

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



“Eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos utilizando Jacinto de Agua y EM de los efluentes del Ahuashiyacu”

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

María Esther Reyes Quiroz

Zoila Romina Vásquez Pérez

Asesor:

Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado

Tarapoto, marzo del 2023

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Yo, Dr. Víctor Hugo Muñoz Delgado, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“EFICIENCIA DE REMOCION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS UTILIZANDO JACINTO DE AGUA Y EM DE LOS EFLUENTES DEL AHUASHIYACU”** del (los) autor (autores) María Esther Reyes Quiroz y Zoila Romina Vásquez Pérez tiene un índice de similitud de 11 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

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

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 24 días del mes de marzo del año 2023



Dr. Víctor Hugo Muñoz Delgado

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a. 24 día(s) del mes de marzo del año 2023.. siendo las. 08:30. horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, el (la) secretario(a): Ing. Ericka Nayda Perales Dominguez y los demás miembros: Mtro. Jhon Patrick Rios Bartra

..... y el (la) asesor(a) Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado
 con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos utilizando Jacinto de Agua y EM de los efluentes del Ahuashiyacu.

del(los) bachiller/es: a) María Esther Reyes Quiroz
 b) Zoila Romina Vásquez Pérez
 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): María Esther Reyes Quiroz

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

Bachiller -(b): Zoila Romina Vásquez Pérez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

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. La presente investigación corresponde a un diseño experimental de dos tratamientos y tres repeticiones que están representadas por el factor fisicoquímico y microbiológico. La población para esta investigación estuvo constituida por los efluentes del sector acuícola, la cual cuenta con 6 piscigranjas que desembocan en el río Ahuashiyacu. Se obtuvo 6 muestras las cuales estuvieron conformadas por 20 Litros de agua residuales provenientes de los efluentes. Se dejó reposar el Jacinto de agua y los microorganismos eficientes dentro de los recipientes de vidrio conteniendo el agua residual por un lapso de 25 días, en las instalaciones de un laboratorio a temperatura ambiente, posterior a los 25 días se realizó una nueva medición de los parámetros físicos (pH), químicos (sólidos Suspendidos totales) y microbiológicos (Coliformes termotolerantes) presentes en el agua residual. Los resultados obtenidos del análisis de la muestra de agua antes del tratamiento presentan valores de 3.5×10^4 NMP/100 ML para Coliformes termotolerantes, 289.84 mg/L para Sólidos Suspendidos totales, 7.74 para pH. De los valores obtenidos del parámetro de Coliformes termotolerantes se encuentran fuera de los Límites máximos permisibles por la R.M 178-2014 MINAM. Los resultados obtenidos en la utilización de ambos tratamientos tanto el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) como los Microorganismos eficientes, tenemos como eficiencia de remoción final los siguientes valores; T1 99.95 % - T2 99.96 % para Coliformes Termotolerantes; T1 82 % - T2 80.7 % para SST y T1 6.61 – T2 7 para pH. En conclusión, ambos tratamientos logran remover parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los efluentes del sector acuícola, cuyos valores se encuentran dentro de los niveles permitidos por el D.S. 010-2018 – MINAM y R.M 178 – 2014- MINAM.

Palabras clave: Piscigranjas, Macrófita, Microorganismos eficientes, Remoción.

