

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Remoción de parámetros físicos y microbiológicos utilizando
Jacinto de Agua o Microorganismos de Montaña en efluentes
del camal de Zapatero**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Ruth Paima Rufasto
Celina Evelin Vásquez Coronel

Asesor:

Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado

Tarapoto, Junio del 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

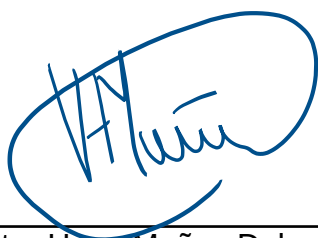
Victor Hugo Muñoz Delgado, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Remoción de parámetros físicos y microbiológicos utilizando Jacinto de Agua o Microorganismos de Montaña en efluentes del camal de Zapatero”** constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) Ruth Paima Rufasto y Celina Evelin Vásquez Coronel para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 02 días del mes de julio del año 2021.



Victor Hugo Muñoz Delgado

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a. 14..... día(s) del mes de.....junio.....del año 20. 21. siendo las.....09:30...horas,
se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la)
presidente(a): Mtra. Kátherin Jina Luz Pinedo Gómez....., el (la)
secretario(a): Mg. Gelner Archenti Curitima.....y los demás miembros:
..... Mtro. Carmelino Almestar Villegas
.....y el (la) asesor(a) Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado

.....con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis
titulado: Remoción de parámetros físicos y microbiológicos utilizando Jacinto de Agua o Microorganismos de
Montaña en efluentes del camal de Zapatero.

.....del(los) bachiller/es: a) Ruth Paima Rufasto
.....b)..... Celina Evelin Vásquez Coronel
.....c).....
.....conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Ambiental

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo
determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las
preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un
receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Ruth Paima Rufasto.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Bueno	Muy bueno

Bachiller -(b): Celina Evelin Vásquez Coronel.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Bueno	Muy bueno

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final
y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.]

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Resumen

Los tratamientos de aguas residuales que involucran a microorganismos de montaña han evidenciado ser eficaces para la remoción de contaminantes físicos y microbiológicos, así mismo, las macrófitas vienen siendo reportadas como una opción sostenible para hacer frente a problemas de contaminación hídrica. Por ello, se buscó determinar la eficiencia de remoción de parámetros físicos y microbiológicos utilizando Jacinto de Agua o Microorganismos de Montaña en efluentes del camal de Zapatero. De tal manera se estableció un diseño experimental tipo factorial 2 x 3 con dos factores, el factor físico y microbiológico y el factor tratamiento con 2 tipos diferentes y se evaluaron con 3 repeticiones. La acción de remoción de Jacinto de Agua sobre los efluentes del camal de Zapatero, logro tener una eficiencia de 91% sobre Coliformes totales, 100% Escherichia coli, 98.5% en Klebsiella, 98.7% sobre la turbidez, así como un 80% sobre el color y 78% sobre conductividad. En cuanto a la acción de remoción de los MM sobre los efluentes del camal de Zapatero, lograron tener una eficiencia sobre los parámetros Coliformes totales de 98.6%, Escherichia coli en 100%, Klebsiella 98.9%, turbidez en un 92%, color 21.1% y conductividad 83.8%. De acuerdo a los resultados obtenidos por los tratamientos de Jacinto de agua y MM, se concluye que ambos tratamientos lograron obtener valores permisibles de los parámetros Escherichia coli, Klebsiella, Turbidez, color y conductividad eléctrica. En tanto solo el parámetro de Coliformes totales para ambos tratamientos no está dentro de los niveles permisibles del D.S. 004-2017 – MINAM.

Palabras clave: Aguas residuales; eficiencia; macrófita; tratamiento

Abstract

Wastewater treatments that involve mountain microorganisms have proven to be effective for the removal of physical and microbiological pollutants, likewise, macrophytes have been reported as a sustainable option to face water pollution problems. Therefore, it was sought to determine the removal efficiency of physical and microbiological parameters using Water Hyacinth or Mountain Microorganisms in effluents from Zapatero slaughterhouse. In this way, a 2 x 3 factorial type experimental design was established with two factors, the physical and microbiological factor and the treatment factor with 2 different types and they were evaluated with 3 repetitions. The action of removing Jacinto de Agua on the Zapatero slaughterhouse effluents, achieved an efficiency of 91% on total Coliforms, 100% Escherichia coli, 98.5% on Klebsiella, 98.7% on turbidity, as well as 80% on the color and 78% on conductivity. Regarding the removal action of the MM on the Zapatero slaughterhouse effluents, they managed to have an efficiency on the parameters Total Coliforms of 98.6%, Escherichia coli in 100%, Klebsiella 98.9%, turbidity in a 92%, color 21.1% and conductivity 83.8%. According to the results obtained by the water hyacinth and MM treatments, it is concluded that both treatments managed to obtain permissible values of the parameters Escherichia coli, Klebsiella, Turbidity, color and electrical conductivity. While only the parameter of Total Coliforms for both treatments is not within the permissible levels of the S.D. 004-2017 - MINAM.

Keywords: Sewage water; efficiency; macrophyte; treatment

Introducción

Entre la variedad de actividades industriales, la industria alimentaria, específicamente las plantas de beneficio animal o también llamados mataderos municipales, se distinguen por tener un alto potencial de contaminantes, debido a descargas líquidas cuyas consecuencias sobre las redes de saneamiento y desagüe son más notorias en poblaciones medianas y pequeñas, causando situaciones graves de contaminación (Ramírez, 2016).

