



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Lemna Minor y Eichhornia crassipes como fitorremediadores
para tratamiento de aguas residuales de la Laguna Centro
Poblado Loma Negra - Piura 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Siluppu Macalupu, Aaron David (orcid.org/0000-0002-2741-2924)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (orcid.org/0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va Dedicado considerando y valorando mucho El apoyo y esfuerzo de mis padres, Gerardo Silupu Castillo y Emelia Macalupu Ramos; En especial en memoria de mi primo Hermano Irvin Joel Aguirre Macalupu Quienes formaron parte de este Proyecto de vida.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios ante todo por su fiel respaldo;
Y darme la oportunidad de ser parte de este
Proyecto de investigación del Cual podré
Obtener el grado de ingeniero Ambiental,
A la vez, dar gracias al esfuerzo y dedicación
De mis padres Gerardo Silupu Castillo y
Emelia Macalupu Ramos que permitieron
Educarme con miras de hacer de mí un
Gran profesional. También extender mi
Agradecimiento a mi asesor MSc. Wilber
Samuel Quijano Pacheco quien con gran
Profesionalismo me brindó las técnicas
Adecuadas para obtener resultados
Sobre Mi proyecto de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II MARCO TEÓRICO	4
III METODOLOGÍA.....	6
3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	6
3.2 Variables y Operacionalización	7
3.3 Población, muestreo, muestra.....	10
3.3.1 Población:.....	10
3.3.2 Muestra:	10
3.3.3 Muestreo:.....	10
3.3.4 Unidad de Análisis	10
3.3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	10
3.4 Procedimientos.....	11
3.4.1 Ubicación	11
3.4.2 Recopilación de las muestras de agua.....	12
3.4.3 Tratamientos.....	14
3.4.4 Distribución de las unidades experimentales	14
3.4.5 Construcción de los humedales.....	16
3.4.6 Recopilación de plantas.	17
3.4.7 Toma de muestra para el análisis del agua antes y después del tratamiento:	19
3.5 Método de análisis de datos:	21
3.6 Aspectos éticos	21

IV RESULTADOS:.....	22
4.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	22
4.1.1 CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL AGUA ANTES DEL TRATAMIENTO.....	22
4.1.2 T. CARACTERISTICAS DEL EICHORNIA CRASSIPES Y LEMNA MINOR	23
4.1.3 CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL AGUA	24
DESPUES DE LOS TRATAMIENTOS.....	24
4.2 ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS PARAMETROS ESTUDIADOS	25
Aceites y grasas	25
CONCENTRACIÓN DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (mg /L) DBO.....	27
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	29
CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP)	33
Ph.....	35
Turbidez	37
V. Discusión de resultados	39
VI CONCLUSIONES	41
VII RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variable:	7
Tabla 2 Resultados de laboratorio Características físicas, químicas y biológicas del agua antes del tratamiento.	22
Tabla 3 Características del Eichornia crassipes y lemna minor	23
<i>Tabla 4. Resultados de laboratorio características físico químicas y biológicas del agua después del tratamiento</i>	24
Tabla 5 Análisis de variancia para aceites y grasas.....	25
Tabla 6 Tukey Aceites y grasas.....	25
Tabla 7. Análisis de varianza DBO	27
Tabla 8 Tukey DBO	27
Tabla 9 Análisis de varianza DQO	29
Tabla 10 Tukey DQO.....	29
Tabla 11.-Análisis de varianza de temperatura	31
Tabla 12 tukey temperatura	31
Tabla 13 Análisis de varianza coliformes termotolerantes	33
Tabla 14 Tukey coliformes.....	33
Tabla 15 Análisis de varianza pH	35
Tabla 16 Tukey pH	35
Tabla 17 Análisis de varianza turbidez	37
Tabla 18 Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de PTAR.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución de unidades experimentales	21
Figura 2 construcción de humedales	23
Figura 3 Aceites y grasas	33
Figura 4 DBO	35
Figura 5 DQO	36
Figura 6 Temperatura	37
Figura 7 coliformes termotolerantes	39
Figura 8 pH	41
Figura 9 Turbidez	42

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el tratamiento fitorremediador del lemna minor y Eichhornia crassipes en el tratamiento de aguas residuales de la laguna Loma Negra Piura 2022. Tipo Aplicada, enfoque cuantitativo y Diseño Experimental puro. Se planteó el diseño completamente al azar con 3 tratamientos (8 eichhornia crassipes, 8 lemna minor, 4 eichhornia crassipes + 4 lemna minor), 3 repeticiones siendo 60 litros de agua residual como unidad experimental. Los resultados obtenidos del tratamiento con la planta Eichhornia crassipes y lemna minor luego de 20 días de tratamiento fueron: T1: DQO=187.20, DBO=63.797, coliformes termotolerantes=29 NMP/100ml, fue exitoso, siendo este tratamiento muy efectivo para reducir el nivel de DBO, DQO y coliformes, el resultado del T2 con lemna minor fue eficaz en la reducción en los parámetros aceites y grasas, coliformes termotolerantes siendo estos los resultados: Aceites y grasas=3.40mg/L, Coliformes termotolerantes=15 NMP/100ml. El tratamiento con ambas especies fitorremediadoras (eichhornia crassipes y lemna minor) es más eficiente comparados con los T1 y T2 obteniendo los siguientes resultados DQO=90.70mg/L, Aceites y grasas=2.5mg/L, DBO=20.80mg/L, Ph=6.60, Temperatura=23°C, Turbidez=189.83, Coliformes termotolerantes=<1.8 NMP/100ml, en los cuales los parámetros DBQ, DBO, Ph, coliformes termotolerantes, aceites y grasas, turbidez disminuyeron considerablemente.

Palabras clave: fitorremediación, lemna minor, eichhornia crassipes

ABSTRACT

The objective was to evaluate the phytoremediation treatment of Lemna minor and Eichhornia crassipes in the treatment of wastewater from the Loma Negra Piura lagoon 2022. Type Applied, quantitative approach and pure Experimental Design. The design was completely randomized with 3 treatments (8 eichhornia crassipes, 8 lemna minor, 4 eichhornia crassipes + 4 lemna minor), 3 repetitions with 60 liters of residual water as the experimental unit. The results obtained from the treatment with the Eichhornia crassipes plant and lemna minor after 20 days of treatment were: T1: COD=187.20, BOD=63.797, thermotolerant coliforms=29 NMP/100ml, it was successful, this treatment being very effective in reducing the level of BOD, COD and coliforms, the result of T2 with lemna minor was effective in reducing the parameters oils and fats, thermotolerant coliforms, these being the results: Oils and fats=3.40mg/L, Thermotolerant coliforms=15 NMP/100ml .The treatment with both phytoremediation species (eichhornia crassipes and lemna minor) is more efficient compared to T1 and T2 obtaining the following results COD=90.70mg/L, Oils and fats=2.5mg/L, BOD=20.80mg/L, Ph=6.60, Temperature=23°C, Turbidity=189.83, Thermotolerant coliforms=<1.8 NMP/100ml, in which the parameters DBQ, BOD, Ph, thermotolerant coliforms, oils and fats, and turbidity decreased with hardness.

Keywords: Fitorremediacion, lemna minor, eichornia crassipes

I. INTRODUCCIÓN

Según ONU, (2003) explica que el agua es aquel recurso natural más apreciable en el planeta y para los que lo habitamos, se puede decir que no es únicamente importante para el consumo humano, también es importante para ejecutar una variedad de procesos industriales y agrícolas. Así mismo (Poveda, 2014) nos informa que fitorremediación, es un tratamiento de aguas residuales utilizando plantas acuáticas, esto provoco un interés en su investigación, ya que mostro un gran potencial en la purificación. Se indica que los contaminantes en el medio son muy perjudiciales para nuestro medio ambiente, por lo cual, han ido avanzado una diversidad de mecanismos ambientales para disminuir los agentes infecciosos que son dañinos para nuestro ambiente. Se puede decir que los procesos comunes tienden a tener un costo elevado, así mismo, ahora existen instrumentos ambientales que son más amigables y tienen un accesible costo, obteniendo resultados positivos.

Camacho (2020), nos indica que el proceso biológico fitorremediación la realizan algunas especies de plantas para atraer, almacenar, metabolizar y estabilizar agentes nocivos en aire, suelo, agua, y sedimentos, por ejemplo: compuestos inorgánicos y orgánicos, con el fin de reducirlos. Se tiene en cuenta según Flores E (2012) utilizando la planta Lemna minor, localizamos microorganismos productores unidos a sus raíces que favorecen a radicar y alterar diversos contaminantes. Esta misma es propuesta para localizar una opción de procedimiento para el tratamiento de las mismas teniendo como objetivo reducir el grado de contaminación. Arce (2013) nos dice que las aguas residuales en todas partes del mundo y en el Perú llega hacer una de las complicaciones más significativas en la actualidad; para la solución de este problema se crearon métodos de tratamientos naturales como es la fitorremediación para purificar esas aguas servidas, la cual es una opción eficaz, sostenible y rentable ya que tiene un costo reducido de construcción y acción frente a los sistemas comunes.

La problemática ambiental que existe en las aguas de la laguna de centro poblado

Loma Negra – La Arena, es muy crítica. Por lo que no existe un adecuado servicio para el tratamiento considerado de sus humedales, por lo tanto, las consecuencias son contaminación ambiental.

Se indica, que el agua puede ser un medio de contaminación, ya que se propaga por medio de alimentos afectados ya que estos son regados con estas aguas servidas, Sumado a esto la existencia de insectos portadores de Dengue, chikungunya.

Lo que más perjudica es que la mayor parte de los habitantes que residen en los alrededores hacen uso de estas aguas de estos humedales para riego de sus siembras, los cuales son recolectados y distribuidos a mercados, donde la mayor parte de las personas compran productos dañinos, contaminados y dañinos para su salud. Según la investigación se formula el siguiente problema:

¿Cómo es la Eichhornia crassipes y Lemna Minor como fitorremediadores para tratamiento de aguas residuales en la Laguna del Centro Poblado Loma Negra - Piura 2022?, los problemas específicos ¿Cuáles son las Características biológicas, físicas y químicas del agua en las aguas residuales C.P Loma Negra –Piura 2022? ¿Cuáles son las características del lemna minor y Eichhornia crassipes como fitorremediadores para el tratamiento de aguas residuales? ¿Cuáles son las cantidades optimas de las plantas (lemna minor, Eichhornia crassipes) a utilizar como fitorremediadores en el tratamiento de las aguas residuales Loma negra – Piura 2022?

Justificación Teórica, en el trabajo de investigación se recopiló todos los trabajos y las teorías que sustentan al trabajo de investigación y estos serán de revistas indizadas donde servirá como antecedente para futuras investigaciones. Justificación Técnica permitió obtener un método que permita el tratamiento de aguas residuales con plantas. Justificación social Se dio ya que a través de este método las personas pueden reducir el nivel de contaminantes en un agua residual, así mismo teniendo la opción de reutilizarla para el riego de sus sembríos. Justificación ambiental Por este método logrado ayudara a remediar los contaminantes en las aguas residuales, Justificación económica a través de este proceso se obtiene un método más accesible económicamente para poder tratar las aguas residuales.

