



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Eficiencia del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* (huacatay),
para la remoción de coliformes en las lagunas de estabilización San
José, Chiclayo

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero ambiental

AUTORES:

Criollo Llacsahuanga, Omar Martin (orcid.org/0000-0001-5211-5692)

Quevedo Flores, Karen Noelia (orcid.org/0000-0002-6079-4944)

ASESOR:

Dr. Ponce Ayala, Jose Elias (orcid.org/0000-0002-0190-3143)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO — PERÚ

2023

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por brindarme salud y guiarme por el buen camino. A mis queridos padres Palermo y Elida, que me inculcaron principios y valores para ser una persona de bien. A mis hermanos Yúnior y Lizeth, por el gran apoyo que me brindaron en el transcurso de mi carrera universitaria. A mis abuelitos Celia, Martin, Julia y Teófilo por sus consejos y enseñanzas. Y, por último, a mis tíos Franklin y María por acogerme en su casa y apoyarme en todo momento.

Omar Martin

Este trabajo se lo dedico primero a Dios que me supo guiar por el buen camino y me armo de valor para no derrumbarme ante los problemas que se presentaban, enseñándome que los obstáculos que no son un impedimento para seguir.

A mis padres Henry Quevedo y Gladis flores por confiar en mí siempre, por ese apoyo incondicional, por su amor sincero y sobre todo por formarme con sus pocos recursos para seguir estudiando y por último a mi abuelita Griselda Jiménez por sus consejos y enseñanzas que me brinda día a día para ser mejor persona y una buena profesional.

Karen Noelia

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer primero a Dios que nos supo guiar por el buen camino y nos armó de valor para no derrumbarnos ante los problemas que se presentaban, enseñándonos que los obstáculos no son un impedimento para seguir.

A nuestros padres por el apoyo incondicional durante nuestra carrera universitaria, por confiar siempre en nosotros, por ese apoyo incondicional, por su amor sincero, es una satisfacción dedicarles este gran logro, que gracias a sus consejos y buenas enseñanzas ha sido posible todo este proceso.

A nuestros hermanos y hermanas que gracias a su apoyo y ejemplos ha sido posible este objetivo, y estamos seguros que están felices por nuestro logro.

A nuestros amigos y compañeros, por los momentos de felicidad y tristeza que vivimos en esta etapa.

Por último, a nuestro asesor, el Dr. José Elías Ponce Ayala, por brindarnos sus sabios conocimientos, así por la paciencia, perseverancia y sobre todo la confianza para guiarnos en la elaboración de nuestra tesis.

Y a todos nuestros profesores que formaron parte del proceso por brindarnos sus conocimientos para formarnos como ingenieros ambientales.

Omar Martin y Karen Noelia

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PONCE AYALA JOSE ELIAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Eficiencia del extracto hidroalcohólico de Tagetes minuta (huacatay), para la remoción de coliformes en las lagunas de estabilización San José, Chiclayo", cuyos autores son QUEVEDO FLORES KAREN NOELIA, CRIOLLO LLACSAHUANGA OMAR MARTIN, 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 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.

CHICLAYO, 21 de Junio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PONCE AYALA JOSE ELIAS DNI: 16491942 ORCID: 0000-0002-0190-3143	Firmado electrónicamente por: PAYALAJE el 22-06- 2023 08:15:24

Código documento Trilce: TRI - 0546882



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, QUEVEDO FLORES KAREN NOELIA, CRIOLLO LLACSAHUANGA OMAR MARTIN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Eficiencia del extracto hidroalcohólico de Tagetes minuta (huacatay), para la remoción de coliformes en las lagunas de estabilización San José, Chiclayo", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
KAREN NOELIA QUEVEDO FLORES DNI: 77019286 ORCID: 0000-0002-6079-4944	Firmado electrónicamente por: KQUEVEDOFL20 el 21-06-2023 11:43:50
OMAR MARTIN CRIOLLO LLACSAHUANGA DNI: 74418615 ORCID: 0000-0001-5211-5692	Firmado electrónicamente por: OCRIOLLO el 21-06-2023 11:43:59

