guardan correspondencia con lo que sostienen Bejarano y Escobar (2015), quienes, al realizar



un estudio similar, obtuvieron que las concentraciones iniciales y finales fisicoquímicas observaron grandes mejoras en la calidad del agua residual y del cumplimiento de la normativa ambiental (Ortiz, 2011).

En los resultados de parámetros orgánicos en agua cruda y tratada se pudo valorar parámetros como aceites y grasas, DBO, DQO, Fenoles, HCTP, nitrógeno total, sustancias tensoactivas, pudiéndose observar evidentes mejoras del agua después de tratamiento y, sobre todo se ubicó por debajo del rango establecido por la norma TULSMA, lo que representa resultados muy positivos que favorece el tratar aguas residuales con bacterias rizofericas Calderon (2019). Resultados diferentes reportó Cedeño (2020) donde los análisis estuvieron contrastados con las normas TUSLMA, verificando valores de DBO superiores a rangos tolerados por las normas ambientales, de igual manera se observó en el parámetro DQO, en los Sólidos Suspendidos, y el Cloruro. Por lo que la presencia de estos elementos siguió siendo altamente contaminantes a pesar de haber sido tratados; seguramente se debió a que estas aguas residuales han estado con alto grado de contaminación por mucho tiempo, notándose que, a pesar del grado de contaminación aun presente, el tratamiento si logró disminuir varios parámetros contaminantes que estaban afectando el agua residual y por consiguiente al medioambiente.

Conclusiones

De acuerdo con los análisis de aguas crudas residuales domésticas de la planta de tratamiento de la parroquia Salango, y después de ser sometidas a tratamiento con bacterias rizofericas, se obtuvo que los niveles de contaminación mejoraron después del tratamiento. Los análisis de campo en referencia al PH, conductividad, cloro libre, temperatura y materia flotante mostraron los mismos resultados con los del agua cruda, porque de manera general estos parámetros se mantienen constantes, y el cloro no se utiliza en el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la planta de tratamiento de la parroquia Salango.

En el informe del análisis físico químico, las concentraciones en los parámetros color real, solidos totales suspendidos, solidos totales gravimétricos, cloruro, fluoruro, sulfato, cianuro total y sulfuro, arrojó variación significativa en los análisis del antes y después, demostrando que después de haber sido tratadas las aguas residuales con bacterias rizofericas y de compararlas con el libro TULSMA del medioambiente sobre el límite permitido se observó reducción en la contaminación de las aguas.

Patrones similares se observó en los parámetros orgánicos después de comparar los análisis del agua cruda y el agua tratada, en que se valoró a los aceites y grasas, DBO, DQO, Fenoles, HCTP, nitrógeno total y sustancias tensoactivas; los análisis arrojaron mejoras después de tratamiento y se ubicó por debajo del rango establecido en la norma TULSMA. Un manejo inadecuado de las aguas residuales domésticas puede tener una serie de impactos negativos en el entorno, de ahí la importancia de un manejo seguro y tratamiento de las mismas. El tratamiento con bacterias rizofericas se los contrastó con los límites permitidos en el libro de TULSMA sobre el nivel de la calidad ambiental de las aguas residuales donde se evidenció que se encuentran dentro de los rangos permitidos de afectación al medio ambiente.

Referencias

Bejarano, E., & Escobar, M. (2015). Eficiencia del uso de microorganismos para el tratamiento aguas residuales domésticas en una planta de tratamiento de agua residual. Proyecto de Grado para Optar al



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

- Título de Ingeniero Ambiental y Sanitario. Universidad La Salle, pág. 100.
<https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/9fb6af12-abc3-4f9a-aacf-d6e9edd1410e/content>
- Calderon, D. (2019). Tratamiento Aguas Residuales Mediante Tecnología de Microorganismos Eficientes – Substancjalla, Ica - Perú. Revista Ñawparisun Vol. 1 Núm. 3.
<https://unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/50>
- Cedeño, H. (2020). Análisis de los parámetros de calidad del agua del efluente del río muerto para su posible reutilización del Cantón Manta, Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 5(2), 579-604.
doi:<https://doi.org/10.23857/pc.v5i2.1299>
- Quispe, A., & Casimiro, W. (2019). Evaluación de la eficiencia entre dos sistemas de biofiltros para el tratamiento de las aguas residuales domesticas de la localidad de Carapongo, Luriganchochosica. *Cátedra Villarreal*, 7(1), 66–83. <https://doi.org/10.24039/cv201971325>
- Díaz, E., Alvarado, A., Camacho, E. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 78-97, ene. 2012. ISSN 2594-102X. <https://quivera.uaemex.mx/article/view/10453>
- Ortiz, D., Anrango, M. J., Pérez, H., Chela, L., Villagrán, G., & Fernández, L. (2021). Uso de microorganismos eficientes para la depuración de contaminantes orgánicos en aguas residuales urbanas. *Ecuadorian Science Journal*, 5(3), 355-362. DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.165>
- Malacatus, P., Chamorro, E., & Orellana, G. (2016). Análisis de eficiencia de remoción de contaminantes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en extracción de aceite de palma. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 2(2), 61-68. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i2.888>
- Ministerio del Ambiente. (2015). Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI,. *Sitio web nacional. Acuerdo Ministerial 97*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>
- Mohini, S y Srivastava, R. (2010). Tecnología de reactores discontinuos secuenciales para el tratamiento biológico de aguas residuales: una revisión. *Asia-Pacific of Journal Chemical Engineering. Volumen 6, Número 1: Festschrift en honor al profesor Nabil Esmail*. <https://doi.org/10.1002/apj.490>
- Muñoz, H. A. (2020). Análisis de los parámetros de calidad del agua del efluente del río muerto para su posible reutilización del Cantón Manta, Ecuador. *Polo de conocimiento*, 42(5) 579-604.
doi:10.23857/pc.v5i2.1299
- Rodríguez, K. (2023). Tratamiento biológico con microorganismos eficientes, para reducir la carga contaminante en aguas residuales de la industria azucarera y los derivados. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, Vol. 57 No. 2 mayo - agosto – 2023. 57(3), 201-215.
<https://www.revista.icidca.azcuba.cu/wp-content/uploads/2023/09/articulo-11.pdf>
- Romero, T., & Vargas, D. (2017). Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 88-100. Recuperado en 20 de febrero de 2026, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300008&lng=es&tlng=es.
- Sampieri, D. R., Collado, D. C., & Lucio, D. M. (2016). Metodología de la investigación científica. *McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.*, (1) 1-634.





- Salgado-Bernal. I, Durán-Domínguez, C, Cruz-Arias1, M, Carballo-Valdés, M Y Martínez-Sardiñas, A. (2012). Bacterias Rizosféricas con Potencialidades Fisiológicas para Eliminar Materia Orgánica de Aguas Residuales. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 28 (1) 17-26, 2012
- TULSMA. (2015). *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, Libro VI, Anexo 1: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.* Ministerio del Ambiente de Ecuador.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com