Abstract. The present investigation corresponds to an experimental design of two treatments and three repetitions that are represented by the physicochemical and microbiological factor. The population for this research consisted of effluents from the aquaculture sector, which has 6 fish farms that flow into the Ahuashiyacu River. 6 samples were obtained which were made up of 20 liters of residual water from the effluents. The water hyacinth and the efficient microorganisms were allowed to rest inside the glass containers containing the residual water for a period of 25 days, in the facilities of a laboratory at room temperature, after 25 days a new measurement of the physical (pH), chemical (total suspended solids) and microbiological (thermotolerant coliforms) parameters present in the wastewater. The results obtained from the analysis of the water sample before treatment show values of 3.5×10^4 NMP/100 ML for thermotolerant coliforms, 289.84 mg/L for total suspended solids, and 7.74 for pH. From the values obtained from the parameter of thermotolerant coliforms are the maximum permissible limits by R.M 178-2014 MINAM. The results obtained in the use of both treatments, both the Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and the efficient Microorganisms, we have the following values as final removal efficiency; T1 99.95% - T2 99.96% for Thermotolerant Coliforms; T1 82% - T2 80.7% for TSS and T1 6.61 - T2 7 for pH. In conclusion, both treatments managed to remove physicochemical and microbiological parameters from the effluents of the aquaculture sector, whose values are within the levels allowed by the D.S. 010-2018 – MINAM and R.M 178 – 2014- MINAM.

Keywords: Fish farms, Macrophyte, Efficient microorganisms, Removal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación corresponde a un diseño experimental de dos tratamientos y tres repeticiones (Hernandez, 2014), para tratar las aguas residuales del sector acuícola. La población para esta investigación estuvo constituida por las aguas residuales provenientes del sector acuícola-Ahuashiyacu, la cual cuenta con 6 piscigranjas que desembocan en el río Ahuashiyacu. Las muestras estuvieron conformadas por 6 recipientes de 20 Litros del agua residual.

Tabla 1: Modelo experimental

Volumen de aguas residuales del sector acuícola	Tipos de Tratamientos	Concentración de los Tratamientos	Repeticiones
120 Lt	Eichhornia Crassipes	100g	EC-T1-01
			EC-T1-02
			EC-T1-03
	Microorganismos Eficientes	300mL	EM-T2-01
			EM-T2-02
			EM-T2-03
Total			3 repeticiones

El Jacinto de agua (*Eichhornia Crassipes*) fueron obtenidas del centro recreativo “El gran Paso” – Distrito de Morales – Provincia de San Martín – Región con coordenadas UTM: 18M Este: 341743 Norte: 928442. La siembra de la macrófita estudiada, se realizó considerando las siguientes características: Que presenten una adecuada pigmentación, no muestren anomalía en alguna de sus estructuras, contar con un sistema radicular abundante y se encuentren en una edad joven.

A fin de activar los Microorganismos Eficientes se utilizó un recipiente de 20 L de agua destilada o sin tratamiento, se vertió 1L de EM (*Microorganismos eficientes*) y un 1 L de melaza. Se dejó reposar a temperatura ambiente por 7 días para su activación (Interamericano, 2009), se procedió a recolectar 6 muestras del sector Ahuashiyacu cada una de ellas contenía 20 L de aguas residuales, las cuales fueron depositadas en 6 recipientes estériles, considerando las medidas de protección (cofia, buco nasal, guantes esteriles, mandil y botas) para prevenir contaminar la muestra, (Aranda & Pinchi, 2020).

El método para la toma de muestra se tuvo como base el protocolo de monitoreo para efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto según la Resolución Ministerial N° 00271-2020-PRODUCE. La muestra tomada (agua sin tratamiento), es decir muestra cero, fue llevado a un laboratorio particular, EMAPA y Laboratorio de suelos y aguas de la UNSM – T, para ser analizado y procesado.

Para el tratamiento N° 01: Macrófita (Jacinto de agua): se empleó 3 recipientes de forma rectangular (vidrio) con las medidas 50cm x 20cm x 30cm, para 20 litros de agua residuales del sector Ahuashiyacu. Se colocaron 100 gramos de la macrófita por cada 20 litros de agua residual presente en los recipientes de vidrio (Aranda & Pinchi, 2020), dejando reposar las Macrófitas sobre las aguas residuales de los recipientes de vidrio por un lapso de 25 días (Khare & Lal, 2017), en las instalaciones de un laboratorio a temperatura ambiente, posterior a los 25 días se procedió a realizar una nueva medición de los parámetros físicos (pH), químicos (sólidos Suspendidos totales) y analizó los parámetros microbiológicos (Coliformes termotolerantes) de los efluentes del sector Ahuashiyacu.