Código documento Trilce: TRI - 0546884

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. <i>Dosis de extracto hidroalcohólico aplicadas</i>	16
Tabla 02. <i>Materiales utilizados en el laboratorio para la elaboración del extracto hidroalcohólico</i>	20
Tabla 03. <i>Materiales que se utilizó para obtener la muestra</i>	21
Tabla 04. <i>Punto de muestreo</i>	22
Tabla 05. <i>Número Más Probable (NMP) con límite de confiabilidad de 95% para diferentes combinaciones de resultados positivos cuando se emplean 5 tubos para cada dilución (0.1 ml, 1.0 ml y 10 ml)</i>	25
Tabla 06. <i>Materiales de laboratorio utilizados para el análisis del Número Más Probable (NMP)</i>	25
Tabla 07. <i>Parámetros analizados</i>	26
Tabla 08. <i>Taxonomía de la planta Tagetes minuta</i>	28
Tabla 09. <i>Composición química del extracto de Tagetes minuta</i>	28
Tabla 10. <i>Diferentes usos que se le da a la planta Tagetes minuta</i>	32
Tabla 11. <i>Tipos de extracto, actividad microbiana y especies</i>	34
Tabla 12. <i>Condiciones de preparación del extracto hidroalcohólico de Tagetes minuta</i>	43
Tabla 13. <i>Dosis de extracto hidroalcohólico aplicadas al agua residual</i>	43
Tabla 14. <i>Concentración de coliformes totales y termotolerantes previos al tratamiento</i>	44
Tabla 15. <i>pH y conductividad eléctrica (CE) previo al tratamiento</i>	45
Tabla 16. <i>Concentración de las diferentes dosis aplicadas (20%, 30% y 40%)</i>	45

Tabla 17. <i>Concentración de las diferentes dosis aplicadas (20%, 30% y 40%)...</i>	46
Tabla 18. <i>Porcentaje de remoción de coliformes totales y termotolerantes de las dosis 20%, 30% y 40% después de 72 horas de aplicar el extracto</i>	47
Tabla 19. <i>Porcentaje de remoción de coliformes totales y termotolerantes de las dosis 20%, 30% y 40% después de 144 horas de aplicar el extracto</i>	48
Tabla 20. <i>ECA para agua de riego de vegetales y bebida de animales</i>	49
Tabla 21. <i>Comparación de la concentración de pH después de 72 y 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua.....</i>	50
Tabla 22. <i>Comparación de la concentración de conductividad eléctrica después de 72 y 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua</i>	51
Tabla 23. <i>Comparación de la concentración inicial de coliformes totales y termotolerantes con los ECA para agua</i>	52
Tabla 24. <i>Comparación de la concentración de coliformes totales y termotolerantes luego de 72 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua</i>	53
Tabla 25. <i>Comparación de la concentración de coliformes totales y termotolerantes luego de 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua</i>	54

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 01.</i> Extracto hidroalcohólico de <i>Tagetes minuta</i>	13
<i>Figura 02.</i> Coliformes	13
<i>Figura 03.</i> Bacterias más representativas de los coliformes termotolerantes	14
<i>Figura 04.</i> Sistema de tratamiento de aguas residuales en las lagunas de estabilización san José	15
<i>Figura 05.</i> Lugar de obtención de la planta de <i>Tagetes minuta</i>	19
<i>Figura 06.</i> Planta de <i>Tagetes minuta</i>	20
<i>Figura 07.</i> Ubicación de las lagunas de oxidación San José donde se tomó la muestra.....	21
<i>Figura 08.</i> Técnica de fermentación en tubos múltiples para bacterias del grupo coliforme	24
<i>Figura 09.</i> Diagrama del proceso de investigación	26
<i>Figura 10.</i> Proceso de desarrollo floral de <i>Tagetes minuta</i>	29
<i>Figura 11.</i> Medidas de las partes de la planta <i>Tagetes minuta</i>	30
<i>Figura 12.</i> Partes de la planta <i>Tagetes minuta</i>	31
<i>Figura 13.</i> Mapa mundial de distribución del origen de <i>Tagetes minuta</i>	31
<i>Figura 14.</i> Mapa de distribución de <i>Tagetes minuta</i> en Amazonas, Perú	32
<i>Figura 15.</i> Diferentes usos de <i>Tagetes minuta</i>	33
<i>Figura 16.</i> Limpieza y separación de hojas de <i>Tagetes minuta</i>	40
<i>Figura 17.</i> Deshidratación de las hojas de <i>Tagetes minuta</i>	41
<i>Figura 18.</i> Trituración de las hojas de <i>Tagetes minuta</i>	41