El objetivo general es evaluar el tratamiento fitorremediador del lemna minor y Eicchornia crassipes en el tratamiento de aguas residuales de la laguna de C.P Loma Negra – La Arena 2022. Como objetivos específicos se plantean, Identificar las Características biológicas, físicas y químicas del agua en las aguas residuales C.P Loma Negra –Piura 2022, Identificar las características del lemna minor y Eichhornia crassipes como fitorremediadores para el tratamiento de aguas residuales, Determinar las cantidades optimas de las plantas (lemna minor, Eichhornia crassipes) a utilizar como fitorremediadores en el tratamiento de las aguas residuales Loma negra Piura 2022.

Con respecto a la Hipótesis de la investigación se genera lo siguiente, La Lemna Minor y Eichhornia crassipes como fitorremediadores mejora el tratamiento de aguas residuales en la Laguna del Centro Poblado Loma Negra Piura 2022, Como hipótesis específicas se plantean, las Características biológicas, físicas y químicas en las aguas residuales influyen en el tratamiento C.P Loma Negra Piura 2022, las características del lemna minor y Eichhornia crassipes como fitorremediadores mejoran para el tratamiento de aguas residuales, las cantidades optimas de las plantas son 8 lemna minor y 8 Eichhornia crassipes a utilizar como fitorremediadores en el tratamiento de las aguas residuales Loma negra Piura 2022

II MARCO TEÓRICO

Ayay T (2019) Se empleó un diseño experimental. Se hace referencia de acuerdo a su tesis, En la cual quiere Tener como resultado utilizando una secuencia de análisis químicos y biológicos, los grados de contaminación de aguas servidas en la Granja Porcón Cajamarca. Utilizaron 2 plantas Pistia Stratiotes y Lemna minor para este tratamiento, ya que sus humedales excedían los LMP. Por lo cual se constituyó un tiempo de 30 días para su tratamiento de fitorremediación, en el que se realizaron exámenes de parámetros físicos y biológicos utilizando 3 muestras (M1, M2, M3). Sus resultados encontrados en los análisis, nos dice que la muestra 1 y 2 que contenía Pistia Stratiotes como Lemna minor excedían los LMP, no obstante, la muestra 3 en la que contenía Lemna minor se encontró en un rango menor de los LMP en los parámetros de, DQO, Suspendidos Totales, DBO, Aceites y Grasas, Sólidos, Coliformes Termotolerantes, por lo tanto, se concluyó que el efecto del Lemna minor tiene mayor eficiencia en recuperación de aguas servidas que Pistia Stratiotes.

Robalino C, (2020) plantea que la técnica de fitorremediación utilizando Eichhornia crassipes en la disminución de valores de parámetros químicos, físicos en PTARM en el recinto Caluma Bolívar. Metodología cuasi experimental, al principio del tratamiento las especies redujeron en fases naturales hasta lograr la cantidad apta y luego fueron trasladadas a la planta de tratamiento para sustraer las muestras adecuadas las cuales se trataron en 3 puntos, se presenciaron los escasos de la planta Jacinto de agua después de 10 días de haber sido ubicada en la planta de tratamiento. Luego se comprobó la fitorremediación utilizando Eichhornia crassipes, la cual tuvo eficiencia al inmovilizar DQO, DBO, en otros contaminantes, nitritos, Sólidos totales, Ph y conductividad eléctrica no manifiestan el resultado óptimo por causa de problemas externos en específico el clima.

Ayala T et al., (2018) Se realizó haciendo uso un diseño experimental, en el que se generó un proceso de fitorremediación a una magnitud piloto de laboratorio, en la que

se logró evidenciar la acción de las plantas en la reducción de contaminantes, *Nasturtium officinale*, *Nymphoides humboldtiana* y *Eichhornia crassipes*. En el que se utilizaron 4 tipos de procedimiento continuo: los cuales detallan que tienen 1 recipiente para cada prototipo, el que aparenta una laguna pequeña. En 3 sistemas de tratamiento se sembraron las especies *Nymphoides humboldtiana*, *Eichhornia crassipes* y *Nasturtium officinale*, en T4 no se introdujo ninguna la planta fitorremediadora ya que se le llamo medio de control. Los parámetros que se analizaron fueron: DBO, Temperatura, pH, Solidos totales, Turbidez, Coliformes fecales, DBQ5. Según lo obtenido, se logró comprobar que las aguas asistidas cumplen en su mayoría con los LMP, la planta que más eficiente fue en la eliminación y reducción de contaminantes fue *Eichhornia crassipes* para parámetros químicos como (DQO, DBO), la planta *Nymphoides humboldtiana* resulto tener una mayor efectividad en la depuración de parámetros microbiológicos, físicos.

Para Guerrero B.et al., (2019) en su investigación Cuantitativa y cualitativa utilizando un diseño experimental en el cual usan plantas para recuperar agua contaminada, este trabajo de investigación sostuvo como objetivo, comparar y evaluar la efectividad de remediación del *Lemna minor* y *Eichhornia crassipes*. En el trabajo el agua servida domestica fue tratada anticipadamente, el tiempo de tratamiento tuvo una duración de 30 días, con 3 tratamientos, los parámetros a analizar son: Conductividad Eléctrica (CE), Temperatura, Oxígeno Disuelto (OD), pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Los resultados a Sus parámetros iniciales fueron: CE=382.00 μ S/cm, pH=7.52, OD = 3.33 mg/L, Temperatura = 25.20 °C, DBO5 = 140.00 mg/L. Después de 30 días de tratamiento se identificó que *Eichhornia Crassipes* consiguió valores de CE=382.00 μ S/cm, pH=7.09, DBO5=23.83 mg/L, OD=5.80 mg/L, y T°=23.63°C, con relación a *Lemna Minor* que logró valores de, CE=446.00 μ S/cm, DBO5 = 31.52 mg/L, pH = 8.15, T°=23.73°C, OD=4.40 mg/L, Consiguiendo como efecto final que la *Eichhornia Crassipes* es más eficaz en el tratamiento de las aguas servidas.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación Aplicada ya que nuestro objetivo es solucionar problemas definitivos y prácticos de la sociedad o las empresas, buscamos resolver problemas o planteamientos determinados, basándonos en el estudio y afirmación del conocimiento para así poderlo aplicar en la vida real. Rus A, (2020).

El enfoque de la investigación es cuantitativa por lo que se recolectan y estudian datos cuantitativos sobre variables. Pita F et al., (2002).

Diseño de investigación es Experimental puro porque fue elaborada con una dirección científica, en el cual un conjunto de variables se conserva fijas, por otro lado, el otro grupo de variables se calculan como sujeto de experimentación.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable independiente Lemna Minor y Eichhornia crassipes como fitorremediadores,
Variable dependiente Aguas residuales en la laguna.

Tabla 1. Operacionalización de variable:

Lemna Minor, Eichhornia crassipes como fitorremediadores para tratamiento de aguas residuales en la Laguna En el Centro Poblado Loma Negra - Distrito La Arena – Piura 2022.					
Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
Lemna Minor , Jacinto de agua , fitorremediantes	La fitorremediación es aquel proceso biológico que ejecutan ciertas especies de plantas para absorber, estabilizar, almacenar, y metabolizar contaminantes existentes en agua, suelo, aire y sedimentos como: compuestos inorgánicos o orgánicos (Delgadillo G)	Se evaluará las características, químicas biológicas y físicas del agua antes de usar los humedales así Se evaluarán la características de la lemna minor y Eichhornia crassipes	características químicas, físico , biológicas del agua	aceites y grasas	mg/L
				temperatura	°c
				Ph	Unidad
				solidos totales en suspensión	ml/L
				DQO (demanda química de oxígeno)	ml/L
				coliformes termo tolerantes	NMP/100ml
				DBO (demanda biológica de oxígeno)	ml/L
			características del crecimiento del lemna minor y Eichhornia crassipes	Color	UNIDAD
			tamaño de hojas	Cm	
			raíz	cm	
			peso de planta	gr	
tallo	cm				

tratamiento de aguas residuales en la laguna de loma negra	Tratamientos naturales para la descontaminación de estas aguas servidas y que son una opción eficiente, sustentable y económica debido a su costo mínimo de construcción y operación frente a los métodos convencionales.	Se evaluará las características físico, biológicas, químicas del agua después de usar los humedales	crecimiento del lemna minor, Eichhornia crassipes	Tamaño de planta	
				numero hojas	cm
				raíz	cm
					gr
			Largo de Tallo	cm	
			características físico, químicas y biológicas del agua	aceites y grasas	mg/L
				temperatura	°c
				pH	Unidad
				solidos totales en suspensión	ml/L
				DQO (demanda química de oxígeno)	ml/L
coliformes termotolerantes	NMP/100ml				
DBO(demanda biológica de oxígeno)	ml/L				

3.3 Población, muestreo, muestra

3.3.1 Población:

En el proyecto de tesis se determinó como población toda el agua de la laguna del centro poblado loma negra Piura Que tiene un aproximado De 30 000 m³ o 30 000 000 Litros

3.3.2 Muestra:

La muestra del trabajo de investigación constara de 80 litros de aguas residuales de la laguna de Loma negra Piura

3.3.3 Muestreo:

El Muestreo de las aguas residuales fue al azar, se ha respetado el protocolo de muestreo de las aguas dadas por el ANA las que fueron colectadas para los 80 litros de agua que se requiere para dicho análisis

3.3.4 Unidad de Análisis

La unidad de análisis del siguiente trabajo es el agua residual de la laguna loma negra Piura.

3.3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada en el trabajo de investigación fue la observación en campo, en el cual se realizó inspecciones a la zona donde se realizó el trabajo de investigación.

- Los instrumentos de recaudación de datos son:

Ficha 1: Análisis de laboratorio del agua antes del tratamiento

Ficha 2: Características de crecimiento del Lemna Minor y Eichhornia crassipes en función a los tratamientos.

Ficha 3: Análisis de laboratorio del agua después del tratamiento fitorremediador.

3.4 Procedimientos

3.4.1 Ubicación

Loma Negra, Este centro poblado está localizado dentro del distrito de La Arena, provincia de Piura, en la región de Piura. Loma negra, es uno 21 Centros Poblados del distrito de la arena el cual está situado en el departamento de Piura, ciudad de Piura en el norte del Perú , situado Latitud Sur : 5 °19'33.7" S (-5.32603495000) - Longitud Oeste : 80°47'9.4" W (-80.78593566000) y una altitud de 33 m s. n. m. Esta laguna tiene una medida aproximada de 100 metros de largo, 50 de ancho y 6 metros de profundidad

LAGUNA DE AGUAS RESIDUALES LOMA NEGRA





3.4.2 Recopilación de las muestras de agua

Para realizar el muestreo de datos nos orientamos por lo determinado en el protocolo nombrado “muestreo de efluentes y cuerpos receptores en el marco de la permisión sanitaria de vertimiento” (MINAM, 2006).

Se procedió a la recolección de muestras: En la entrada de la laguna a tratar (afluente) la misma que serán utilizada en el tratamiento con las plantas fitorremediadoras, utilizando estos pasos:

- Se ubicó el recipiente contra el sentido del afluente. Aquellos recipientes utilizados para los exámenes químico-físicos corresponden a limpiar de manera correcta, las veces que hagan falta.
- Toma de muestra: El envase de muestreo se sumergió en dirección inversa a al sentido del agua, a unos 20 cm bajo la superficie y lo más lejos del borde, impidiendo puntos neutros.
- De igual manera se tomó muestras a la salida del efluente, con el fin de confirmar la validez del tratamiento.

Imagen1: entrada del agua a la laguna



Imagen 2: laguna



Imagen 3: Salida del agua de la laguna



3.4.3 Tratamientos

T1: Humedal con *Eichornia Crassipes* con 8 plantas.