Estos efluentes contienen contaminantes orgánicos e inorgánicos; los contaminantes orgánicos están asociadas con material orgánico biodegradable que promueve el cultivo y crecimiento de microorganismos patógenos (*Campylobacter jejuni*, *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli*) y son el resultado de la ejecución de tareas específicas de producción como lavado de estiércol acumulado, limpieza en las fases de matanza y desangrado, despresado y extracción de vísceras, etc. Entre tanto el componente inorgánico está constituido por compuestos derivados de productos usados en la limpieza y desinfección de pisos, equipos, maquinaria industrial; se presenta como material inerte en suspensión y sustancias en disolución (fosfatos, nitratos, etc.). Más de 200 camales no autorizados por el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria) han sido reportados en Perú, sin embargo en la actualidad todavía están en funcionamiento, lo que ha reabierto el debate sobre la situación de los camales o mataderos de ganado en el Perú, debido a las deficiencias en su infraestructura y condiciones para realizar un sacrificio correcto que genere un alimento de mejor calidad (Gonzales & Apanu, 2016).

Durante el mes de enero de 2016, se distribuyeron en todo el país un total de 54 mil unidades de ganado vacuno, con un valor total de 0,74 mil toneladas de carcasa, lo que representa una disminución de 3,3 % respecto al mismo mes del año anterior. Entre las regiones con mayor producción de carcasa tenemos: La Libertad 27,5 %, Moquegua 20,5 %, Lambayeque 17,1 %, Junín 13,1%, Tacna 12,8 % y Piura 10,9 %. Por otro lado las regiones que disminuyeron su producción de carcasa fueron: San Martín 56,2 %, Ucayali 39,3%, Amazonas 25,6% y Puno 21,6% (Pacco & Mamani, 2018).

A nivel regional, durante los periodos 2016-2017 el beneficio de ganado vacuno en camales fue de 23 219 unidades, es decir 3 656 toneladas, lo cual es equivalente a 157,5 Kg/Unidad (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017).

Gran parte del agua que se emplea en camales termina como corriente de agua residual, ya que no existe aporte de agua al producto final. Por consiguiente, el agua residual producida en un matadero será la resultante de restar al consumo total la que se ha perdido por evaporación u otros servicios y subproductos generados. Los residuos líquidos que se producen en un matadero son efluentes que contienen, sangre, grasas, cerdas, pelos; tienen una alta concentración de materia orgánica, tanto disuelta como en suspensión, que esta principalmente formado por proteínas y sus productos de descomposición, como ácidos orgánicos volátiles, aminas y otros compuestos orgánicos nitrogenados. Las aguas residuales de matadero también tienen una alta concentración de grasas, que puede tener un impacto significativo en su tratamiento biológico (Becerra et al., 2015). El vertido de aguas residuales sin tratamiento o con inadecuado tratamiento tendrá consecuencias que se clasifican en tres grupos, según tengan: efectos adversos para la salud humana debido a la disminución de la calidad del agua; efectos ambientales negativos debido al deterioro de los cuerpos de agua y del medio ambiente; posibles efectos en las actividades económicas (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, 2017). En el matadero municipal del Distrito de Zapatero las aguas residuales generadas durante el proceso no son tratadas adecuadamente, lo que resulta en la proliferación de vectores y malos olores afectando a las comunidades aledañas.

En la actualidad se emplean diversas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, una de ellas es el uso de macrófitas. El Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*) es una de las especies más investigadas, debido a sus características depuradoras y su facilidad de propagación, es muy conocida por su adaptación en regiones tropicales y subtropicales. Esta planta obtiene del agua residual todos los nutrientes que requiere para el desarrollo de su metabolismo (Porrás, 2017). Asimismo, se emplean microorganismos de montaña, los cuales ayudan a controlar los malos olores y las moscas, en lagunas de oxidación (Tencio, 2015).

Materiales y Métodos

El método de investigación para el presente proyecto se dividió en cinco etapas, las cuales se detallan a continuación.

a. Etapa 1: Gabinete

- ✓ Se procedió en primer lugar a la recopilación de información bibliográfica (libros, revistas, artículos, etc.).
- ✓ Con la información recabada se sistematizó la investigación, tomando en cuenta investigaciones similares, manuales, métodos y procedimientos previos requeridos en el desarrollo de la investigación.
- ✓ Se coordinó con las instituciones involucradas para el desarrollo del proyecto como el alcalde de la municipalidad del distrito de Zapatero y el encargado del camal municipal.

b. Etapa 2: Preliminar

Preparación de la macrófita (Jacinto de agua)

Las macrófitas fueron obtenidas del Distrito de Morales - Provincia de San Martín, Región San Martín. Para una siembra exitosa de la macrófita propuesta, se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

- ✓ Posean una buena pigmentación.
- ✓ No presenten ninguna anomalía en cualquiera de sus partes, sean especies jóvenes y posean un sistema radicular abundante

Activación de microorganismos de montaña

Los microorganismos de montaña fueron adquiridos a través de un proveedor comercial de la región.

- ✓ En un recipiente se vierte 1L de MM (Microorganismos de montaña) más 20 L de agua destilada y un 1 L de melaza.
- ✓ Se deja activar por un periodo de 5 días, a temperatura ambiente.

c. Etapa 3: Campo

Toma de muestras: Agua residual

- ✓ Se procedió a tomar las muestras de aguas residuales de la caja de buzón del camal de Zapatero.
- ✓ Se recolectaron 6 muestras de agua residual, cada muestra con un volumen de 30 litros de agua, las cuales se depositaron en 6 recipientes estériles, tomando en cuenta las barreras de protección (guantes estériles, cofia, buco nasal, mandil y botas) para evitar contaminarse o contaminar la muestra (Aranda & Pinchi, 2020).
- ✓ El procedimiento para la recolección de muestra de agua se realizó teniendo en consideración el protocolo nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA.

d. Etapa 4: Laboratorio

- ✓ Las muestras tomadas fueron llevadas a un laboratorio particular para ser analizadas y procesadas.
- ✓ Se consideró el análisis de los parámetros físicos y microbiológicos de las muestras en dos etapas: la primera antes del tratamiento y la segunda después del tratamiento con Macrófitas y Microorganismos de montaña.