<i>Figura 19.</i> Pesado de extracto en polvo	42
<i>Figura 20.</i> Evaporación de alcohol del extracto	42
<i>Figura 21.</i> Mapa de procesos de elaboración de extracto hidroalcohólico de <i>Tagetes minuta</i>	42
<i>Figura 22.</i> Concentración inicial de coliformes totales y termotolerantes previos al tratamiento.....	44
<i>Figura 23.</i> Concentración de las diferentes dosis aplicadas (20%, 30% y 40%)...	45
<i>Figura 24.</i> Concentración de las diferentes dosis aplicadas (20%, 30% y 40%)...	46
<i>Figura 25.</i> Porcentaje de remoción de coliformes totales y termotolerantes de las dosis 20%, 30% y 40% después de 72 horas de aplicar el extracto	48
<i>Figura 26.</i> Porcentaje de remoción de coliformes totales y termotolerantes de las dosis 20%, 30% y 40% después de 144 horas de aplicar el extracto	49
<i>Figura 27.</i> Comparación de la concentración de pH después de 72 y 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua.....	50
<i>Figura 28.</i> Comparación de la concentración de conductividad eléctrica después de 72 y 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua	51
<i>Figura 29.</i> Comparación de la concentración inicial de coliformes totales y termotolerantes con los ECA para agua	52
<i>Figura 30.</i> Comparación de la concentración de coliformes totales y termotolerantes luego de 72 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua	53
<i>Figura 31.</i> Comparación de la concentración de coliformes totales y termotolerantes luego de 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua	54

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la eficiencia del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*, para la remoción de coliformes en las lagunas de estabilización San José, Chiclayo. Los tratamientos fueron 3 (20%, 30% y 40%) durante 72 horas y 144 horas. Las aguas previas al tratamiento contenían bacterias coliformes totales y termotolerantes que exceden los ECA. Luego de los tratamientos al transcurso de 144 horas se encontró como resultado que la remoción de coliformes totales y termotolerantes es de 99.99% al emplear dosis al 40% de extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*, seguido por la dosis 30% la que logró una remoción de 99.97% de coliformes totales y 99.98% de Coliformes termotolerantes y por último la dosis 20% logró una remoción de 99.95% de coliformes totales y 99.97% de Coliformes termotolerantes. Siendo la dosis 40% la más eficiente para remover los coliformes presentes en las aguas de las lagunas de estabilización San José, Chiclayo. Finalmente, usando dosis (20%, 30%y 40%) de extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* en un tiempo de 144 horas cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental en agua para riego de cultivos vegetales y bebida de animales declarados por el Ministerio del Ambiente.

Palabras Clave: Agua residual, remoción, coliformes, extracto.

ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine the efficiency of the hydroalcoholic extract of *Tagetes minuta*, for the removal of coliforms in the stabilization lagoons of San José, Chiclayo. The treatments were 3 (20%, 30% and 40%) for 72 hours and 144 hours. Pre-treatment waters contained total and thermotolerant coliform bacteria that exceeded the ECAs. After the treatments over the course of 144 hours, it was found as a result that the removal of total and thermotolerant coliforms is 99.99% when using a 40% dose of *Tagetes minuta* hydroalcoholic extract, followed by the 30% dose, which achieved a removal of 99.97% of total coliforms and 99.98% of thermotolerant coliforms and finally the 20% dose achieved a removal of 99.95% of total coliforms and 99.97% of thermotolerant coliforms. Being the 40% dose the most efficient to remove the coliforms present in the waters of the stabilization lagoons San José, Chiclayo. Finally, using doses (20%, 30% and 40%) of *Tagetes minuta* hydroalcoholic extract in a time of 144 hours, they comply with the Environmental Quality Standards in water for irrigation of vegetable crops and animal drinking declared by the Ministry of the Environment.

Keywords: Residual water, removal, coliforms, extract.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se observa como el agua es contaminada por diferentes actividades productivas, este problema encamina a muchas personas a utilizar aguas sin un tratamiento previo en sus actividades agrícolas, es por ello que urge una solución hacia estas aguas y de esta manera ser reutilizadas beneficiando a las personas y al medio ambiente (Lamrini et al. 2021).

En América del Sur es notoria esta problemática, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que aproximadamente un 71% del agua residual regresa al río sin un tratamiento adecuado (Tripathi et al. 2023).