Tratamiento N° 02: Microorganismos Eficientes: Se empleó 3 recipientes de forma rectangular(vidrio) con las medidas 50cm x 20cm x 30cm para 20 litros de aguas residuales de las piscigranjas del sector Ahuashiyacu; Se vertió 300 mL de EM en cada 20 litros de agua residual presente en los recipientes (Díaz & Collantes, 2019), se dejó reposar los EM (*Microorganismos eficientes*) sobre el

recipiente por un lapso de 25 días (Khare & Lal, 2017), en las instalaciones del laboratorio a temperatura ambiente, posterior a los 25 días se procedió a medir nuevamente los parámetros físicos (pH), químicos (sólidos Suspendidos totales) y analizó los parámetros microbiológicos (Coliformes termotolerantes) presentes en los efluentes del sector Ahuashiyacu. Los resultados obtenidos se compararon con el Decreto Supremo N° 010- 2018- MINAM.

- ✓ El porcentaje de remoción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, se determinó utilizando la siguiente formula:

$$\% \text{ de remoción} = \left(\frac{C_i - C_f}{C_i} \right) * 100$$

Donde:

C_i: Concentración inicial

C_f: Concentración final

RESULTADOS

Valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentes en los efluentes del sector acuícola.

A continuación, se muestran los resultados de las concentraciones iniciales y finales de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, asimismo los resultados de remoción por cada tratamiento.

Tabla 2 pH inicial y final

Repeticiones	pH inicial	pH final
EC-T1-01	7.74	6.62
EC-T1-02		6.60
EC-T1-03		6.61
EM-T2-01		7.01
EM-T2-02		7.00
EM-T2-03		6.99

Tabla 3 Concentración inicial y final de Sólidos Suspendidos Totales

Repeticiones	Concentración inicial de sólidos suspendidos totales (mg/L)	Concentración final de sólidos suspendidos totales (mg/L)	Resultado de % de Remoción
EC-T1-01	289.84	52.23	81.98
EC-T1-02		53.10	81.68
EC-T1-03		51.20	82.34
EM-T2-01		55.60	80.82
EM-T2-02		56.80	80.40
EM-T2-03		55.90	80.71

Tabla 4 Concentración inicial y final de Coliformes Termotolerantes

Repeticiones	Concentración inicial de COLI -TERMO(NMP/100mL)	Concentración final de COLI -TERMO(NMP/100mL)	Resultado de % de Remoción
EC-T1-01	35000	15.00	99.96
EC-T1-02		17.00	99.95
EC-T1-03		16.00	99.95
EM-T2-01		14.00	99.96
EM-T2-02		16.00	99.95
EM-T2-03		14.00	99.96

Remoción de los tratamientos sobre los efluentes del sector acuícola - Ahuashiyacu

Coliformes Termotolerantes

En la Tabla 5 se muestra la comparación de los resultados obtenidos por el laboratorio con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los Efluentes de la Industria Pesquera de Consumo Humano Directo - Resolución Ministerial N° 178-2014-MINAM

Tabla 5 Comparación de los resultados con los Límites máximos permisibles

Concentración inicial de COLI -TERMO(NMP/100mL)	Concentración final de COLI -TERMO(NMP/100mL)	Promedio	Resolución Ministerial N° 178-2014-MINAM
35000	15.00	16.00	10000(NMP/100mL)
	17.00		
	16.00		
	14.00	14.67	
	16.00		
	14.00		

En la Tabla 6 se muestra que de los dos tratamientos aplicados como son tratamiento 1 (*Eichhornia crassipes*) y tratamiento 2 (Microorganismos Eficientes), se obtiene que el tratamiento 2 presenta un mayor nivel de promedio de remoción del 99.96 % en comparación con el tratamiento 1, que presenta 99.95 % de coliformes termotolerantes.