Tratamiento N° 01: Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*)

1. Se utilizó 3 recipientes de vidrio (50cm x 30cm x 30cm) para 30 litros de agua del camal de Zapatero.
2. Se colocó 100 gramos de Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) por cada litro de agua presente en las peceras (Aranda & Pinchi, 2020).
3. Se dejó reposar las Macrófitas de Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) sobre las aguas de los recipientes de vidrio por un lapso de tiempo de 20 días, a temperatura ambiente, en las instalaciones de un laboratorio particular
4. Cabe mencionar que pasado los 20 días se procedió a medir nuevamente los parámetros físicos (Color, Turbidez, Conductividad, pH) y analizar los parámetros microbiológicos (Coliformes totales, *Escherichia coli*, *Klebsiella*) presentes en los efluentes provenientes del camal de Zapatero.

Tratamiento N° 02: MM (Microorganismos de montaña)

1. Se utilizó 3 recipientes de vidrio (50cm x 30cm x 30cm) para 30 litros de agua del camal de Zapatero.
2. Se colocó 300 ml de MM (Microorganismos de montaña) por cada 20 litros de agua presente en los recipientes de vidrios (Díaz & Collantes, 2019). En este caso se empleará 400 ml de Microorganismos de montaña por cada 30 litros de agua.
3. Se dejó reposar los MM (Microorganismos de montaña) sobre las aguas de la pecera por un lapso de tiempo de 20 días, a temperatura ambiente, en las instalaciones de un laboratorio particular.
4. Cabe mencionar que pasado los 20 días se procedió a medir nuevamente los parámetros físicos (color, turbidez, conductividad, pH) y analizar los parámetros microbiológicos (Coliformes totales, *Escherichia coli*, *Klebsiella*) presentes en los efluentes provenientes del camal de Zapatero.

e. Etapa 5: Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Basado en trabajos anteriores se procedió a realizar análisis descriptivos de los parámetros evaluados. Estos análisis incluyen tablas y gráficos de barras. El software que se utilizó para el procesamiento de datos fue Microsoft Excel.

Los resultados obtenidos se compararon con la normativa D.S. 004-2017-MINAM.

Resultados

Parámetros de calidad del efluente del camal de zapatero antes del tratamiento

En la tabla N° 01 se muestra el valor de los parámetros de calidad de los efluentes del camal de Zapatero antes de realizar el tratamiento con los microorganismos de montaña y macrófitas. Se comparó con el D.S. 004-2017-MINAM, en donde se identificó que el valor de *Escherichia coli*, Coliformes totales, color, pH y turbidez, no cumplen estos estándares, por esta razón se realizó el estudio experimental para reducir la carga contaminante del agua proveniente del camal de Zapatero, mediante MM y Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*).

Efecto del tratamiento del agua residual

a) Coliformes totales

En la figura N° 1, se observan dos grupos, cada uno formado por un tratamiento; es decir el Jacinto de agua presenta una menor capacidad de remoción de Coliformes totales (24,333.33 NMP/100 mL), siendo los MM, la que presenta la mayor disminución de coliformes totales con 3900 NMP/100 mL, presentes en los efluentes del camal de Zapatero. Ambos tratamientos presentan menor concentración de Coliformes totales que el control (agua antes del tratamiento).

b) Escherichia coli

En la figura N° 2, se observan dos grupos muy homogéneos, cada uno formado por un tratamiento; es decir el Jacinto de agua y los MM lograron remover totalmente la presencia de *Escherichia coli* de los efluentes del camal de Zapatero. Ambos tratamientos presentan menor concentración de *Escherichia coli* que el control (agua antes del tratamiento).

c) Klebsiella sp

En la figura N° 3, se observan dos grupos casi homogéneos, cada uno formado por un tratamiento distinto; es decir el Jacinto de agua logro remover las Klebsiellas hasta 29.67 UFC/mL, en tanto que los MM lograron remover con rangos ligeramente mayores hasta 20.33 UFC/mL en los efluentes del camal de Zapatero. Ambos tratamientos presentan menor concentración de *Klebsiella* que el control (agua antes del tratamiento).

d) Turbidez

En la figura N° 4, se observan dos grupos casi homogéneos, cada uno formado por un tratamiento distinto; es decir el Jacinto de agua logro remover el nivel de turbidez hasta 7.69 NTU, mostrando una actividad de remoción mayor, en tanto que el tratamiento con MM logró remover hasta niveles de 47.47 NTU, en los efluentes del camal de Zapatero. Ambos tratamientos presentan menor concentración de Turbidez que el control (agua antes del tratamiento).

e) Color

En la figura N° 5, se observan dos grupos, cada uno formado por un tratamiento distinto; es decir el Jacinto de agua logro remover con mayor capacidad el nivel de color hasta 30 UCV Pt/Co, en tanto que el tratamiento con MM logró remover hasta niveles de 118.33 UCV Pt/Co, en los efluentes del camal de Zapatero. Ambos tratamientos presentan menor concentración de color que el control (agua antes del tratamiento).

f) Conductividad

En la figura N° 5, se observan dos grupos, cada uno formado por un tratamiento distinto; es decir los MM lograron remover con mayor capacidad el nivel de conductividad hasta 105 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en tanto que el tratamiento con Jacinto de agua logró remover hasta niveles de 136.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en los efluentes del camal de Zapatero. Ambos tratamientos presentan menor conductividad que el control (agua antes del tratamiento).