Se ha determinado que las aguas residuales de América del Sur están siendo contaminadas por diferentes actividades entre las que resalta la minería, en donde emplean considerables cantidades de agua en el proceso de extracción y separación de metales, posterior a esto el agua contaminada se dirige hacia los ríos o a los mantos de agua subterránea generando una contaminación severa que permanecerá durante prolongado tiempo (Guadarrama et al., 2016).

El Perú es un país con abundantes recursos naturales, no obstante, con un manejo inadecuado, lamentablemente al recurso agua no se le da mucha importancia, ya que grandes cantidades provienen de urbes costeras y otras son contaminadas por empresas mineras y textiles, en el proceso de adquisición de materia prima, esto genera la desaparición de ecosistemas acuáticos dejando a las especies sin su hábitat para realizar sus actividades (Larios et al. 2015).

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego afirma que existe una liberación por año de 959.9 metros cúbicos (m^3) de agua contaminada hacia el agua de la superficie, subterránea y marina, de estos el 64% son domésticas, 5.6% industriales, 4.4% pesqueras, 25.4% mineras y 0.2 de efluentes petroleros (ANA ,2021).

El 7 de junio de 2017 Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones adicionales, DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. El cual tiene como objetivo recopilar las disposiciones autorizadas a través del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-

MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aceptan los ECA para Agua, quedando sometido a lo implantado en el vigente Decreto Supremo y Anexo.

El agua residual proviene de las viviendas e industrias, de esta forma tienen elementos contaminantes causados por desechos urbanos e industriales. Las lagunas de estabilización ubicadas en el distrito de San José, Chiclayo, reciben la descarga de aguas residuales de viviendas e industrias provenientes de: Chiclayo, José Leonardo Ortiz y La Victoria, en las que existe una alta presencia de distintos microorganismos dañinos. Existen publicaciones las cuales demuestran existencia de elevadas concentraciones de coliformes en estas lagunas, además manifestaron que, de acuerdo a los parámetros registrados, el tratamiento no es eficaz en la eliminación parcial de sólidos suspendidos (DBO) y coliformes, se evidencia que existe remoción del 57% de coliformes. Los valores adquiridos sobrepasan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de PTAR, del DS N° 003 – 2010 MINAM (Rentería, 2020).

El fluido de las lagunas de estabilización ubicadas en el distrito de San José es empleada por los pobladores del lugar para el regadío de cultivos de planta de tallo corto, las cuales son comercializadas en distintas zonas de la urbe para luego ser consumidas por los habitantes de la ciudad de Chiclayo, las cuales a largo plazo afectan su salud, por este motivo se emplea el extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* para la remediación de estas aguas contaminadas.

De esta manera nos conlleva a plantear la pregunta: ¿Qué tan eficiente es el extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* (huacatay), en la remoción de coliformes en las lagunas de estabilización San José?

La presente investigación se justifica, en el ámbito teórico, ya que posee el propósito de mostrar nuevas decisiones y usar nuevos conocimientos para ser aplicados en la nueva técnica de remoción de coliformes en agua residual y de esta manera alcanzar un saneamiento y equilibrio del agua contaminada, esta técnica puede considerarse como una vía para adquirir agua descontaminada y ser empleada donde sea factible. En el campo práctico tiene el propósito de enseñar a utilizar un nuevo procedimiento para recuperar agua contaminada con presencia de coliformes, asimismo, ofrecer un modelo para su restauración y su empleo en

diversos entornos. En la parte económica este estudio es de mínimo costo debido a la facilidad en la obtención de la plántula *Tagetes minuta* (huacatay), que la podemos encontrar en diferentes puntos de ventas. En la parte ambiental está técnica se utilizará para sustituir los productos químicos (cloro granular o hipoclorito de calcio) y optar por el extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*, en el ámbito social este estudio debe ser recomendado a empresas que contengan problemas similares, y de esa manera mejorar el agua, beneficiando a las personas y medio ambiente.

De este modo, la presente investigación nos encamina a plantear el siguiente objetivo general, Determinar la eficiencia del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*, para la remoción de coliformes en las lagunas de estabilización San José, Chiclayo. Asimismo, los objetivos específicos: Describir la planta *Tagetes minuta*, diferentes usos y actividad biológica; describir los impactos hacia el ambiente y hacia las personas causados por la utilización de aguas residuales por medio de una matriz Leopold; elaborar extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* y aplicarlo en distintas dosis; comparar los valores iniciales y finales de la remoción de coliformes del agua residual de las lagunas de estabilización, San José, Chiclayo con los estándares de calidad ambiental - ECA. Teniendo como hipótesis “Cuál es la dosis óptima para la remoción de coliformes en las lagunas de estabilización, San José, Chiclayo”.