Tabla 6 Eficiencia porcentual de remoción de Coliformes termotolerantes

Repeticiones	Resultado de % de Remoción	\bar{x}	S
EC-T1-01	99.96	99.95	0.000
EC-T1-02	99.95		
EC-T1-03	99.95		
EM-T2-01	99.96	99.96	0.000
EM-T2-02	99.95		
EM-T2-03	99.96		

En la Tabla 7 se muestra la prueba T para muestras independientes para la eficiencia de remoción de coliformes termotolerantes. Se obtuvo un p-valor de 0.000, es decir que existe diferencia significativa entre los tratamientos, Por esta razón, se realizó el análisis de medias de la remoción es decir la mayor capacidad de eficiencia se presenta en el tratamiento 2 (Microorganismos eficientes) presenta un valor de remoción del 99.96 % y el tratamiento 1 (*Eichhornia crassipes*) tiene un valor de 99.95%.

Tabla 7 Prueba T para la eficiencia de remoción de Coliformes Termotolerantes

COLIFORMES TERMOTOLERANTES						
		Prueba de Levene de Calidad de Varianzas		Prueba T para la igualdad de medidas		
		F	Sig.	t	gl	p-valor
C.T.	Se asumen varianzas iguales	4.446	0.103	-25.64	4	0.000

Sólidos Suspendidos totales

En la Tabla 8 se muestra la comparación de los resultados obtenidos por el laboratorio con los Límites Máximos Permisibles para Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto- Decreto Supremo N° 010- 2018- MINAM.

Tabla 8 Comparación de los resultados con los límites máximos permisibles.

Concentración inicial de sólidos suspendidos totales (mg/L)	Concentración final de sólidos suspendidos totales (mg/L)	Promedio	Decreto Supremo N° 010-2018-MINAM
289.84	52.23	52.18	700mg/L
	53.10		
	51.20		
	55.60		
	56.80	56.10	
	55.90		

En la Tabla 9 se muestra que el parámetro de los dos tratamientos aplicados, se tiene que el tratamiento con microorganismos eficientes presenta un promedio de remoción del 80.6 % de sólidos suspendidos totales, mientras que el tratamiento con macrófitas, presenta un 82 % siendo este de mayor remoción.

Tabla 9 Eficiencia porcentual de remoción de Sólidos Suspendidos Totales

Repeticiones	% de Remoción	\bar{x}	S
EC-T1-01	81.98	82	0.000
EC-T1-02	81.68		
EC-T1-03	82.34		

EM-T2-01	80.82		
EM-T2-02	80.40	80.6	0.58
EM-T2-03	80.71		

En la Tabla 10 se muestra la prueba T para muestras independientes para la eficiencia de remoción de Sólidos suspendidos totales. Presentó un p-valor de 0.004, existiendo así diferencia significativa para ambos tratamientos, Por esta razón, se aplicó el análisis de medias es decir la mayor eficiencia de remoción se presenta en el tratamiento 1 (*Eichhornia crassipes*) con un valor del 82 % mientras que el tratamiento 2 (Microorganismos eficientes) presenta un valor del 80.6 %.

Tabla 10 Prueba T para la eficiencia de remoción de Sólidos suspendidos totales

PRUEBA T DE MUESTRAS INDEPENDIENTES						
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	T	gl	p-valor
SST	Se asumen varianzas iguales	0.307	0.609	5.972	4	0.004

pH

En la Tabla 11 se muestra la comparación de los resultados obtenidos por el laboratorio con los Límites Máximos Permisibles para Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto Decreto Supremo N° 010-2018-MINAM.

Tabla 11 Comparación de los resultados con los límites máximos permisibles

pH inicial	pH final	Promedio	Decreto Supremo N° 010-2018-MINAM
7.74	6.62	6.61	5 a 9
	6.60		
	6.61		
	7.01	7	
	7.00		
	6.99		

Porcentaje de Remoción por Tratamiento

Se tiene que los resultados obtenidos del porcentaje de remoción por cada tratamiento, para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, son muy variables, mostrando una mayor eficiencia de remoción de los Microorganismos Eficientes para el parámetro de coliformes termotolerantes con 99.96 %, mientras que el procedimiento con Macrofitas (*Eichhornia crassipes*) obtuvo mejor remoción para el parámetro de sólidos suspendidos totales con un porcentaje del 82%.