Eficiencia de remoción de contaminantes

En la figura N° 7 se muestra el valor de la eficiencia de remoción de contaminantes por tratamiento. Para el parámetro Coliformes totales, *Klebsiella* y Conductividad, el tratamiento con MM presentó mayor porcentaje de remoción que el Jacinto de agua. Para los parámetros de turbidez y color el tratamiento con Jacinto de agua fue el más eficiente en comparación con el tratamiento con MM. Para el parámetro de *Escherichia coli*, ambos tratamientos tuvieron un porcentaje de remoción del 100%.

Discusión

De acuerdo a los análisis realizados, en cuanto a las características físicas y microbiológicas de los efluentes provenientes del camal de Zapatero, solo los parámetros de pH, conductividad y salmonella, están dentro de los valores sugeridos en el D.S. 004-2017 - MINAM, en tanto que los parámetros de Coliformes totales, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, turbidez y color no se encuentran dentro de los valores permitidos.

Para el parámetro de las Coliformes totales, se obtuvo que el Jacinto de agua presenta una menor capacidad de remoción de Coliformes totales (24,333.33 NMP/100 mL), en tanto que los MM, es la que presenta la mayor disminución de coliformes totales con 3900 NMP/100 mL. Estos valores obtenidos son muy semejantes a los presentados por Díaz & Collantes (2019), en las cuales los MM, removieron en mayor proporción las Coliformes totales, en comparación con los microorganismos eficientes, frente al tratamiento para aguas residuales de vertidos en el río Chocllino.

En cuanto al parámetro de la *Escherichia coli* los dos tratamientos tanto el Jacinto de agua y los MM lograron remover totalmente la presencia de esta bacteria en los efluentes del camal de Zapatero. Dato semejante a lo obtenido por Aranda & Pinchi (2020), al conseguir disminuir totalmente el crecimiento microbiano.

En el parámetro microbiológico de *Klebsiella*, el Jacinto de agua logro remover hasta 29.67 UFC/mL, en tanto que los MM lograron remover con rangos ligeramente mayores hasta 20.33 UFC/mL en los efluentes del camal de Zapatero. Esta podría deberse a la alta capacidad invasiva y de resistencia que presenta el género *Klebsiella*, dada por la presencia de una capsula muy resistente que puede tolerar variaciones drásticas de su medio ambiente lo cual le permite adaptarse fácilmente, Ainsworth (2004)

La acción del tratamiento con Jacinto de agua logro remover en mayor intensidad el nivel de turbidez hasta 7.69 NTU, en tanto que el tratamiento con MM logró remover hasta niveles de 47.47 NTU, en los efluentes del camal de Zapatero. La eficiencia de remoción de turbidez del Jacinto de agua sobre aguas residuales casi siempre es mayor, como se demuestra en la investigación de Aranda & Pinchi (2020), donde se obtuvo un 20.8 % de remoción en comparación al tratamiento con el Repollo de

agua con un 12.8% para aguas residuales en la Laguna Rucuricocha. Esto puede deberse a la capacidad de adsorción y a la presencia de microorganismos asociados a las raíces de la macrófita provocando la remoción de la materia orgánica y coloide

La actividad de remoción del tratamiento con Jacinto de agua logro reducir con mayor capacidad el nivel de color hasta 30 UCV Pt/Co, en tanto que el tratamiento con MM logró remover solo hasta niveles de 118.33 UCV Pt/Co, en los efluentes del camal de Zapatero. Con estos valores obtenidos el parámetro de color está dentro de los niveles requeridos por el D.S. 004-2017 – MINAM.

De los dos tratamientos empleados, el MM logro remover con mayor capacidad el nivel de conductividad hasta 105 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en tanto que el tratamiento con Jacinto de agua logró remover solo hasta niveles de 136.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en los efluentes del camal de Zapatero. La eficiencia de remoción de la conductividad, por parte de los MM, suele ser mayor debido a su capacidad competitiva en el medio ambiente provocando la disminución rápida de materia orgánica y elementos en suspensión del medio, como se demuestra en el trabajo de investigación de Inche & Reategui (2020), la cual obtuvo un porcentaje de remoción de 73.80% sobre los efluentes de la pollería la Canga en Tarapoto.

Conclusiones

Los resultados obtenidos del análisis del efluente del Camal de Zapatero, logro demostrar que solo los parámetros de pH, conductividad y salmonella, estuvieron dentro de los valores permitidos por el D.S. 004-2017 - MINAM, en tanto que los parámetros como Coliformes totales, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, turbidez y color estuvieron fuera de los valores permitidos.

La acción de remoción de Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*) sobre los efluentes del camal de Zapatero, logro tener una eficiencia de 91% sobre Coliformes totales, 100% sobre *Escherichia coli*, 98.5% en *Klebsiella*, un 98.7% sobre la turbidez, así como un 80% sobre el color y un 78% sobre conductividad. De su eficiencia de remoción de este tratamiento los parámetros de *Escherichia coli*, *Klebsiella*, Turbidez, color y Conductividad se encuentran dentro los niveles exigidos en el D.S. 004-2017 – MINAM.

En cuanto a la acción de remoción de los Microorganismos de Montaña sobre los efluentes del camal de Zapatero, lograron tener una eficiencia sobre los parámetros Coliformes totales de 98.6%, *Escherichia coli* en 100%, *Klebsiella*, 98.9% sobre la turbidez en un 92%, color un 21.1% y sobre conductividad 83.8%. De su eficiencia de remoción de este tratamiento los parámetros de *Escherichia coli*, *Klebsiella*, Turbidez, color y Conductividad se encuentran dentro los niveles exigidos en el D.S. 004-2017 – MINAM.

De los tratamientos empleados para la remoción de parámetros físicos y microbiológicos de los efluentes del camal de Zapatero, se concluyó que el tratamiento con Microorganismo de montaña presenta mayor eficiencia de remoción que el tratamiento con Jacinto de agua, sobre los parámetros de Coliformes totales, *Klebsiella* y Conductividad. En tanto que el tratamiento con Jacinto de agua presento mayor eficiencia de remoción en los parámetros de turbidez y color.