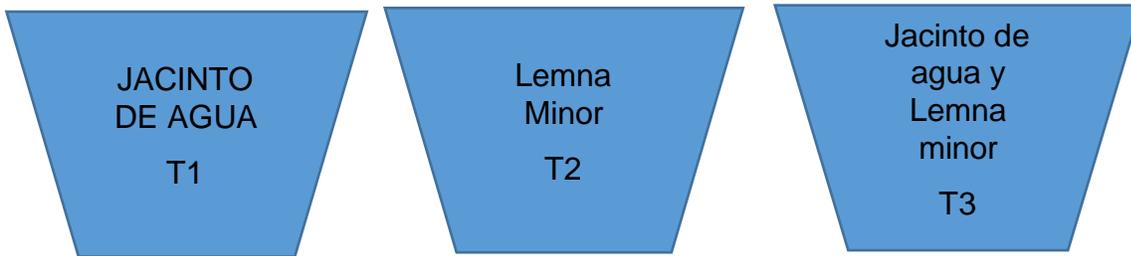
T2: Humedal con *Lemna Minor* utilizaran 8 plantas.

T3: Humedal con *Eichornia Crassipes* 4 plantas y 4 *Lemna Minor*

3.4.4 Distribución de las unidades experimentales

En el progreso de esta investigación se usó un sistema de tratamiento por bach el cual está compuesto por 3 humedales con cultivos de la especie *Eichornia Crassipes*, el segundo se cultivó la especie *Lemna Minor* y el tercero se cultivaron ambas especies *Eichornia Crassipes* y *Lemna Minor*. Estos están distribuidos como se muestra en la Figura 1.

Figura 1 Distribución de unidades experimentales



Manejo de los humedales

- Se introdujo las especies fitorremediadoras en los 3 tratamientos □ Se introdujo La especie Fito remediadora Lemna Minor 8 plantas en humedal T1.
- Se introdujo La especie fitorremediadora *Eichornia Crassipes* 8 plantas otro humedal T2.
- Se introdujo Ambas especies fitorremediadoras Lemna Minor 4 plantas y *Eichornia Crassipes* 4 plantas en humedal T3.
- Se realizaron análisis de las muestras en laboratorio para verificar la eficiencia de las especies fitoremediadoras en el afluente antes y después del tratamiento.

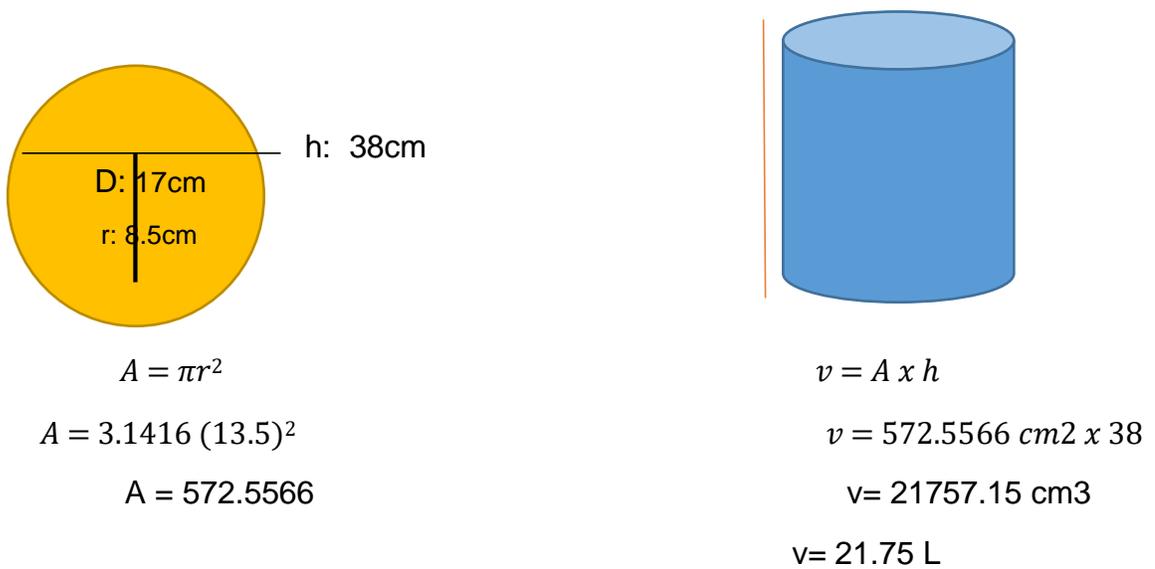
Se llevó un registro de las características del crecimiento del Lemna Minor y *Eichornia crassipes* en función a los tratamientos.

3.4.5 Construcción de los humedales

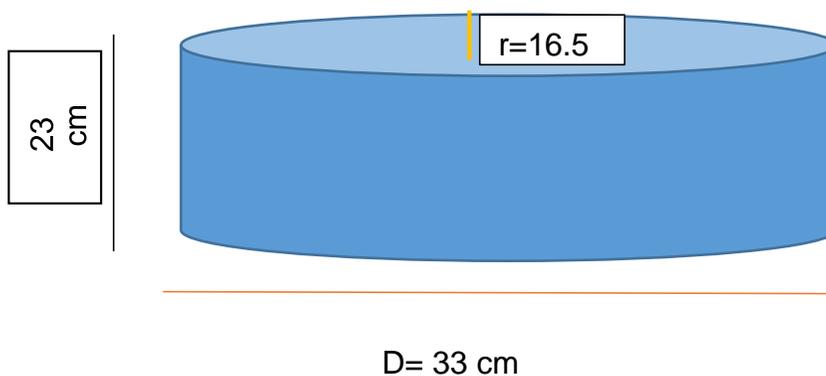
Para la construcción de los humedales se utilizó un recipiente (balde) en el cual se almacena 21.75 litros de agua, en el cual se hizo una perforación en la parte de abajo, instalándose una llave para que luego el agua caiga en el recipiente (humedal).

3.7.1 La construcción del humedal la podemos apreciar en la figura 2:

Figura 2 construcción de humedales



HUMEDAL: El cual tiene 33 cm de diámetro, 23 cm de altura, área de 855.30 cm², volumen de v= 19.67 Litros. Los 3 humedales tienen el mismo proceso de construcción.



$$A = \pi r^2$$

$$A = 3.1416(16.5)^2$$

$$A = 855.30 \text{ cm}^2$$

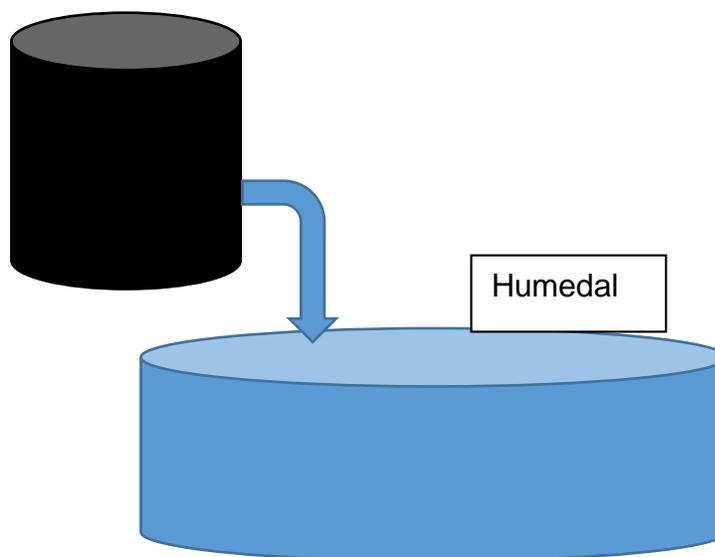
$$v = 19.67 \text{ Litros}$$

$$v = A \times h$$

$$v = 855.30 \text{ cm}^2 \times 23 \text{ cm}$$

$$v = 19671.9 \text{ cm}^3$$

Agua contaminada



3.4.6 Recopilación de plantas.

Se encontró la *Lemna Minor* en la ciudad de Sullana cerca del Km 8 camino a el centro poblado Mallares específicamente en el canal Norte, las cuales luego serán introducida en los humedales.

Así mismo se encontró la planta *Eichhornia crassipes* en la ciudad de Piura, específicamente en el río Piura. Posteriormente de haber vertido el agua residual de la laguna loma negra, se Procedió a introducir el lemna minor y *Eichhornia crassipes* en el humedal para luego Monitorearlas y evaluar su tratamiento fitorremediador.

Imagen 4: plantas recolectadas



3.4.7 Toma de muestra para el análisis del agua antes y después del tratamiento:

La toma de muestra para el análisis del agua antes del tratamiento se realizó: 19/10/2022 recolectando 3 viales x 500 ml de la muestra y fue enviada al laboratorio ELAP. E.I.R.L para el análisis fisicoquímico y microbiológico.

Fecha de Inicio del ensayo: 19/10/2022

Fecha de término de ensayo: 26/10/2022

El análisis de laboratorio del agua después del tratamiento se realizó 20 días después de la introducción de las plantas a los humedales, recolectando 3 viales de 500 ml de agua de cada humedal, los cuales fueron llevados al laboratorio ELAP.

Fecha de inicio de ensayos:

04/11/2022

Fecha de término de ensayos:

12/11/2022

Imagen 5:



3.5 Método de análisis de datos:

EL trabajo de investigación se planteó con el diseño Completamente al azar con 3 tratamientos (tipo de plantas) y con 3 repeticiones cada uno, teniendo 3 unidades experimentales con 19 litros de agua, como se tiene 3 unidades experimentales se requiere 60 litros de agua, con lo cual se hará el análisis de varianza empleando el programa SAS, y para comparación de promedios se usara la prueba de Tukey y para la elaboración de figuras y tablas será necesario utilizar la programación de Excel.

3.6 Aspectos éticos

La información para este trabajo de investigación se adquirirá de fuentes fiables sobre los derechos de autor al momento de citarlos se respetará de cada uno de ellos. El aspecto ético y moral del trabajo se realizará en función de la resolución de ética de la Universidad Cesar Vallejo, la redacción del trabajo se hará bajo la supervisión del programa turnitin, así mismo los análisis fueron realizados por el laboratorio ELAP E.I.R.L acreditado por INACAL avalando su autenticidad, finalmente el trabajo de investigación es amigable con el medio ambiente.

IV RESULTADOS:

4.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1 CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL AGUA ANTES DEL TRATAMIENTO.

Los resultados del análisis químico, físico y microbiológico realizados en un laboratorio reconocido se presentan en la tabla 2, además se presenta el promedio para cada parámetro evaluado.

Tabla 2 Resultados de laboratorio Características físicas, químicas y biológicas del agua antes del tratamiento.