II. MARCO TEÓRICO

Para una mejor comprensión del problema y su posible solución se revisó la bibliografía científica correspondiente, en la que resaltan los siguientes antecedentes:

Uzabakiriho, Sinayobye y Habimana (2015), evaluaron el potencial antibacteriano del extracto de la plántula verde y seca de *Tagetes minuta* enfrentada a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* a través del método de difusión en disco y al final confrontarlo contra la penicilina. Al final manifestaron gran condición antibacteriana ante microbios patógenos probados, en el cual la dimensión para *Escherichia Coli* osciló entre 12-14 mm (extracto fresco), 14-16 mm (e. secos), 17-19 mm en extracto de metanol y 22-23 mm en penicilina. Asimismo, los investigadores informan que estos extractos aguados contienen suficiente eficiencia para contrarrestar ciertos microbios debido primordialmente a su composición química y los bioactivos de la plántula, *Tagetes minuta* es de origen orgánico y poseen impactos hacia *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Llegaron a la conclusión que la planta *Tagetes minuta*, es principalmente utilizada en las localidades campestres en las cuales la actividad es habitual por la fácil llegada a la planta y al precio parcialmente bajo.

Latifian, et al., (2021), evaluaron las actividades antibacterianas y antifúngicas de extractos de diferentes partes de *Tagetes patula*, *Tagetes erecta* y *Tagetes minuta*. Elaboraron extractos de metanol los cuales se combinaron, filtraron y concentraron a sequedad utilizando un evaporador rotatorio a 40 °C. Evaluaron los extractos por sus actividades antimicrobianas in vitro contra nueve cepas indicadoras (tres bacterias Gram-positivas, tres bacterias Gram-negativas y tres hongos), por ensayo de difusión en pozo de agar. Se utilizó la técnica de microdilución con agar para delimitar las condensaciones diminutas de inhibición (MIC) de los extractos que revelaron acción microbicida ante bacterias Gram positivas y *P. erythroseptica*. Los extractos de hojas de *Tagetes patula* condujeron a la mayor actividad antibacteriana contra *B. subtilis* ATCC 6633 con un halo de inhibición de 17 mm y un valor MIC de 256 µg/ml. Concluyendo que sus hallazgos hacen una excelente contribución para revelar la actividad antimicrobiana de *Tagetes erecta*, *Tagetes patula* y *Tagetes*

minuta al comparar las partes de hojas, brotes y flores extraídas con metanol en una sola configuración experimental.

Kyarimpa, et al., (2014), obtuvieron aceite esencial de *Tagetes minuta* por hidrodestilación. Lo probaron contra *Anopheles gambiae* de tercer y cuarto estadio para determinar la actividad larvica. Estudiaron seis concentraciones diferentes de este aceite esencial y se compararon con la de metil paratión, un insecticida organofosforado sintético durante 24 horas. Los resultados indicaron la presencia de trans-ocimeno 15,89 %, l-verbenona 15 %, limoneno 8,03 %, tegetona 3,56 % y 2-pinen-4-ona 7,84 % como compuestos principales en el aceite esencial. Concluyeron que, la eficiencia del aceite esencial de *T. minuta* es comparable a la de los insecticidas sintéticos y puede estudiarse más en lugar de convertirse en una posible alternativa.

Neyra (2020), en su investigación evaluó el extracto *Moringa oleífera* (MO) en la remediación de agua, la capacidad de remoción de coliformes y turbidez. Evaluaron su eficacia comparando distintas dosis 10%, 20% y 30% de MO y sulfato de aluminio. En sus resultados, hallaron diferencias resaltantes en los dos coagulantes, no obstante, la dosis al 30% de MO en un tiempo de 6 días, removi6 mayor cantidad de coliformes en un 99%, turbidez y pH. Concluye que, la presente investigación contribuirá en abrir una nueva vía para la utilización de plantas como MO para tratar aguas residuales y subterráneas.