De acuerdo a los resultados obtenidos por los tratamientos de Jacinto de agua y MM, se concluye que ambos tratamientos lograron obtener valores permisibles de los parámetros *Escherichia coli*, *Klebsiella*, Turbidez, Color y Conductividad eléctrica. En tanto solo el parámetro de Coliformes totales para ambos tratamientos no está dentro de los niveles permisibles del D.S. 004-2017 – MINAM.

Referencias

- Ainsworth R (2004). *Safe piped water: Managing microbial water quality in piped distribution systems*. IWA Publishing, Londres (Reino Unido), para la Organización Mundial de la Salud, Ginebra - Suiza.
- Aranda, G. S., & Pinchi, X. (2020). *Eficiencia de las macrófitas Jacinto de agua (Eichhornia crassipes) y repollo de agua (Pistia stratiotes) en la remoción de nutrientes en las aguas contaminadas de la laguna Ricuricocha por los efluentes de la ganadería del Águila*. – Morales- San Martín, . 77. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/533>
- Becerra, L. K., Horna, M. V., & Barrionuevo, K. I. (2015). *Influencia de microorganismos nativos en el tratamiento de efluentes residuales de camales*. 8(1), 15–18. <http://cmhnaaa.org.pe/ojs/index.php/rcmhnaaa/article/view/231>
- Carrión, C., Ponce de León, C., Cram, S., Sommer, I., Hernández, M., & Vanegas, C. (2012). *Aprovechamiento potencial del lirio acuático (Eichhornia crassipes) en xochimilco para fitorremediación de metales*. Agrociencia, 46(6), 609–620. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n6/v46n6a7.pdf>
- Díaz, T. C., & Collantes, L. (2019). *Determinación de la efectividad del uso de microorganismos de montaña para el tratamiento de las aguas residuales in vitro en el caserío de Chontamuyo - San Martín* 2018. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1944/Tito_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gonzales, F. A., & Apanu, J. N. (2016). *"Situación Sanitaria, Técnica Y Administrativa De Los Camales Del Departamento De Lambayeque, Periodo 2016."* [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Medicina Veterinaria]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3424/BC-TES-TMP-2247.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1273/BC-TES-TMP-106.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lagos, C. A. (2005). *Utilización del jacinto acuático Eichhornia crassipes (Mart) Solms 1883) como sistema de tratamiento para la eliminación de materia orgánica y color en efluente de celulosa kraft* [Universidad Católica de la Santísima Concepción, Facultad de Ciencias]. <http://www.eula.cl/giba/wp-content/uploads/2017/09/tesis-cesar-lagos-2005.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). *Anuario Estadístico "Producción Pecuaria y Avícola 2017."* Ministerio de Agricultura y Riego - El Perú Primero., 154. http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-produccion-pecuaria-2017-261118_0.pdf
- Pacco, A. del R., & Mamani, F. M. (2018). *Diseño técnico de una planta piloto para la elaboración de embutidos en la escuela profesional de ingeniería de industrias alimentarias - UNSA* [Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8536/IApayaar%26mavifm2.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Porras, C. N. (2017). *Estudio del buchón de agua (Eichornia crassipes) para el tratamiento de aguas residuales*. 1–49. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17528/1098682038.pdf;jsessionid=C339BFE052C7B582188E615F683045AE.jvm1?sequence=1>
- Ramírez, J. (2016). *Propuesta de un sistema de tratamiento de los efluentes líquidos residuales generados en el Matadero Distrital de Pátapo para reducir el impacto ambiental* [Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1148>

- Sotil, L. E., & Flores, H. I. (2016). *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán - Loreto, 2016* (Issue 94) [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ingeniería Química]. <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/UNAP/4156>
- Tuesta, N. V. (2016). *Evaluación de las especies lemna minor L. (lenteja de agua) y eichhornia crassipes M. (Jacinto de agua) en remoción de materia orgánica*. [Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ecología]. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/201>
- United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. (2017). *Aguas residuales el recurso desaprovechado. In Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017* (Vol. 3). http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
- Vargas, K. L. (2015). "Evaluación de *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* en la remoción de parámetros de las aguas residuales domésticas de la quebrada Azungue de la ciudad de Moyobamba, 2015" (Vol. 3, Issue 2). <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>

Tabla 1. Valores de los parámetros de calidad de los efluentes del camal de zapatero

Table 1. Values of the quality parameters of the effluents of the cobbler slaughterhouse

Parámetros	Antes del tratamiento	Normativa D.S. 004-2017
Coliformes totales (nmp/100ml)	280000	1000
Escherichia coli (nmp/100ml)	170000	Ausencia
Klebsiella (ufc/ml)	2000	ND
Salmonella (ufc/ml)	0	0
Turbidez (ntu)	594 NTU	100
Color	150	Sin cambio normal
pH	6.38	6.0-9.0
Conductividad	647.9	5000