MUESTRA	Repetición	aceites y grasas mg/L	temperatura (°C)	pH	Turbidez (UNT)	DQOmg/L	Coliformes termotolerantes NMP/100ml	DBOmg/L
M1	1	6.70	22.00	8.20	300.00	749.20	3120.00	421.60
	2	6.36	21.80	8.41	312.00	786.66	2964.00	400.52
	3	7.03	23.00	7.81	289.00	711.74	3276.00	459.06
PROMEDIO		6.70	22.27	8.14	300.33	749.20	3120.00	427.06

De la Tabla 2 se observa los promedios de los parámetros

4.1.2 T. CARACTERISTICAS DEL EICHORNIA CRASSIPES Y LEMNA MINOR

Tabla 3 Características del Eichornia crassipes y lemna minor

Tratamiento	LEMNA MINOR	CARACTERISTICAS DEL EICHHORNIA CRASSIPES			
	Tamaño de planta	Número de hojas	Tamaño de raíz	Diámetro del tallo	Largo de tallo
Lemna minor	0.8 cm				
eichornia crassipes		6-8 hojas	8 – 10 cm	4 – 6.5 cm	13-20cm
lemna minor + eichornia crassipes	- 0.7cm	1012hojas Jacinto de agua	-11- 22 cm	5-7cm -	20 -40 cm -

En la tabla 3.- Se muestran las medidas finales aproximadas de las plantas utilizadas en los tratamientos en el que especifica que la planta lemna minor tuvo un tamaño de 0.8 cm, disminuyendo 0.1 cm en el tratamiento con la otra especie. Nos dice también que la eichornia crassipes tiene aproximadamente de 6 a 8 hojas, 8 a 10 cm de tamaño de raíz, un tallo con un diámetro aproximado de 4 a 7 cm, largo de tallo aproximada entre 13 y 40 cm.

4.1.3 CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL AGUA DESPUES DE LOS TRATAMIENTOS

Los resultados del análisis químico, físico y microbiológico realizado en un laboratorio reconocido se presentan en la tabla 4, además se presenta las repeticiones a cada tratamiento.

Tabla 4. Resultados de laboratorio características físico químicas y biológicas del agua después del tratamiento

Tratamientos	R	aceites y grasas (mg/L)	Temperatura	Ph	Turbidez	DQO mg/L	Coliformes termotolerantes NMP/100ml	DBO mg/L
T1(eichorniacrassipes)	1	5.10	23.00	7.90	210.00	187.20	29.00	210.00
	2	5.35	23.00	8.29	220.50	196.56	30.14	66.88
	3	4.85	22.80	7.50	200.00	177.84	27.86	60.51
T2(lemna minor)	1	3.40	23.20	8.10	230.00	280.60	15.00	292.80
	2	3.57	23.60	8.50	241.50	294.63	15.75	307.44
	3	3.23	23.00	7.70	218.50	266.57	14.25	278.16
T3(eichornia crassipes y lemna minor)	1	2.50	23.00	6.60	190.00	90.70	<1.80	20.80
	2	2.62	23.20	6.93	199.00	95.23	1.89	21.84
	3	2.37	22.80	6.27	180.50	86.17	1.71	19.76

4.2 ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS PARAMETROS ESTUDIADOS

Aceites y grasas

Tabla 5 Análisis de variancia para aceites y grasas

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	10.48335556	5.24167778	146.92	<.0001
ERROR	6	0.21406667	0.03567778		
SUMA TOTAL	8	10.69742222			

CV = 5.15%

De la tabla 4 Al análisis de varianza se observa que hay significancia entre los tratamientos o hay diferencia entre las plantas, esto porque Como no supero a 0.05 entonces es significativa, quiere decir que los tratamientos no son iguales

Tabla 6 Tukey Aceites y grasas

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	5.10	T1
B	3.40	T2
C	2.50	T3

Como salió significativa en el análisis de varianza se realiza la comparación de promedios mediante Tukey y con ello se observa que si hay diferencia significativa (Letras diferentes). y se logra observar que el tratamiento 3 posee el mejor Aceites y grasas.

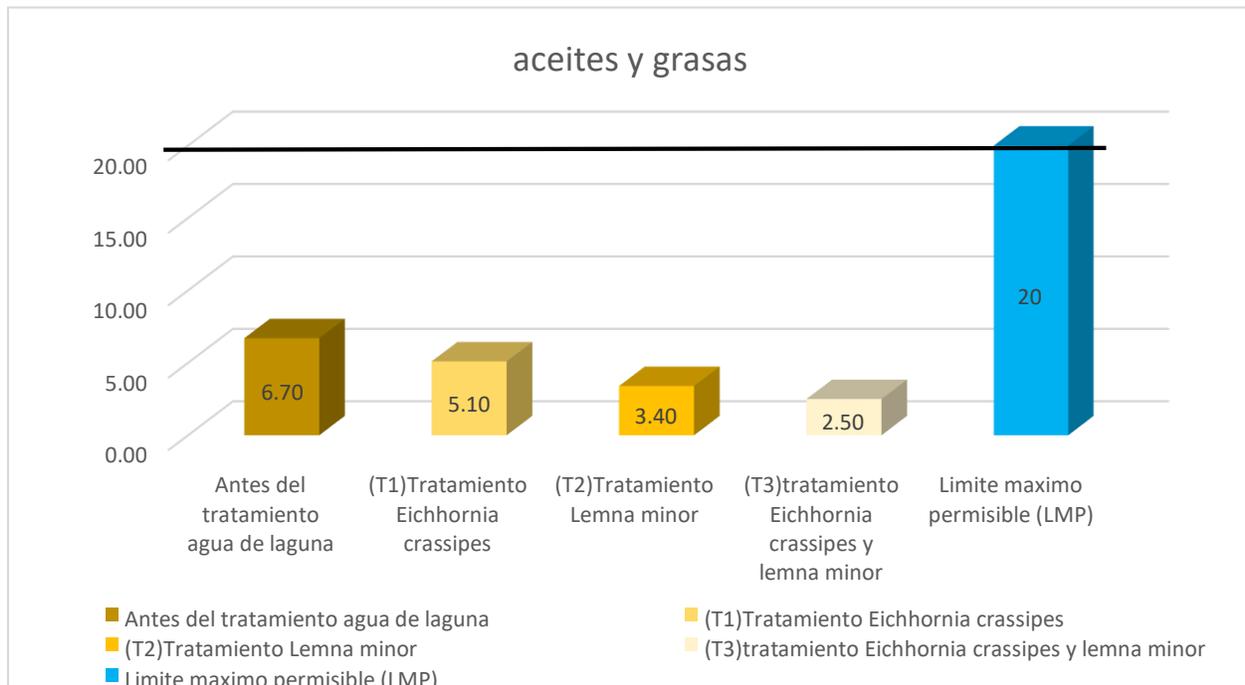


Figura 3 Aceites y grasas

En el parámetro aceites y grasas se obtuvo como resultado inicial 6.70 mg/L, en el T1 se obtuvo el mayor valor promedio de 5.10 mg/L, en el T2 se consiguió como resultado 3.40 mg/L siendo este más eficaz comparando con el T1. En el T3 con ambas especies fitorremediadoras se obtuvo un resultado final de 2.50 mg/L teniendo este un mejor resultado disminuyendo 4.2 mg/L siendo el más eficiente para aceites y grasas, se establece que los 3 Tratamientos tienen diferencia significativa y se corrobora que el mejor tratamiento es el T3 por poseer menor cantidad de aceites y grasas .

CONCENTRACIÓN DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (mg /L) DBO

Tabla 7. Análisis de varianza DBO

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	128275.24	64137.62	852.95	<.0001
ERROR	6	451.1729	75.1955		
SUMA TOTAL	8	128726.4129			

CV = 6.89%

De la tabla 6 Al análisis de varianza se observa que hay significancia entre los tratamientos o hay diferencia entre las plantas, esto porque Como no supero a 0.05 entonces es significativa, quiere decir que los tratamientos no son iguales.

Tabla 8 Tukey DBO

<u>SIGNIFICANCIA PROMEDIOS TRATAMIENTOS</u>			
A	292.800	T2	292.800
B	63.797	T1	63.797
C	20.800	T3	20.800
		Inicial	427.06

Como salió significativa en el análisis de varianza se realiza la comparación de promedios mediante Tukey y con ello se observa que si hay diferencia significativa (Letras diferentes). y se logra observar que el tratamiento 3 posee el mejor DBO

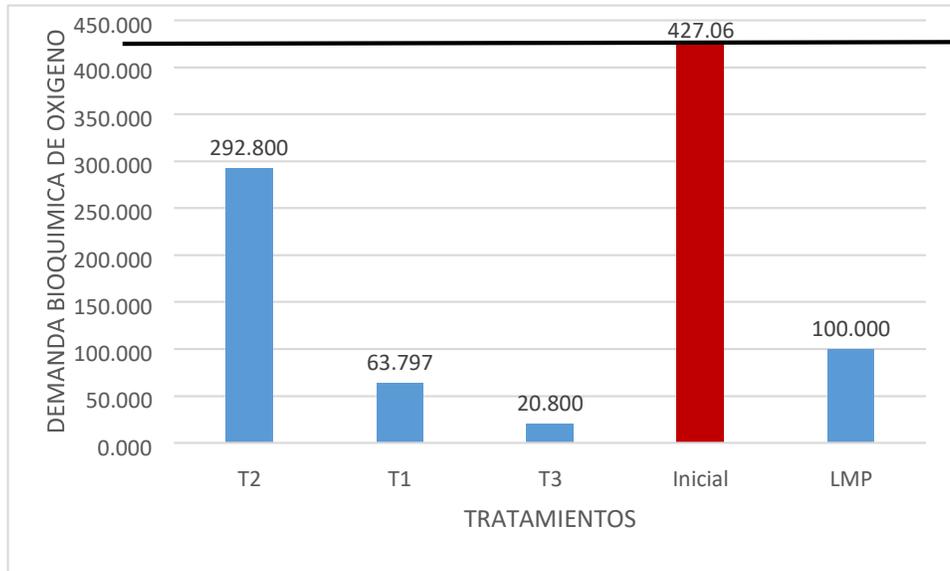


Figura 4 DBO

En la figura se representan los valores de la DBO, como resultado inicial 427.06, en el T2 podemos observar en la figura se obtuvo el mayor valor promedio de 292.800, en el T2 tenemos un resultado de 62.797 y en el T3 obtuvimos como resultado 20.800 siendo este el más eficiente al disminuir 406.26mg/L, se establece que los 3 Tratamientos tienen diferencia significativa y se corrobora que el mejor tratamiento es el T3 por poseer menor cantidad de DBO.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Tabla 9 Análisis de varianza DQO

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	54097.82	27048.91	266.08	<.0001
ERROR	6	609.9428	101.65713		
SUMA TOTAL	8	54707.7628			

CV = 5.41%

De la tabla 8 Al análisis de varianza se observa que hay significancia entre los tratamientos o hay diferencia entre las plantas, esto porque Como no supero a 0.05 entonces es significativa, quiere decir que los tratamientos no son iguales.

Tabla 10 Tukey DQO

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	280.60	T2
B	187.20	T1
C	90.70	T3

Como salió significativa en el análisis de varianza se realiza la comparación de promedios mediante Tukey y con ello se observa que si hay diferencia significativa (Letras diferentes). y se logra observar que el tratamiento 3 posee el mejor DQO.