DISCUSIÓN

De acuerdo a los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos analizados de las aguas residuales del sector acuícola - Ahuashiyacu antes de su tratamiento; estos presentan valores variables en relación a los parámetros permitidos por la normativa. Presentan valores de 3.5×10^4 NMP/100 mL para Coliformes termotolerantes, 289.84 mg/L para Sólidos totales, 7.74 para pH. Estos valores difieren a los presentados por (GARCÍA, 2014), para los parámetros de pH valores de 7.97 y sólidos suspendidos totales 128.93 mg/L, para los efluentes de las piscigranjas del IIAP Huánuco.

Para el parámetro de Coliformes termotolerantes, se obtuvo con el tratamiento de EM un valor de 14.67 NMP/100mL, lo cual equivale a un 99.96 % de porcentaje de remoción, y con el tratamiento de macrofitas con 16 NMP/100mL, siendo un 99.95 % de eficiencia de remoción teniendo así una mayor capacidad con el tratamiento 2 (Microorganismo Eficientes). (Delgado , 2018) en su estudio explica que esto es a causa de la acción de los microorganismos, los cuales tienen propiedad ácido láctica sobre el agua, por otro lado el mutualismo de los organismos tuvo como resultado la reducción de coliformes. Se sabe también que (Venegas, 2020) en la utilización de la macrofita (*Eichhornia crassipes*) en el tratamiento de efluentes, obtuvo un 92.2% de porcentaje de eficiencia de remoción para las Coliformes Termotolerantes. En el trabajo de investigación de (Romero & Dabiel, 2017) los EM, logró remover a las coliformes fecales en un 99.99%. Para el parámetro de Escherichia coli, se obtuvo que con el tratamiento de EM y el tratamiento con macrófitas (*Eichhornia crassipes*) se obtuvo un crecimiento nulo para dicho parámetro, obteniéndose así un 100% en el porcentaje de remoción. Esto debido a la presencia de microorganismos simbióticos presentes en las raíces de la macrofitas, así como el consorcio de microorganismo presentes en los EM (Cupe & Portocarrero, 2013).

Para el parámetro de Sólidos Suspendidos totales se tiene que con el tratamiento de macrofitas (*Eichhornia crassipes*) se obtuvo 52.18 mg/L, el cual implica un porcentaje de remoción de 82%, valor superior a lo presentado por el tratamiento a base de EM que obtiene 52.23 mg/L, con un porcentaje de remoción de 81.98% obteniendo la mayor eficiencia con el tratamiento de macrofitas (*Eichhornia crassipes*). (Quispe, Arias , & Martínez , 2017) En su estudio manifiesta que el Jacinto de Agua posee un sistema radicular con alto contenido de microorganismos encargados de la remoción de compuestos orgánicos y de disminuir los niveles de sólidos suspendidos. Esto es respaldado por (Tuesta, 2016) quien menciona que en su proceso de análisis de las aguas residuales provenientes de las piscigranjas de Acuícola Alto Mayo, gracias a los beneficios del jacinto de agua obtuvo un nivel de remoción de 49 mg/L, logrando remover los sólidos suspendidos totales en un 50%. Es así también que (Venegas, 2020), en la utilización de la macrófita (*Eichhornia crassipes*) en el tratamiento de efluentes, obtuvo un 52.9% de porcentaje en la remoción del parámetro de Sólidos Suspendidos Totales. Se dice también que (Coronel, 2016), en su trabajo de investigación para tratar los efluentes de la Universidad Nacional de Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, previamente tratada por filtro de grava para atrapar residuos sólidos existentes, se utilizó las plantas acuáticas flotantes para determinar la eficiencia de remoción de estas aguas residuales, lo cual analizó la densidad de los parámetros físicosquímicos y microbiológicos, obteniendo como resultados que el jacinto de agua es más eficiente removiendo las aguas residuales de la Universidad con un porcentaje promedio de remoción de 88,24%, por otro lado la planta (*Lemma minor*) obtuvo un porcentaje de 81,24% en remoción.