Fuente: Elaboración propia

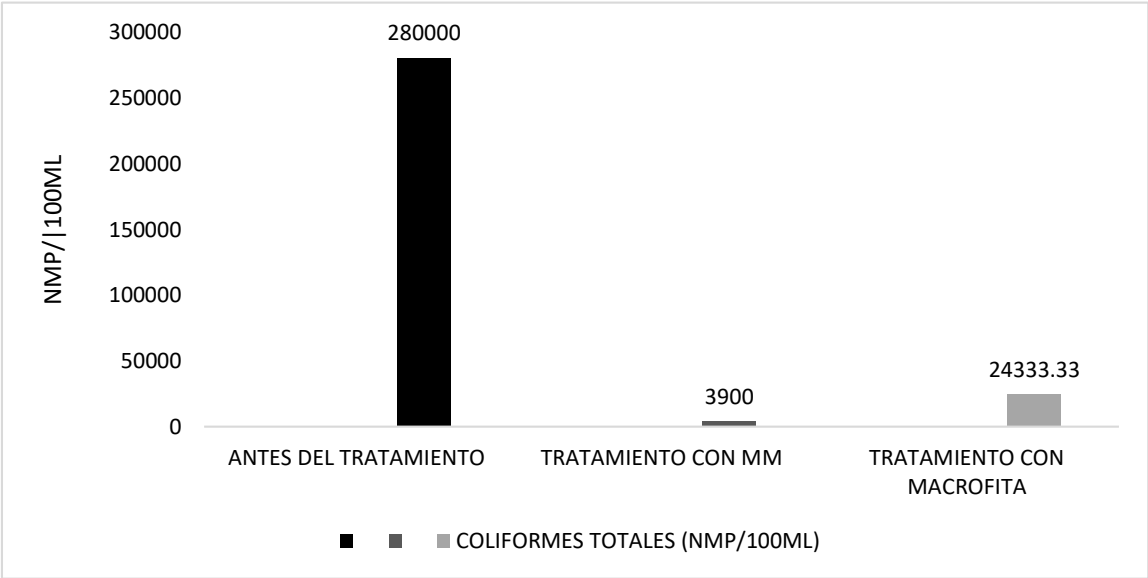


Figura 1. Prueba de comparación de los tratamientos para Coliformes totales (NMP/100 mL)

Figure 1. Comparison test of treatments for total coliforms (MPN / 100 mL)

Fuente: Elaboración propia

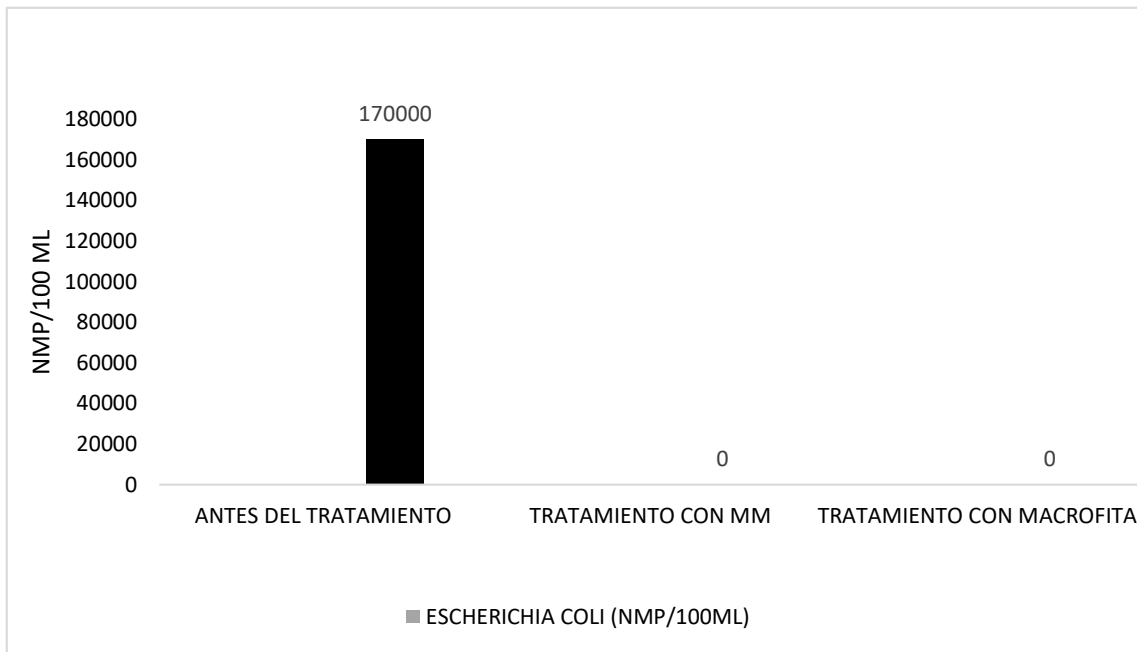


Figura 2. Prueba de comparación de los tratamientos para Escherichia coli (NMP/100 mL)

Figure 2. Treatment comparison test for Escherichia coli (MPN / 100 mL)