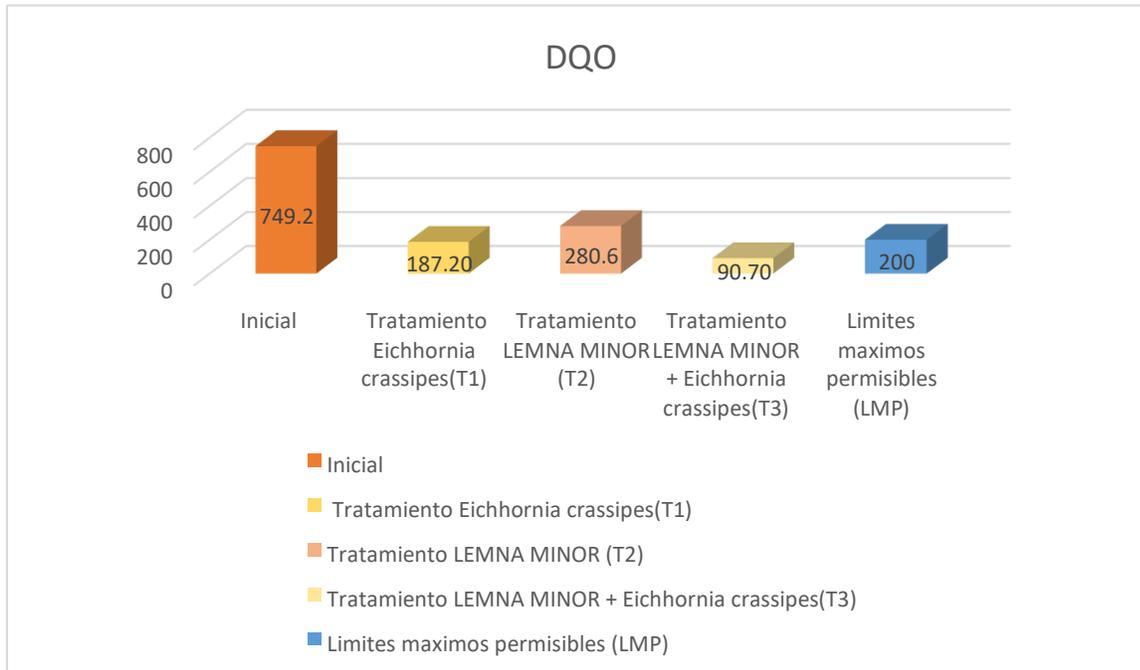


Figura 5 DQO

En el grafico se pueden observar los resultados de la DQO en los diferentes tratamientos, como resultado inicial 749.20 mg/L este resultado sobrepasa los LMP impuestos, podemos observar que los tratamientos 1, 2,3 son eficientes para reducir la DQO, pero específicamente el T3 es el mejor para reducir la DQO en el agua teniendo como resultado 90.70 mg/L, disminuyendo 658.50 mg/L. Se establece que los 3 Tratamientos tienen diferencia significativa y se corrobora que el mejor tratamiento es el T3 por poseer menor cantidad de DQO.

Temperatura

Tabla 11.-Análisis de varianza de temperatura

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>2</u>	<u>0.18666667</u>	<u>0.09333333</u>	<u>1.91</u>	<u>0.2282</u>
ERROR	6	0.29333333	0.04888889		
SUMA TOTAL	8	0.48			

CV = 0.95%

De la tabla 11 al análisis de varianza se observa que no hay significancia entre los tratamientos esto porque supero a 0.05 entonces no es significativa, esto quiere decir que no hay un efecto de los tratamientos sobre este parámetro.

Tabla 12 tukey temperatura

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	23.27	T2
A	23.00	T3
A	22.93	T1

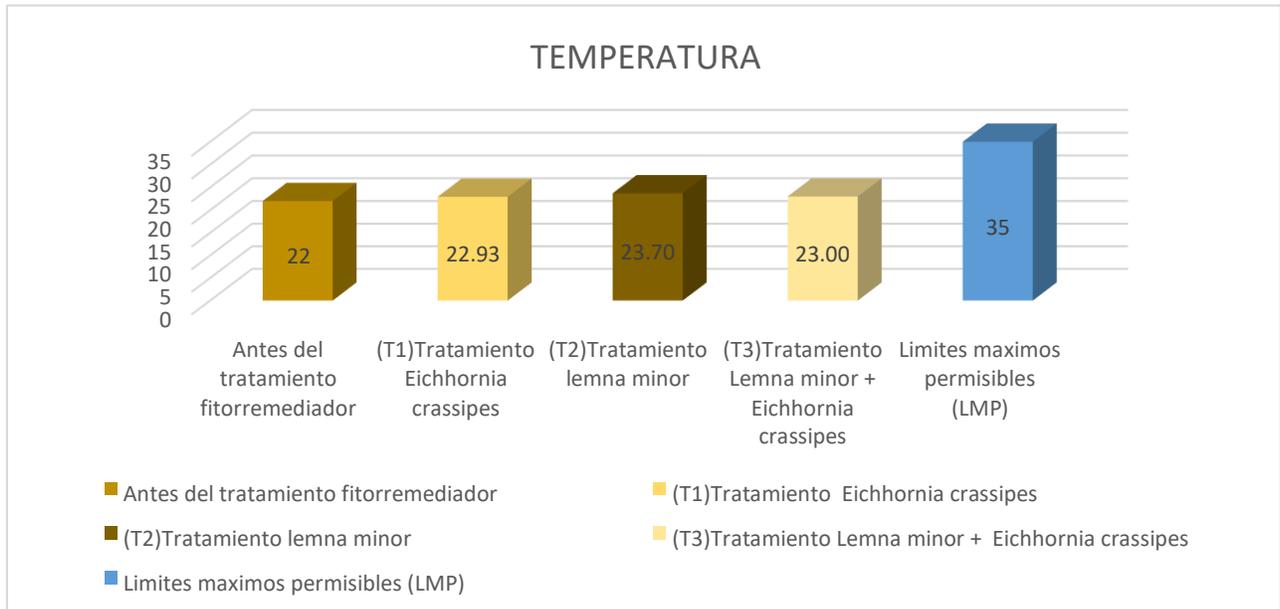


Figura 6 Temperatura

En el T1 se encontró la mayor temperatura con un valor de 23.70° C, a diferencia de T2 que se encontró a una temperatura menor de 22.97°C ,0.73 unidades de pH menos que el T1. Se corrobora que no hay diferencia significativa entre los tratamientos.

CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP)

Tabla 13 Análisis de varianza coliformes termotolerantes

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR Pr > F
TRATAMIENTOS	2	1110.08	555.04	890.34 <.0001
ERROR	6	3.7404	0.6234	
SUMA TOTAL	8	1113.8204		

CV = 5.17%

De la tabla 13 Al análisis de varianza se presenta que hay significancia entre los tratamientos o hay diferencia entre las plantas, esto porque Como no supero a 0.05 entonces es significativa, quiere decir que los tratamientos no son iguales.

Tabla 14 Tukey coliformes

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	29.0	T1
B	15.0	T2
C	1.8	T3

Como salió significativa en el análisis de varianza se realiza la comparación de promedios mediante Tukey y con ello se observa que si hay diferencia significativa (Letras diferentes). y se logra observar que el tratamiento 3 posee el mejor.

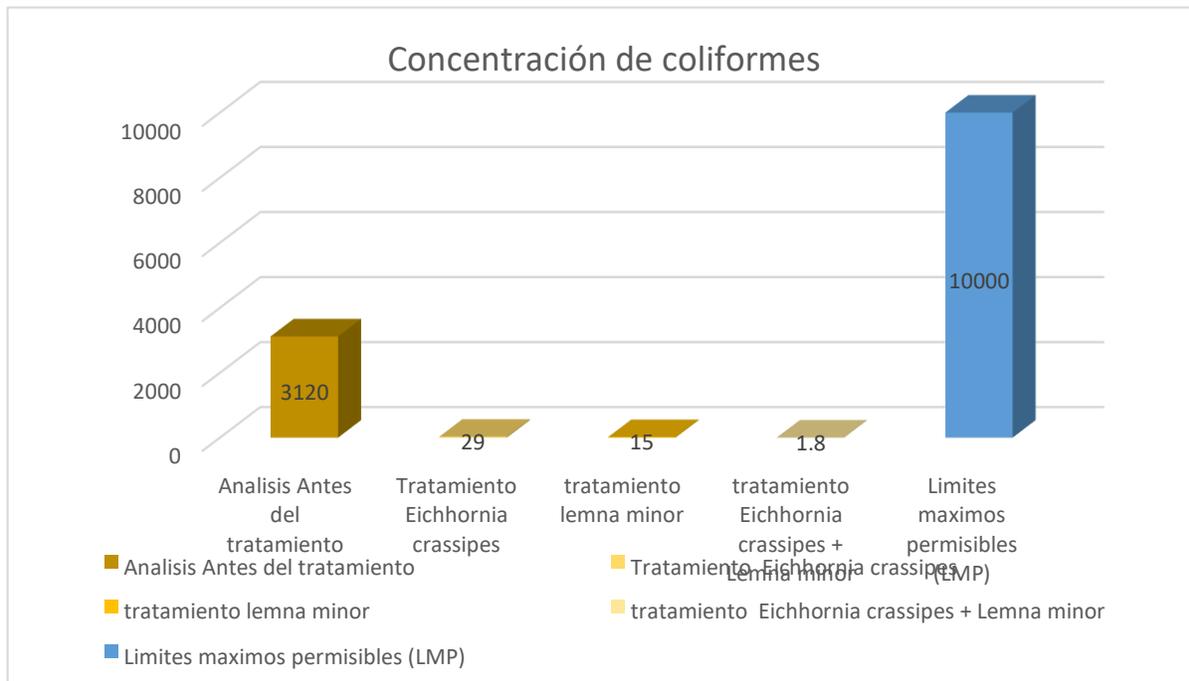


Figura 1. Concentración de coliformes termotolerantes

Inicial mente se encontró 3120 NMP coliformes termo tolerantes, el cual no sobrepasa los LMP. En T1 se obtuvo como resultado 29 NMP reduciendo de manera efectiva el número de coliformes termo tolerantes encontrados, de igual manera en el T2 con un resultado óptimo ya que se obtuvo como resultado 15 NMP, en el T3 con ambas especies fitorremediadoras se obtuvo un resultado <1.8 NMP, siendo este el tratamiento más efectivo disminuyendo una cantidad de 3118.20 coliformes termo tolerantes, se recalca que en los tratamientos existe una diferencia significativa y se corrobora que el mejor tratamiento es el T3 por poseer menor cantidad de coliformes termo tolerantes .

Ph

Tabla 15 Análisis de varianza pH

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>2</u>	<u>3.97268889</u>	<u>1.98634444</u>	<u>14.02</u>	<u>0.0055</u>
ERROR	6	0.84986667	0.14164444		
SUMA TOTAL	8	4.82255556			

$$CV = 1.99\%$$

De la tabla 15 al análisis de varianza se observa que hay significancia entre los tratamientos, esto porque no supero a 0.05 entonces es significativa, quiere decir que los tratamientos no son iguales.

Tabla 16 Tukey pH

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	8.10	T2
A	7.90	T1
B	6.60	T3

Como salió significativa en el análisis de varianza se realiza la comparación de promedios mediante Tukey y con ello se observa que los promedios son equivalentes en T1 y T2 (Letra igual) y que en el T3 y se logra observar la diferencia significativa ya que el tratamiento 3 posee el mejor pH.