Para el parámetro de pH se tiene que con el tratamiento de las macrófitas (*Eichhornia crassipes*) se obtuvo un valor de 6.61, para el tratamiento a base de microorganismos eficientes se obtuvo un valor de 7. Estos valores contrastan mucho por los presentados por (Tuesta, 2016), en el proceso de análisis de las descargas provenientes de las piscigranjas de Acuícola Alto Mayo, mediante la utilización de jacinto de agua obtuvo un nivel de remoción de 6.93, lo cual implica que no logro remover el nivel de pH, al contrario se logró aumentar en un porcentaje de 3.68%. (Quispe, Arias , & Martínez , 2017) manifiesta que la macrófita se encarga de la estabilización del pH y ayuda a producir valores cercanos a la neutralida

d del agua, validando así lo encontrado en la presente investigación. Por su parte (Saavedra, 2021), explica que el incremento pH en las lagunas facultativas es debido a la presencia de microalgas, estas requieren una cantidad de CO₂ durante el proceso de fotosíntesis, mayor a la que proporcionan las bacterias que descomponen la materia orgánica, en consecuencia los iones carbonato y bicarbonato presentes en el agua reaccionan para proveerles más CO₂, lo cual genera que los iones hidroxilo se disocien, por ello, se incrementa el pH. En este sentido la disminución de pH en nuestro estudio al sistema de macrófitas se podría explicar que este comportamiento impide el desarrollo de las microalgas.

CONCLUSIONES

Como conclusión de los resultados obtenidos del análisis de la muestra de agua antes del tratamiento presentan valores de 3.5×10^4 NMP/100 mL para Coliformes termotolerantes, 289.84 mg/L para Sólidos Suspendidos totales y 7.74 para pH. El parámetro microbiológico de Coliformes termotolerantes, dichos resultados sobrepasan los valores permitidos por la Normativa del D.S N° 010- 2018- MINAM. En cuanto a la capacidad de remoción del Jacinto de agua frente a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se obtuvo que este tratamiento logró remover el parámetro de Coliformes termotolerantes en un 99.95%; Sólidos Suspendidos totales 82%; y un valor de pH de 6.61 Dichos valores están dentro de los niveles permitidos por el D.S. N° 010-2018-MINAM. En el tratamiento de los Microorganismos Eficientes frente a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se obtiene que este tratamiento logró remover el parámetro de Coliformes termotolerantes en un 99.96%; Sólidos suspendidos totales 80.6; y pH en 7.

Dichos valores están dentro de los niveles permitidos por el D.S. N° 010-2018-MINAM. El proceso realizado para disminuir los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales acuícolas, se obtuvo como resultado que con los Microorganismos Eficientes logra un mayor porcentaje de remoción para el parámetro de Coliformes termotolerantes. En cuanto a la utilización del tratamiento a base macrófita (*Eichhornia crassipes*) se presentó mayor porcentaje de remoción en los parámetros de sólidos suspendidos totales con un valor de 82%. Por lo que se puede concluir que ambos tratamientos logran remover los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los efluentes acuícolas del sector Ahuashiyacu. Para (Antonio *et al.*, 2014), la presencia de microorganismos simbióticos presentes en la raíz de las macrófitas favorece la remoción de la materia orgánica y de bacterias patógenas. En la utilización de ambos tratamientos tanto el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) como los Microorganismos eficientes, logran remover los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los efluentes de las piscigranjas de Ahuashiyacu.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por la vida y la salud, a nuestros progenitores por el apoyo incondicional en el trayecto de alcanzar este logro que también es parte de ellos, a la Universidad Peruana Unión, facultad de Ingeniería y Arquitectura, por brindarnos las herramientas necesarias para alcanzar esta meta. A nuestro asesor el Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado, por habernos guiado en el transcurso de la elaboración del proyecto, a todas aquellas personas, amigos, profesionales e instituciones que con su ayuda hicieron posible la culminación del presente trabajo. Y finalmente, un agradecimiento especial al Ing. Carmelino Almester Villegas y al Ing. Piero Lozano García por los consejos brindados durante el proceso de la ejecución de esta investigación.