Fuente: Elaboración propia

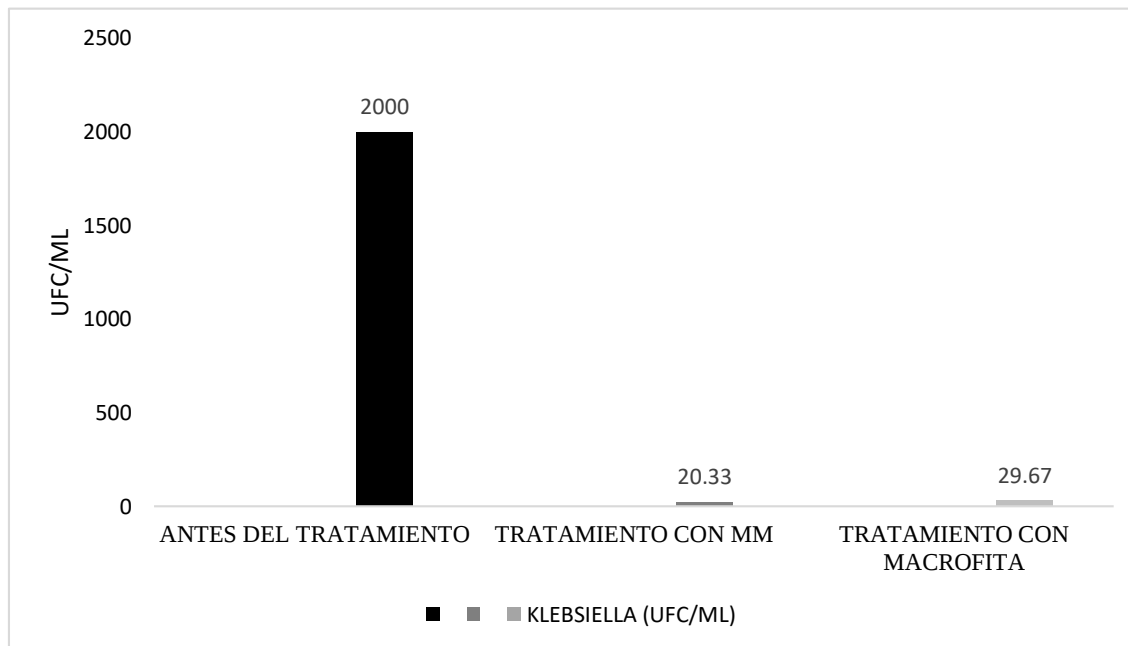


Figura 3. Prueba de comparación de los tratamientos para Klebsiella (UFC/ mL)

Figure 3. Klebsiella Treatment Comparison Test (CFU / mL)

Fuente: Elaboración propia

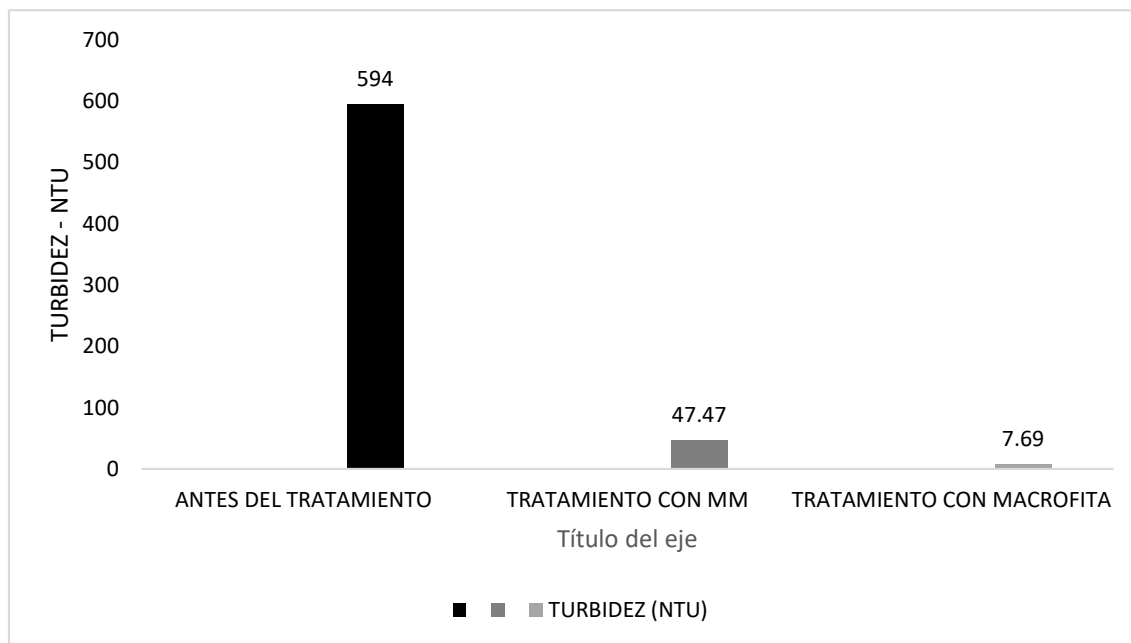


Figura 4. Prueba de comparación de los tratamientos para la Turbidez (NTU)

Figure 4. Turbidity Treatment Comparison Test (NTU)

Fuente: Elaboración propia

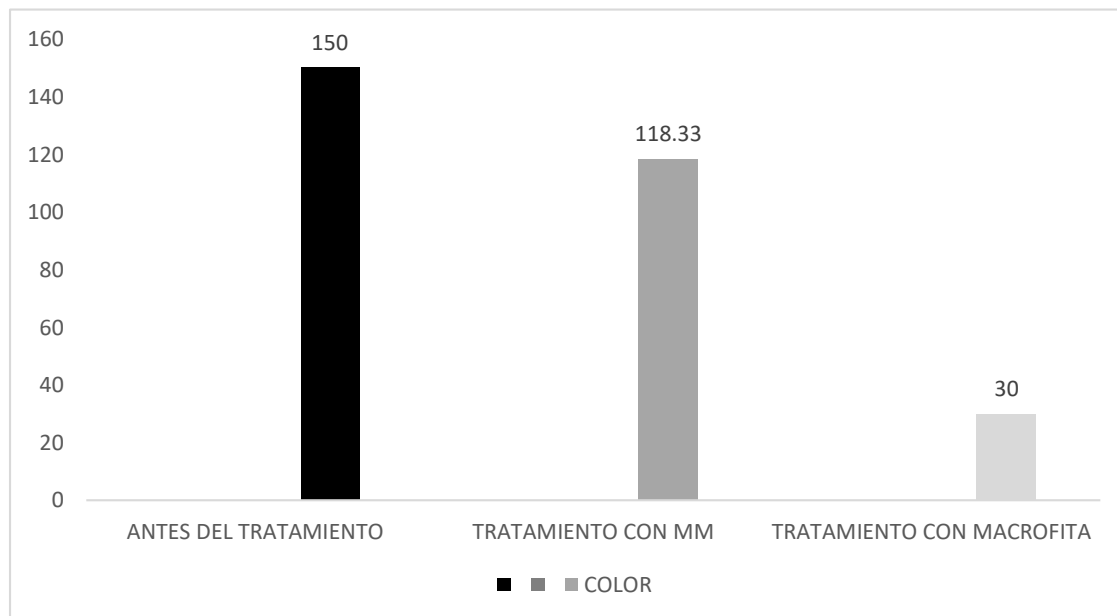


Figura 5. Prueba de comparación de los tratamientos para el Color (UCV Pt/Co))