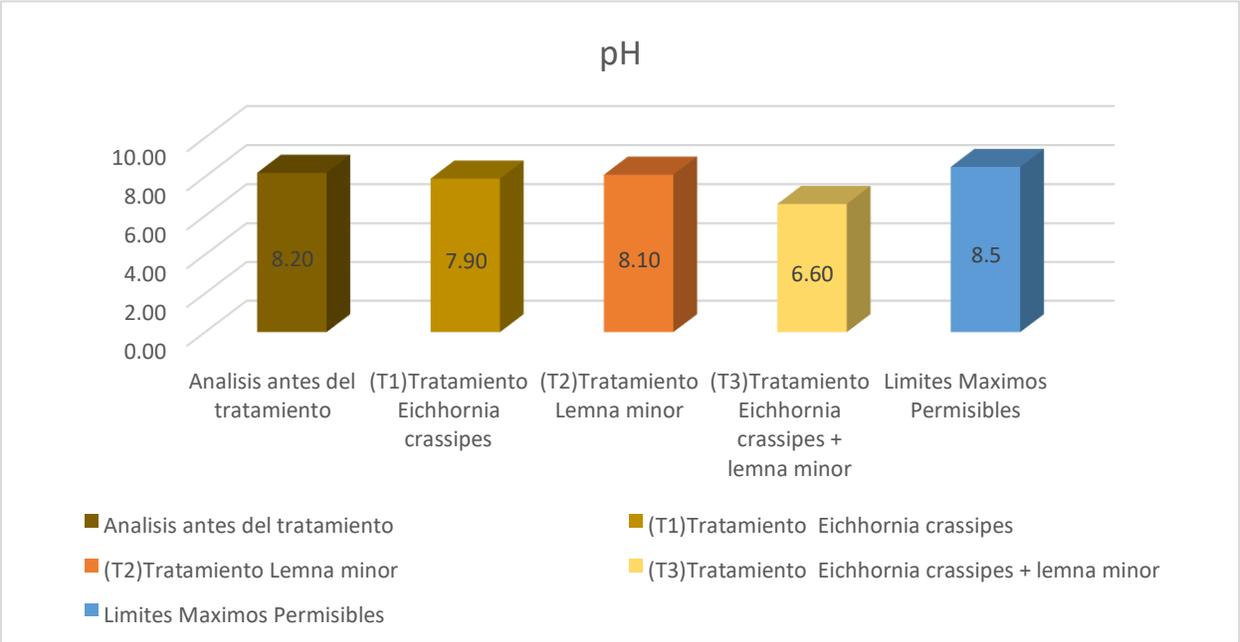


Figura 8 pH

Con respecto a la determinación del pH, resultado inicial es 8.20 unidades de Ph, el T2 presenta el mayor con una medida de 8.10 unidades de pH, y el T3 presento un menor valor con una medida de 6.60 unidades de pH, disminuyendo un total de 1.60 unidades de pH, en cuanto al T1 y T2 tienen un promedio equivalente, mientras que el T3 presenta diferencia significativa representada con la letra B siendo este el más eficiente y se corrobora que el mejor tratamiento es el T3 por poseer menor medida de unidades de Ph.

Turbidez

Tabla 17 Análisis de varianza turbidez

Sum of					
FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	2420.166667	1210.083333	11.24	0.0093
ERROR	6	645.833333	107.638889		
SUMA TOTAL	8	3066			

CV = 4.94%

De la tabla17 al análisis de varianza se observa que hay significancia entre los tratamientos, esto porque no supero a 0.05 entonces es significativa, quiere decir que los tratamientos no son iguales.

Tabla 15 tukey turbidez

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	230.00	T2
B A	210.17	T1
B	189.83	T3

Como salió significativa en el análisis de varianza se realiza la comparación de promedios mediante Tukey y con ello se observa que los promedios T1 y T2 son iguales entre sí (Letra igual). En el T3 y se logra observar la diferencia significativa ya que el tratamiento 3 posee el mejor promedio de turbidez.

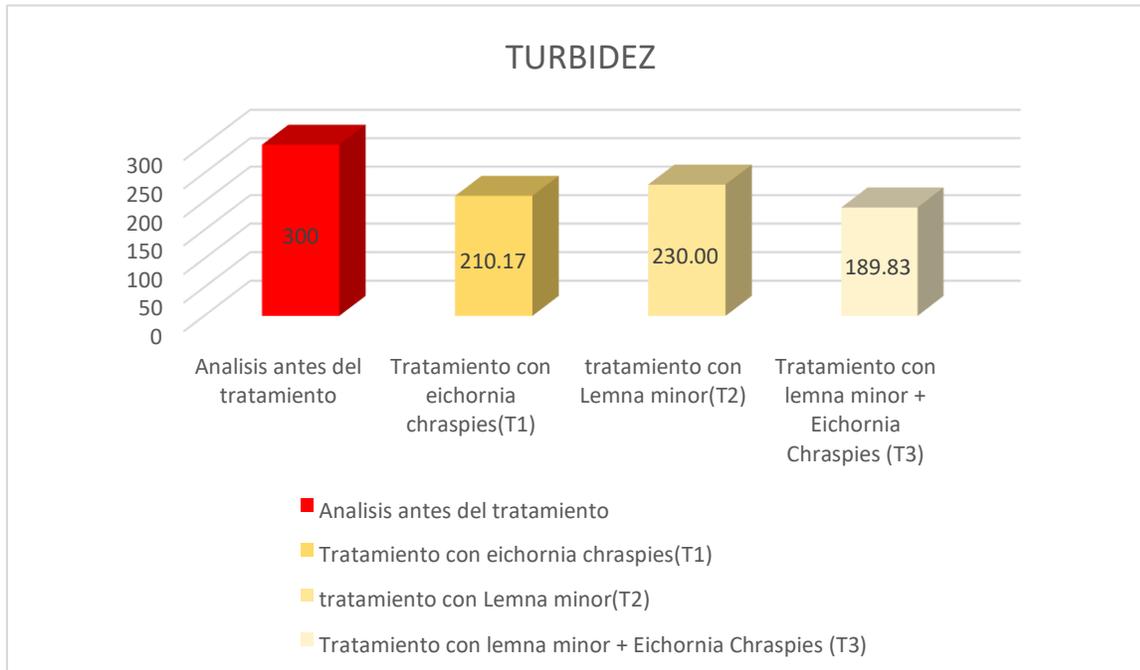


Figura 9 Turbidez

Datos iniciales de turbidez 300 UNT, en T1 obtuvimos un valor alto 230 UNT, en el T3 obtuvimos el valor más bajo 189.83 UNT con un total de 40.17 UNT menos que el resultado inicial, siendo así el tratamiento que disminuyo más el nivel de turbidez del agua, y se corrobora que el mejor tratamiento es el T3 por poseer menor valor de turbidez.

V. Discusión de resultados

Se identificó las características químicas, físicas y biológicas del agua inicial que ingreso a los tratamientos DQO=749.20mg/L, DBO=427.06mg/L, Ph=8.14, T=22.27°C, Aceites y grasas=6.70mg/L, Turbidez=300.33, Coliformes termo tolerantes =3120NMP/100ml.

Para el tratamiento con eichornia crassipes se obtuvo como resultados: DQO= 187.20, Aceites y grasas =5.10 mg/L, DBO=63.70, Ph=7.90, Temperatura = 22.93 °C, Turbidez = 210.17, coliformes termo tolerantes =29.00 NMP/100ml, siendo este tratamiento positivo en los parámetros DBO, DQO y coliformes termo tolerantes, tales resultados guardan relación con obtenido por Guerrero B, et al., (2019) en su trabajo Tratamiento del afluente de la laguna de oxidación mediante fitorremediación del lemna minor y eichornia crassipes; en Jaén Cajamarca. En el cual nos comenta que la eichornia crassipes tuvo resultados óptimos en los parámetros DBO, conductividad eléctrica, ph, así también Roballino C. (2020) en su trabajo de investigación Fitorremediación usando eichhornia crassipes, en la planta de tratamiento de aguas servidas del recinto pita bolívar, nos indica que la eichornia crassipes tuvo resultados óptimos en los parámetros DBO y DQO, además para Carguaricra F (2019) en su trabajo, “fitorremediación por el proceso de fitodegradación con dos especies macrófitas acuáticas, limnobium laevigatum y eichhornia crassipes para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la laguna facultativa en la localidad de pacaypampa, distrito de santa maría del valle huanuco 2018” concuerda con los resultados anteriores para DBO, DQO y coliformes termo tolerantes, siendo este tratamiento eficiente para reducir estos parámetros.

Para el tratamiento con lemna minor obteniendo los resultados : DQO=280.60 mg/L , Aceites y grasas = 3.40 mg/L, DBO=292.80 mg/L , Ph=8.10, Temperatura = 23.27 °C , Turbidez = 230.00, Coliformes termo tolerantes=15 NMP/100ml, el cual fue más

eficiente en la reducción de aceites y grasas y coliformes termo tolerantes .En el cual lo podemos corroborar en el trabajo de Ayay T, (2019)) en su trabajo , nos indica que es eficaz al reducir coliformes termotolerantes, aceites y grasas, sólidos en suspensión y DBO, así también para Villaseca A(2021) en su trabajo Efecto Fito remediador de Lemna Minor en Aguas Contaminadas de las Lagunas de Oxidación de Tácala Piura 2021 nos indica algo similar a los anteriores antecedentes teniendo una eficacia en los parámetros Aceites y grasas, coliformes termo tolerantes ,DBO ,DQO y sólidos en suspensión, siendo este eficaz en la mayoría de antecedentes en los parámetros Aceites y grasas, coliformes termotolerantes ,DBO. Guerrero B. (et all) en su trabajo Tratamiento del afluyente de la laguna de oxidación mediante fitorremediación del lemna minor y eichhornia crassipes; en Jaén Cajamarca nos indica que el lemna minor fue eficiente para reducir coliformes termotolerantes, DBO. Por otro lado, el tratamiento con ambas especies Eichhornia crassipes y lemna minor nos dan los siguientes resultados: DQO= 90.70mg/L, Aceites y grasas =2.5 mg/L, DBO=20.80mg/L, Ph=6.60, Temperatura = 23 °C, Coliformes termotolerantes= <1.8 NMP/100ml, Turbidez = 189.83, encontrándose todos los resultados dentro de los Límites máximos permisibles. Siendo el tratamiento que más efecto tiene para disminuir el parámetro DBO, Ph, aceites y grasas, turbidez, coliformes termotolerantes y DQO.

VI CONCLUSIONES

Los análisis realizados al tratamiento con la planta *Eichhornia crassipes* fue exitoso, siendo este tratamiento muy efectivo para reducir el nivel de DBO, DQO, turbidez. Así mismo el resultado del tratamiento con la especie remediadora *lemna minor* fue eficaz en la reducción en los parámetros coliformes termotolerantes y aceites y grasas. Finalmente, el tratamiento con ambas especies fitorremediadoras (*eichhornia crassipes* y *lemna minor*) es más eficiente comparados con los tratamientos 1(*eichhornia crassipes*) y tratamiento 2(*lemna minor*) obteniendo los resultados en los cuales los parámetros DQO, DBO, Ph, coliformes termotolerantes, aceites y grasas, turbidez disminuyeron considerablemente siendo este el mejor tratamiento para remediar un agua residual.

Se concluye que ambas plantas tienen una capacidad remediadora para el tratamiento del agua de la laguna loma negra confirmando que el *lemna minor* y *eichhornia crassipes* para el tratamiento de aguas servidas darán resultados óptimos en los parámetros vistos.

La cantidad óptima de plantas de *lemna minor* fueron 8 para el tratamiento 2 y la cantidad óptima de plantas *eichhornia crassipes* para el tratamiento 1 fueron 8, la cantidad óptima para el tratamiento 3 el cual fue el más eficiente fueron 4 *eichhornia crassipes* y 4 *lemna minor*.

VII RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados logrados se invita al uso de la planta *Echhornia crassipes* y *lemna minor* para los tratamientos fitorremediación en los diferentes tipos de contaminación del agua.

Se recomienda que investigaciones futuras realicen una estimación de parámetros en un tiempo más prologando, utilizar las dos especies *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* en un solo humedal, así mismo pueden incluir otras especies acuáticas.