REFERENCIAS

- Amacifén Collantes, H., & Guevara Chuquimango, R. (2017). "Incidencia de la crianza de 'Tilapia' *Oreochromis niloticus* en la calidad del Agua y su impacto ambiental, en el Distrito de Moyobamba - 2015." Retrieved from https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/000/716/716219.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=aa5vj7sqx6H8Hq4u%2F20221210%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20221210T215002Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=600&X-Amz-Signature=20f6e2fb3b811b3cf0d06d64010956cf93d73cc2ff5322a34988aa5ac20dfc74
- Antonio, A., Villanueva, C., Ernesto, H., López, F., Ernesto, H., & López, F. (2014). Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante plantas macrófitas típicas en Los Altos de Jalisco, México Aldo Antonio Castañeda Villanueva, (378). Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499051554003>
- Aranda Saboya, S., & Pinchi Greenwich, 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, . Retrieved from https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3120/Gloria_Tesis_Licenciatura_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Berger, C., Baltazar, P., & Fernández, R. (2017). *Libro de resúmenes I congreso internacional de acuicultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de https://www.cientifica.edu.pe/sites/default/files/2020-10/1_Libro%20Cinader%202018_Interiores.pdf
- Cupe, E., & Portocarrero, C. (2013). Evaluación de la eficiencia de plantas acuáticas flotantes Lemna Minor (lenteja de agua), *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua) y *Pistia Stratoides* (lechuga de agua): para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Obtenido de <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/12028>
- Coronel. (2016). Eficiencia de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y lenteja de agua (Lemna minor) en el tratamiento de las aguas residuales de la universidad nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, 96. Retrieved from file:///C:/Users/zoila/Downloads/EFICIENCIA DEL JACINTO DE AGUA.pdf
- Delgado, J. (2018). Influencia de los microorganismos eficaces (Em agua) en los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del afluente del bioreactor en la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Concepción-2018. Recuperado el 31 de Enero de 2023, de <https://core.ac.uk/download/pdf/266975378.pdf>
- Díaz Burgos, T. C., & Collantes Chules, 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. Retrieved from [file:///C:/Users/zoila/Downloads/Tito_Tesis_Licenciatura_2019tesis chules.pdf](file:///C:/Users/zoila/Downloads/Tito_Tesis_Licenciatura_2019tesis%20chules.pdf)
- GARCÍA NAMUCHE, J. J. (2014). CARACTERIZACIÓN DE LOS EFLUENTES EN LOS ESTANQUES DE PISCICULTURA DEL IIAP - HUANUCO. Retrieved from [https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/ppp- GARCIA](https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/ppp-GARCIA)