Figure 5. Color Treatment Comparison Test (UCV Pt / Co))

Fuente: Elaboración propia

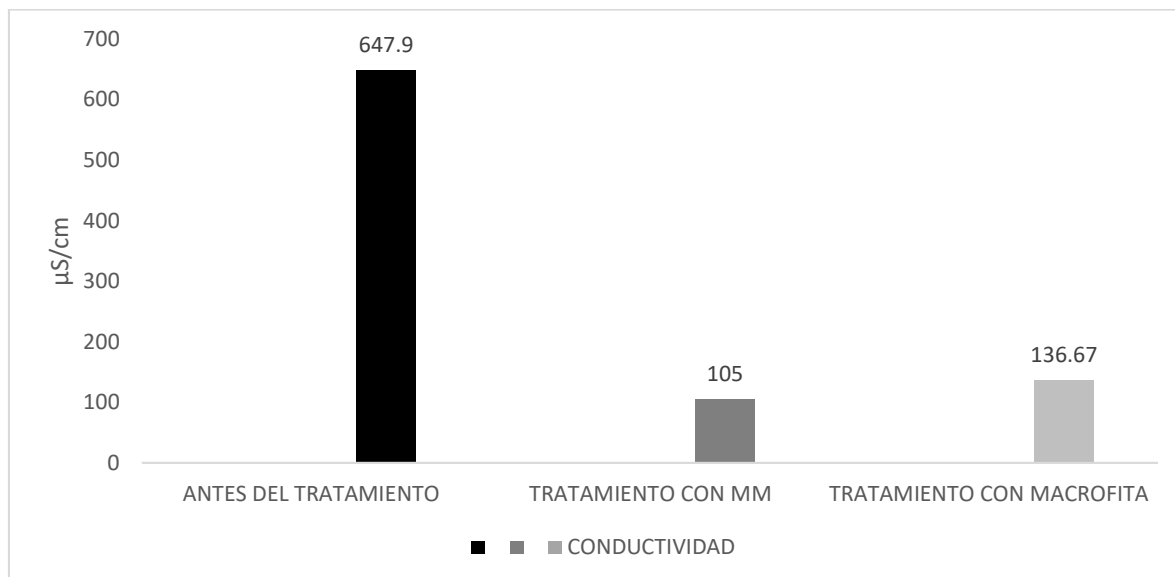


Figura 6. Prueba de comparación de los tratamientos para la Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)

Figure 6. Comparison test of treatments for Conductivity ($\mu\text{S} / \text{cm}$)

Fuente: Elaboración propia

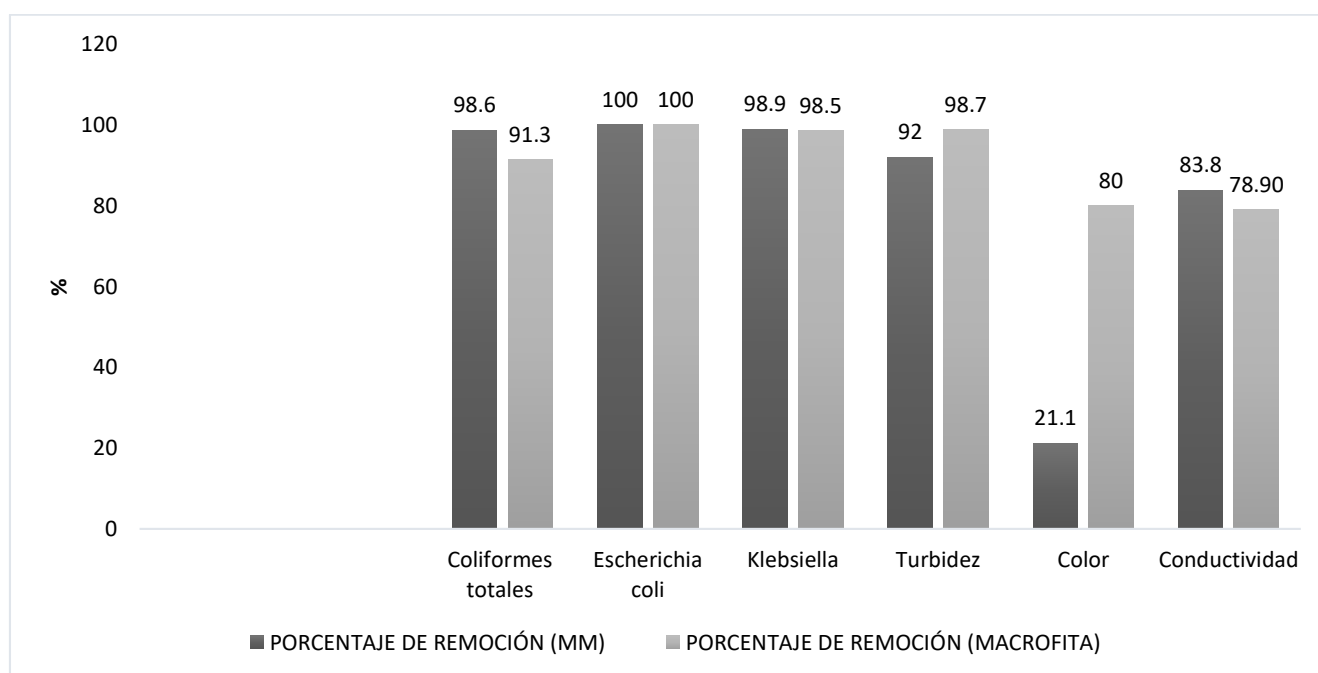


Figura 7. Prueba de comparaciones de los tratamientos para los factores físicos y microbiológicos

Figure 7. Test of treatment comparisons for physical and microbiological factors

Fuente: Elaboración propia