Elaborar proyectos de tratamientos de aguas servidas utilizando plantas acuáticas ya que es una tecnología eficiente para la eliminación de los contaminantes presentes, ya que es una tecnología conveniente y de bajo costos para su preparación.

Ejecutar el muestreo para los análisis con mucho cuidado siguiendo el protocolo de muestreo que se decida utilizar como indicadores para impedir que se contaminen las muestras y obtener mal datos.

REFERENCIAS

Ayay t. (2019) "Capacidad remediadora de Lemna minor y Pistia stratiotes en el tratamiento de aguas residuales de la localidad de Granja Porcón - Cajamarca" (Tesis titulación, Universidad Cesar vallejo) Repositorio obtenido de [equence=1&isAllowed=y](#)

Carhuaricra F, (2019) Determinar la capacidad fitorremediadora por el proceso de fitodegradación a escala experimental con dos especies acuáticas, limnobium laevigatum y eichhornia crassipes en el tratamiento de aguas residuales de la laguna facultativa en la localidad de pacaypampa, distrito de santa maría del valle (Huánuco), (Tesis de titulación, Universidad de Huánuco) Repositorio obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1598>

Delgadillo I, et all (2012), Eliminación de metales tóxicos y contaminantes orgánicos (en suelo, aire, agua y sedimentos) que afectan a los seres vivos. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/939/93918231023.pdf>

Dr. Hernández S centro de investigación en métodos mixtos de la asociación iberoamericana de la comunicación metodología de la investigación 6 edición (universidad de celay) obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/investigacion.pdf>

Gallardo E (2018) Metodología de la investigación, obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/do_uc_eg_m_a_i_uc0584_2018.pdf

Guerrero B, et all (2019) Tratamiento del Afluente de la Laguna de Oxidación Mediante Fitorremediación del Eichhornia crassipes y Lemna minor; en Jaén-Cajamarca (Tesis de titulación) repositorio institucional obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/156>

MINAM (2010) D.S N° 003 -2010 de los Límites Máximos Permisibles del Perú.

Presidente del Perú (2005) Ley general del ambiente - ley n° 28611, reglamento de la ley marco del sistema nacional de gestión ambiental decreto supremo n° 008 - 2005 – pcm, obtenido de [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/46BDA80A2F7B1DE5052575C30052CF8D/\\$FILE/Ley_General_de_Ambiente_28611.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/46BDA80A2F7B1DE5052575C30052CF8D/$FILE/Ley_General_de_Ambiente_28611.pdf)

Resultados de laboratorio ELAP (2022)

Rivera P (2018) Evaluación del potencial fitorremediador del vetiver (chrysopogon zizanioides) sobre aluminio, cromo y cobreen la laguna de oxidación del municipio de Jerusalén (cundinamarca) Bogotá, Repositorio institucional obtenido de <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/3438>

Rivera P. (2018) Evaluar el potencial fitorremediador del Vetiver sobre Al, Cu y Cr en la laguna de oxidación del municipio de Jerusalén (Cundinamarca) Repositorio obtenido de <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/3438>

Robalino c. et all (2020) Determinar cómo incide el sistema de fitorremediación mediante el uso de la especie eichhornia crassipes (Jacinto de agua) en la disminución del nivel de los parámetros físico-químicos en la planta de tratamiento de aguas residuales municipales del recinto pita, cantón caluma, provincia bolívar (facultad de ciencias naturales, universidad de guayaquil) Repositorio institucional obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/48742>

Villaseca A, et all (2021) Efecto fitorremediador de lemna minor en aguas contaminadas de las lagunas de oxidación de tácala-castilla, Piura (Tesis de titulación, Universidad Cesar Vallejo) Repositorio institucional obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/82966>

ANEXOS

Anexo 1.-Cuadro evaluación de laboratorio análisis fisicoquímicos y biológicos

	FORMATO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA LAGUNA – ANALISIS DE CARACTERISTICAS FISICO,QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL AGUA ,ANTES Y DESPUÉS DEL USO DE LAS ESPECIES FITORREMIADORAS	INSTRUMENTO 1 :
TITULO :	Lemna Minor y Eichhornia crassipes como fitorremediadores para tratamiento de aguas residuales de la Laguna Centro Poblado Loma Negra - Piura 2022.	
LINEA DE INVESTIGACIÓN		
FACULTAD		
AUTOR	Silupu Macalupu Aarón David	
ASESOR	MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco	
FECHA	13 de Julio 2022	
MUESTRA		

Evaluación de laboratorio de las características físicas , químicas , biológicas del Agua

MUESTRA	Repetición	Características físicas, químicas y biológicas del agua							Observaciones
		aceites y grasas	temperatura	pH	Turbidez	DQO	Coliformes termotolerantes	DBO	
M1		6.70 mg/L	22	8.20	300 UNT	749.20	3120 NMP/100 ml	421.60 mg/L	
M2		6.36	21.8	8.41	312	786.66	2964	400.52	
M3		7.03	23	7.81	289	711.74	3276	459.06	
Promedio		6.70	22.27	8.14	300.33	749.20	3120.00	427.06	

Evaluación de laboratorio de las características físicas , químicas , biológicas del Agua después del tratamiento

Tratamiento	Repetición	Características físicas, químicas y biológicas del agua							Observaciones
		aceites y grasas (mg/L)	Temperatura	Ph	Turbidez	DQO	Coliformes termotolerantes	DBO	
T1 (eichornia crassipes)	1	5.10	23	7.90	210	187.20	29	210	
	2	5.35	23	8.29	220.5	196.56	30.14	66.88	
	3	4.85	22.80	7.50	200	177.84	27.86	60.51	
T2(lemna minor)	1	3.40	23.20	8.10	230	280.60	15	292.80	
	2	3.57	23.60	8.50	241.5	294.63	15.75	307.44	
	3	3.23	23	7.70	218.5	266.57	14.25	278.16	

T3(eichor nia crassipes y lemna minor)	1	2.50 mg/L	23	6.60	190	90.70	<1.8	20.80	
	2	2.62	23.20	6.93	199	95.23	1.89	21.84	
	3	2.37	22.80	6.27	180. 5	86.17	1.71	19.76	

ANEXO 2 : Características del lemna minor y eichhornia crassipes al finalizar el tratamiento

Tratamiento	LEMNA MINOR	CARACTERISTICAS DEL EICHHORNIA CRASSIPES				Observaciones
	Tamaño de planta	Número de hojas	Tamaño de raíz	Diámetro del tallo	Largo de tallo	
T1:	0.8 cm					
T2:		6-8 hojas	8 – 10 cm	4 – 6.5 cm	13-20cm	
T3:	- 0.7cm	10-12hojas jacinto de agua	- 11- 22 cm	5 - 7cm	20 -40 cm -	

TABLA Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: (D.S 003-2010 MINAM) (Publicado en diario Oficial El Peruano Lima, miércoles 17 de marzo de 2010)

ANEXO 3. Análisis de laboratorio del agua antes del tratamiento



ELAP
ENSAYOS DE LABORATORIOS Y
ASESORÍAS PINTADO E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO N° 182-2022

Emérito en Piura, el 26 de octubre de 2022

Página 1 de 1

Solicitado por : AARÓN DAVID SILUPU MACALUPU
 Domicilio legal : JR BALTA 219 -LA ARENA - PIURA
 Producto : AGUA RESIDUAL
 Información proporcionada por el solicitante : NOMBRE DEL PROYECTO: "Lerma Minor y Eichhomia crassipes COMO FITORREMEDIADORES PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LAGUNA CENTRO POBLADO LOMA NEGRA - PIURA 2022".
 Muestreado por : EL SOLICITANTE
 Lugar y fecha de muestreo : -
 Método de muestreo : -
 Cantidad de muestra(s) : 3 VIALES X 500 ML
 Fecha de recepción de la(s) muestra(s) : 19 / 10 / 2022
 Fecha de inicio de ensayo(s) : 19 / 10 / 2022
 Fecha de término de ensayo(s) : 26 / 10 / 2022
 Orden de servicio : OS 20221019-03

RESULTADOS

I. ENSAYO FISICOQUÍMICO

Parámetro	Unidad	Resultado
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	749.20
Acetatos y grasas	mg/L	6.70
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	421.50
pH	Unidad de pH	8.20
Temperatura	°C	22
Turbidez	UNT	300

II. ENSAYO MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	3120

III. MÉTODO DE ENSAYO

Demanda química de oxígeno (DQO) ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017 Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Acetatos y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017 Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017 pH Value, Electrode Method
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017 Temperature
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017 Turbidity, Nephelometric Method
Coliformes fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pág. 10-11, 23rd Ed. 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedures (EC Medium)

¹ Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma

² Parámetro subcontratado

IV. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DEL DOCUMENTO"


 Firmado digitalmente por
 Ing. Arquímedes Pintado Ticihuañca
 CIP N° 174 158
 Director Técnico



El presente documento es redactado íntegramente en ELAP E.I.R.L. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Luis de la Puente Uceda Mz P10 lote 15, AH, Nueva Esperanza Distrito 26 de octubre - Piura - Perú
 Telf.: (073)-705638 / Cel.: 944736608 www.elap.pe tecnico@elap.pe

F01-DT-ELAP / Ver 02 / Marzo 21



INFORME DE ENSAYO N° 188-2022

Emitido en Piura, el 12 de noviembre de 2022

Página 1 de 1

Solicitado por	AARÓN DAVID SILUPU MACALUPU
Domicilio legal	JR BALTA 219 - LA ARENA - PIURA
Producto	AGUA RESIDUAL
Información proporcionada por el solicitante ¹	NOMBRE DEL PROYECTO: "Llama Minor y Eichhornia crassipes COMO FITORREMIEDIADORES PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LAGUNA CENTRO POBLADO LOMA NEGRA - PIURA 2022".
Muestreado por	MUESTRA N°02 (Eichhornia crassipes)
Lugar y fecha de muestreo	04 DE NOVIEMBRE DE 2022
Método de muestreo	-
Cantidad de muestra(s)	3 VIALES X 500 ML
Fecha de recepción de la(s) muestra(s)	04 / 11 / 2022
Fecha de inicio de ensayo(s)	04 / 11 / 2022
Fecha de término de ensayo(s)	12 / 11 / 2022
Orden de servicio	OS 20221104-01

RESULTADOS

I. ENSAYO FISICOQUÍMICO

Parámetro	Unidad	Resultado
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	187.20
Aceites y grasas	mg/L	5.10
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	63.70
pH	Unidad de pH	7.90
Temperatura	°C	23
Turbidez	UNT	210

II. ENSAYO MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	20

III. MÉTODO DE ENSAYO

Demanda química de oxígeno (DQO) ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017 Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017/pH Value. Electrometric Method
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2590 B, 23rd Ed. 2017 Temperature.
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017 Turbidity. Nephelometric Method
Coliformes fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pág. 10-11, 23rd Ed. 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures (EC Medium)

¹ Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma

² Parámetro subcontratado

IV. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DEL DOCUMENTO"

Firmado digitalmente por
Ing. Arquimedes Pintado Tichahuanca
CIP N° 174158
Director Técnico



El presente documento es redactado íntegramente en ELAP E.I.R.L. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ANEXO 5: INFORME DE ENSAYOS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS (EICHHORNIA CRASSPIES Y LEMANA MINOR)