NAMUCHE.pdf

- GORESAM, G. R. de S. M. (2017). Plan de Accion Regional Ambiental. Retrieved from <https://www.regionsanmartin.gob.pe/OriArc.pdf?id=78162#:~:text=El PAAR San Martín es,uso sostenible de dichos recursos>
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodologia de la Investigacion* (6ta ed.). Retrieved from <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Interamericano, B. de D. (2009). Manual Práctico de Uso de EM, 5–35. Retrieved from https://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf
- Khare, A., & Lal, E. P. (2017). Waste Water Purification Potential of Eichhornia crassipes (Water Hyacinth), 6(12), 3723–3731. Retrieved from <https://www.ijcmas.com/6-12-2017/Ani Khare and Eugenia P. Lal.pdf>
- Priya, E. S., & Selvan, P. S. (2017). Water hyacinth (Eichhornia crassipes) – An efficient and economic adsorbent for textile effluent treatment – A review. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S3548–S3558. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.03.002>
- Quispe, L., Arias , J., & Martinez , C. (2017). Eficiencia de la especie macrófita Eichhornia crassipes (Jacinto de agua) para la remoción de parámetros fisicoquímicos, metal pesado (Pb) y la evaluación de su crecimiento en función al tiempo y adopción al medio en una laguna experimental. 09-10. doi:<http://dx.doi.org/10.17162/rictd.v3i1.650>
- Rojas, J. E. D. (2019). Influencia de los microorganismos eficaces (Em agua) en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del afluente del bioreactor en la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Concepción-2018, 1–182. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/266975378.pdf>
- Romero López , J., & Dabiel Vargas , M. (2017). Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300008
- Saavedra Castillo, B. (2021). APLICACIÓN DE MACROFITAS EN FLOTACIÓN COMO AYUDA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA LAGUNA UDEP. Retrieved from https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2724/ING_573.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tuesta Flores, N. V. (2016). Universidad nacional de san martín-tarapoto. Retrieved from <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/201>
- Venegas Gomez, E. V. (2020). Eficiencia del Jacinto de Agua (Eichhornia Crassipes) en la Fitodepuración de Aguas Residuales Domésticas (ARD) y Aguas Residuales no Domésticas (ARnD). Retrieved from <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/35009>

ANEXOS



“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

RESOLUCIÓN N° 092/A-2021/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 17 de marzo de 2021

VISTO:

El expediente de **María Esther Reyes Quiroz y Zoila Romina Vasquez Perez**, identificadas con Código Universitario N° 201321131 y 201420658, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **María Esther Reyes Quiroz y Zoila Romina Vasquez Perez**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado “Determinar la eficiencia de remoción de parámetros físicos, químicos y microbiológicos utilizando Jacinto de Agua, Microorganismos eficientes y Microorganismos de Montaña en los efluentes de las piscigranjas del sector Ahuashiyacu.” y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 16 de marzo de 2021, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado “**Determinar la eficiencia de remoción de parámetros físicos, químicos y microbiológicos utilizando Jacinto de Agua, Microorganismos eficientes y Microorganismos de Montaña en los efluentes de las piscigranjas del sector Ahuashiyacu.**” y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar al **Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mtra. Kátherin Jina Luz Pinedo Gómez** y **Mtro. Carmelino Almaster Villegas**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dra. María Vallejos Atalaya de Cornejo
DECANA



Mg. Sergio Omar Valladares Castillo
SECRETARIO ACADÉMICO

cc:
-Interesado
Asesor
Dirección General de Investigación
Archivo



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

RESOLUCIÓN N° 0070-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 28 de febrero de 2023

VISTO:

El expediente de **María Esther Reyes Quiroz**, identificado(a) con código universitario N° **2013211 31** y **Zoila Romina Vásquez Pérez** identificado(a) con código universitario N° **201420658** de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del proyecto de tesis;

Que **María Esther Reyes Quiroz** y **Zoila Romina Vásquez Pérez**, han solicitado la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado "Determinar la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos utilizando Jacinto de Agua y Microorganismos eficientes y microorganismos de montaña de los efluentes del Ahuashiyacu";

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 28 de febrero de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado: "Determinar la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos utilizando Jacinto de Agua y Microorganismos eficientes y microorganismos de montaña de los efluentes del Ahuashiyacu", por el de: "Eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos utilizando Jacinto de Agua y EM de los efluentes del Ahuashiyacu", en el registro respectivo y disponer que con la orientación de su asesor el(la) **Dr. Víctor Hugo Muñoz Delgado**, sea desarrollado y ejecutado el proyecto de tesis por **María Esther Reyes Quiroz** y **Zoila Romina Vásquez Pérez**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución, a partir de la inscripción inicial.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Dr. Santiago Ramírez López
SECRETARIO ACADÉMICO

- CC:
- Interesado
 - Asesor
 - DGI
 - Archivo