Bazán & Benites (2014), en su investigación determinaron las características farmacológicas de *Tagetes minuta* y cuantificaron los flavonoides presentes en el extracto de sus hojas. Los resultados que obtuvieron fueron: humedad 8.71%, materias extrañas 0.127%, cenizas insolubles en ácido 2.08%, cenizas totales 16.77%, sustancias solubles en agua 35.15%, sólidos totales en extracto fluido 4,1 g/100 ml y sólidos totales en macerado 1.14 g/100 ml. El tamizaje fitoquímico mostro lo siguiente: taninos, triterpenos, flavonoides, esteroides y alcaloides. Por último, hallaron 0.0154% de flavonoides. Concluyendo que, los hallazgos contribuirán al conocimiento fitoquímico de *Tagetes minuta*, y ayudarán a confirmar las propiedades que se le atribuyen.

Kihampa, et al., (2011), analizaron el desempeño de *Solanum incanum* Linnaeus a manera de condensador y esterilizante para la depuración del agua. El experimento de coagulación-floculación se llevó a cabo con un equipo Phipps and Bird PB-700 probador de tarros. Los resultados muestran que la coagulación depende del contenido de Fe (II) y el desinfectante de los compuestos de productos naturales bioactivos de la planta. Las remociones de turbidez fueron 96, 97 y 75% hacia agua cruda con suciedad de 450, 300 y 105 NTU. La eliminación de coliformes fecales aumentó con la concentración de coagulante, mostró una eliminación máxima del 99 % a $2,2 \times 10^{-4}$ g/ml. La turbidez y las concentraciones de SO_4^{2-} del agua tratada cumplen con los estándares de Tanzania y las pautas de la OMS para el agua potable, mientras que los recuentos de coliformes fecales excedieron los valores recomendados. Concluyen indicando que, *Solanum incanum* es prometedor como producto coagulante y desinfectante para la purificación del agua.

Beheshti, et al., (2015), aislaron e identificaron colifagos líticos específicos e investigaron sus efectos en cepas nativas y estándar de *Escherichia coli*, así como en las poblaciones de coliformes del agua residual municipal. El agua residual municipal se trató con colifagos líticos aislados y se examinó la reducción del número más probable (NMP). La remediación de aguas residuales municipales con la mezcla de colifagos resultó en una disminución de 22 veces del NMP de los coliformes de 2400 a 110 después de dos horas de incubación. Este es el primer informe sobre el aislamiento y la identificación de dos nuevos miovirus y podovirus líticos del río Zayandehrood en Isfahan que tuvieron efectos líticos en las cepas de *Escherichia coli* PTCC13 y *E. coli* SBSWF27, así como en la población de coliformes del agua residual municipal de Isfahán. Por lo que los investigadores sugieren que la utilización de estos colifagos líticos para la minoración de la población de coliformes en aguas residuales podría considerarse como una alternativa eficaz y sencilla para el costoso reemplazo de instrumentos y establecimientos de antiguas lagunas de tratamiento de agua residual.

Mathlouthi, et al., (2021), investigaron y probaron la formación de anti biopelículas de varios componentes de aceites esenciales extraídos de plantas medicinales seleccionadas en EPEC y cepas silvestres de *Escherichia coli*. Donde descubrieron que los aceites extraídos de la familia *Asteraceae* y sus principales constituyentes

comunes al 0,031 y 0,062 % inhiben significativamente la formación de biopelículas sin dañar el desarrollo de las células planctónicas. Además, tres plantas pertenecientes a esta familia (*Artemisia herba alba*, *Artemisia campestris* y *Artemisia absinthium*) jugaron papeles importantes en la actividad antimicrobiana. Curiosamente, sus aceites esenciales redujeron la capacidad de *E. coli* (las cepas EPEC y K12) para formar una biopelícula. El ensayo de reducción de cristal violeta mostró que los extractos de plantas probados redujeron la formación de biopelículas con la inhibición de la unión bacteriana hasta en un 45 % para EPEC y un 70 % para *E. coli* K-12 después de 24 horas de tratamiento con 0,62 mg ml⁻¹. Los resultados indican que el locus de borramiento de enterocitos (LEE) adquirido por transferencia horizontal promueve la formación de la lesión de fijación y borramiento (A/E) y aumenta la capacidad de la cepa fotógena (EPEC) para formar una biopelícula. Concluyeron que, los aceites esenciales constaban de treinta y cuatro compuestos. Chamazuleno (39,21%), β-pineno (32,07%) y α-tujona (29,39%) fueron los principales constituyentes de los aceites esenciales de *Artemisia herba alba*, *Artemisia absinthium* y *Artemisia campestris*, respectivamente.