INFORME DE ENSAYO N° 189-2022

Emitido en Piura, el 12 de noviembre de 2022

Página 1 de 1

Solicitado por : AARÓN DAVID SILUPU MACALUPU
 Domicilio legal : JR BALTA 219 -LA ARENA - PIURA
 Producto : AGUA RESIDUAL
 Información proporcionada por el solicitante¹ : NOMBRE DEL PROYECTO: "Lemna Minor y Eichhornia crassipes COMO FITORREMIEDIADORES PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LAGUNA CENTRO POBLADO LOMA NEGRA - PIURA 2022".
 Muestreado por : MUESTRA N° 03 (Lemna minor y Eichhornia crassipes)
 Lugar y fecha de muestreo : 04 DE NOVIEMBRE DE 2022
 Método de muestreo : -
 Cantidad de muestra(s) : 3 VIALES X 500 ML
 Fecha de recepción de la(s) muestra(s) : 04 / 11 / 2022
 Fecha de inicio de ensayo(s) : 04 / 11 / 2022
 Fecha de término de ensayo(s) : 12 / 11 / 2022
 Orden de servicio : OS 20221104-01

RESULTADOS

I. ENSAYO FISICOQUÍMICO

Parámetro	Unidad	Resultado
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	90.70
Aceites y grasas	mg/L	2.50
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	20.80
pH	Unidad de pH	6.60
Temperatura	°C	23
Turbidez	UNT	190

II. ENSAYO MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<1.8

III. MÉTODO DE ENSAYO

Demanda química de oxígeno (DQO) ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017 Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-HH B, 23rd Ed. 2017 pH Value. Electrometric Method
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017 Temperature.
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017 Turbidity. Nephelometric Method
Coliformes fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pág. 10-11, 23rd Ed. 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures (EC Medium)

¹ Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma

² Parámetro subcontratado

IV. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DEL DOCUMENTO"

Firmado digitalmente por
 Ing. Arquimedes Pintado Tichahuanca
 CIP N° 174158
 Director Técnico



El presente documento es redactado íntegramente en ELAP E.I.R.L. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ANEXO 6 :INFORME DE ENSAYOS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS(LEMNA MINOR)



INFORME DE ENSAYO N° 190-2022

Página 1 de 1

Emisido en Piura, el 12 de noviembre de 2022

Solicitado por	++ AARÓN DAVID DILUPI MACALUPI
Domicilio legal	++ JR BALTA 219 -LA ARENA- PIURA
Producto	++ AGUA RESIDUAL
Información proporcionada por el solicitante ¹	++ NOMBRE DEL PROYECTO: "Lemna Minor y Ectothiora crossipes COMO FITORREMEDIADORES PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LAGUNA CENTRO POBLADO LOMA NEGRA - PIURA 2022".
Muestreado por	++ MUESTRA N° 01 (Lemna minor)
Lugar y fecha de muestreo	++ 04 DE NOVIEMBRE DE 2022
Método de muestreo	++ -
Cantidad de muestra(s)	++ 3 VIALES X 500 ML.
Fecha de recepción de la(s) muestra(s)	++ 04 / 11 / 2022
Fecha de inicio de ensayo(s)	++ 04 / 11 / 2022
Fecha de término de ensayo(s)	++ 12 / 11 / 2022
Orden de envío	++ 06 20221104-01

RESULTADOS

I. ENSAYO FISICOQUÍMICO

Parámetro	Unidad	Resultado
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	290.00
Aceites y grasas	mg/L	3.40
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	292.00
pH	Unidad de pH	8.10
Temperatura	°C	23.20
Turbidez	UNT	230

II. ENSAYO MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	15

III. MÉTODO DE ENSAYO

Demanda química de oxígeno (DQO) ²	SMEFW-APHA-AMWA-WEF Part 520 D, 23rd Ed. 2017 Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Aceites y grasas	SMEFW-APHA-AMWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017 Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) ²	SMEFW-APHA-AMWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
pH	SMEFW-APHA-AMWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017pH Value, Electrode Method
Temperatura	SMEFW-APHA-AMWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017 Temperature
Turbidez	SMEFW-APHA-AMWA-WEF Part 2100 N, 23rd Ed. 2017 Turbidity, Nephelometric Method
Coliformes fecales	SMEFW-APHA-AMWA-WEF Part 9221-E, Pgs. 10-11, 23rd Ed. 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Recal Coliform Procedure (FC Medium)

¹ Esta información es proporcionada por el cliente por lo que el laboratorio no se hace responsable de la misma

² Parámetro subcontratado

IV. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DEL DOCUMENTO"

Firmado digitalmente por
Ing. Aracely Pintado Tellohuaco
CIP N° 174150
Director Técnico



El presente documento es redactado íntegramente en ELAP E.I.R.L. Su validación o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones chiles y penales de la materia. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Luis de la Puente Usada Mc P10 lote 15, Av. Nueva Esperanza Distrito 26 de octubre - Piura - Perú
Tel: (073)-709538 / Cel: 944736606 www.elap.pe tecnico@elap.pe

FD1-01-ELAP / Ver 02 / Marzo 21

ANEXO 7: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información

Dr. JUAN ORDOÑEZ

Yo Silupu Macalupu Aarón David, identificado con DNI N° 71073342, alumno del curso de Titulación de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto.

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para tesis que vengo elaborando titulada: "Lemna Minor y Eichhornia crassipes como fitorremediadores para tratamiento de aguas residuales de la Laguna Centro Poblado Loma Negra - Piura 2022.", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto ajunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización

Por tanto

A usted, ruego acceder a mi petición

Lima, 13 de Julio del 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Silupu", written over a light-colored rectangular background.

SILUPU MACALUPU AARON DAVID
DNI 71073342

VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:
- 1.2. Cargo o Institución donde labora: DOCENTE UCV
- 1.3. Especialidad o línea de Investigación: ING. AMBIENTAL
- 1.4. Nombre del Instrumento:
- 1.5. Autor (a) del Instrumento: Silupu Macalupu Aarón David

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	46	60	66	80	86	70	76	80	86	90	96	100
4. CLARIDAD	Este formulado con lenguaje comprensible													
5. OBJETIVIDAD	Este adecuado a las leyes y principios científicos													
3. ACTUALIDAD	Este adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													
6. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
8. INTENCIONALIDAD	Este adecuado para valorar las variables de la hipótesis													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico													

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

Lima, 13 de julio del 2022

Nombres y Apellidos


 John Julio Pacheco Gallego

Nombres y Apellidos:
CIP:

}

	FORMATO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA LAGUNA – ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA, ANTES Y DESPUÉS DEL USO DE LAS ESPECIES FITORREMEDIADORAS	INSTRUMENTO 1 :
	TÍTULO : Lemna Minor y Eichhornia crassipes como fitorremediadores para tratamiento de aguas residuales de la Laguna Centro Poblado Loma Negra - Piura 2022.	
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y Gestión de los Residuos	
FACULTAD	Ingeniería y arquitectura	
AUTOR	Silupu Macalupu Aarón David	
ASESOR	MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco	
FECHA	13 de Julio 2022	
MUESTRA		

Evaluación de laboratorio de las características físicas , químicas , biológicas del Agua									
MUESTRA	Repetición	Características físicas, químicas y biológicas del agua							Observaciones
		aceites y grasas	temperatura	pH	solidos totales en suspensión	DQO	Coliformes totales /termotolerantes	DBQ	
M1									
M2									
M3									
promedio									


 Nombres y Apellidos

 Justín Julio Chedonez Galeaz
 DNI: 08447308

Evaluación de laboratorio de las características físicas , químicas , biológicas del Agua después del tratamiento								
Tratamiento	Repetición	Características físicas, químicas y biológicas del agua						
		aceites y grasas	temperatura	ph	solidos totales en suspensión	DQO	Coliformes totales /termotolerantes	
T1	1							
	2							
	3							
T2	1							
	2							
	3							
T3	1							
	2							
	3							



 Nombres y Apellidos



 Julián Julio, Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

Nombres y Apellidos

 CIP

VALIDACION DE INSTRUMENTO 2

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres:
- 1.7. Cargo o Institución donde labora: DOCENTE UCV
- 1.8. 1.8. Especialidad o Área de Investigación:
- 1.9. ING. AMBIENTAL
- 1.9. Nombre del Instrumento:
- 1.10. Autor (a) del Instrumento: Silupu Macalupu Aarón David

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores													
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico													

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 13 de Julio del 2022


 Nombres y Apellidos
 Juan Julio Ramirez Galvez
 DNI: 09447308

	Ficha de recolección de datos	INSTRUMENTO 2
---	-------------------------------	---------------

TÍTULO :	Lemna Minor y Eichhornia crassipes como fitorremediadores para tratamiento de aguas residuales de la Laguna Centro Poblado Loma Negra - Piura 2022.
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y Gestión de los Residuos
FACULTAD	Ingeniería y arquitectura
AUTOR	Silupu Macalupu Aarón David
ASESOR	MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco
FECHA	13 de Julio 2022
MUESTRA	

Tratamiento		Características de crecimiento del Lemna Minor y Eichhornia crassipes en función a los tratamientos					Observaciones
		Tamaño de planta	Número de hojas	Tamaño de raíz	Diámetro del tallo	color	
T1: (30gr)	1						
	2						
	3						
T2: (8)	1						
	2						
	3						
T3: (4 + 4)	1						
	2						
	3						


 Nombres y Apellidos _____
 Nombres y Apellidos _____
 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

ANEXO 8 .- Imágenes de la laguna

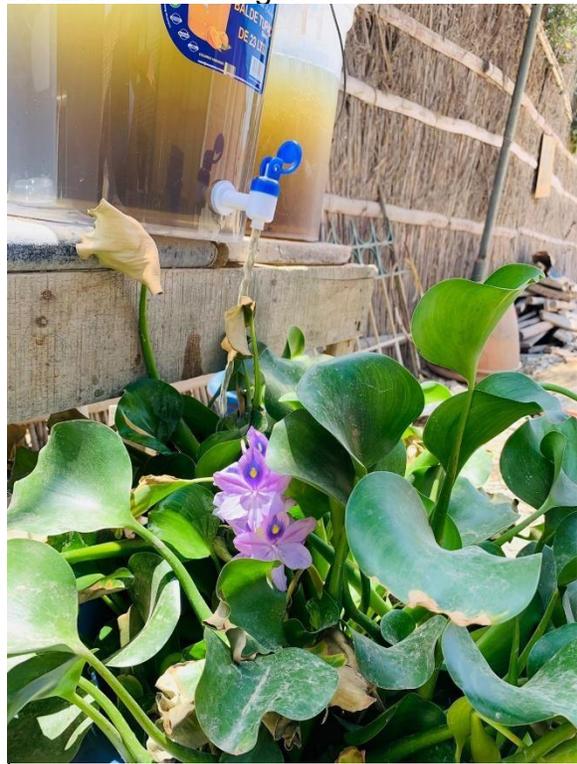




Anexo 9 : Agua recolectada



ANEXO 10 .- Imágenes del diseño





ANEXO 11.- Lugares de recolección de plantas















Anexo 12 .- Muestras para análisis





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Lemna Minor y Eichhornia crassipes como fitorremediadores para tratamiento de aguas residuales de la Laguna Centro Poblado Loma Negra - Piura 2022.", cuyo autor es SILUPU MACALUPU AARON DAVID, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL DNI: 06082600 ORCID: 0000-0001-7889 -7928	Firmado electrónicamente por: WLSAMUELQUP el 01-12-2022 21:41:51

Código documento Trilce: TRI - 0466818