Asghari, et al., (2022), llevaron a cabo un experimento de invernadero con núcleos de suelo y aplicación de aguas residuales para investigar los efectos del biocarbón y la zeolita en la movilidad del nitrógeno y las bacterias coliformes durante la lixiviación de columnas empacadas por un suelo franco limoso. Se cultivaron plantas de *Triticum aestivum* en núcleos con y sin biocarbón y zeolita regadas con aguas residuales municipales durante 4 meses en el invernadero. La aplicación de biocarbón o zeolita disminuyó significativamente ($p \leq 0.05$) la pérdida de nitrato y amonio en el suelo después del proceso de lixiviación, en comparación con sus contrapartes no tratadas. El biocarbón tuvo mayores efectos de disminución de bacterias coliformes en el lixiviado que la zeolita. La aplicación de 5 % p/p de biocarbón también disminuyó la dimensión del lixiviado en un 11 % en confrontación con el control, pero el uso de 5 % p/p y 10 % p/p de zeolita aumentó el volumen de lixiviado en comparación con las columnas no tratadas en 21 % y 48%, respectivamente. Concluyen que, en conjunto estos datos resaltan la necesidad de considerar los beneficios potenciales del biocarbón y la zeolita como enmienda del

suelo para reducir la movilidad del nitrógeno y eliminar las bacterias coliformes en la fase de lixiviación de las aguas residuales municipales en sistemas agrícolas.

Vega, et al., (2021), evaluaron la utilización del extracto aguado de granos de *Moringa oleífera* (MO) en tratamiento terciario de agua residual doméstica por medio de coagulación, floculación, sedimentación y filtración granular rápida. Se realizaron pruebas de jarra con filtro de arenilla y evaluaron la capacidad de remoción de turbidez, DBO, DQO, TOC, nutrientes, lodos generados, pH y consumo de alcalinidad. También evaluaron los efectos sobre la carga bacteriana (coliformes totales y *Escherichia coli*), la actividad antibacteriana in vitro (*Escherichia coli* Strain ATCC 25922) y la citotoxicidad (células Vero). MO a la dosis óptima de 600 mg/L presento soluciones estadísticamente iguales al uso de alumbre (200 mg/L), logrando carga bacteriana, turbidez y remoción de color aparente superiores al 99 %, 92 % y 66 %, respectivamente. Por otro lado, el alumbre, al aumentar la dosis de MO no consumió la alcalinidad ni cambió el valor del pH. MO no mostró actividad antibacteriana significativa, lo que puede estar relacionado con las dosis aplicadas. Estos resultados enfatizaron que este extracto aguado de granos de MO posee el potencial de emplearse como coagulante para el tratamiento terciario de agua residual doméstica, pero se recomienda un proceso de purificación de extracción de proteínas catiónicas de las semillas de MO cuando la carga orgánica del efluente es una preocupación.

Adelodún, et al., (2019), investigaron la eficiencia remoción de turbidez, DBO y la DQO de agua residual municipal bajo las condiciones de operación de pH (5–7), Dosis de *Moringa oleífera* (50–200 mg/L), y tiempo de asentamiento de (60–240 min) usando un diseño compuesto centrado (FCCCD). Los resultados experimentales de FCCCD se ajustaron al modelo cuadrático de segundo orden para aproximar la eficiencia de cada factor cambiante y sus comunicaciones en las respuestas de interés. Los resultados obtenidos revelaron que, bajo las condiciones óptimas de operación de pH, MO Dosis, y tiempo de asentamiento de 6,01, 182,74 mg/l y 228,08 min, respectivamente, los valores predichos de eficiencias de eliminación de turbidez, DBO y DQO fueron 98,20 %, 92,96 % y 78,82 %, respectivamente. Este estudio demostró la efectividad de FCCCD con una función de deseabilidad para optimizar las condiciones del proceso (pH, Dosis MO, y tiempo

asentamiento) de coagulación para las eficiencias de eliminación de turbidez, DBO y DQO.

Latrach, et al., (2018), investigaron la eficiencia de eliminación nitrógeno, fósforo, coliformes y patógenos de las aguas residuales domésticas rurales en un sistema de capas múltiples de suelo (MSL) de flujo vertical de dos etapas. La configuración experimental incluyó dos sistemas MSL similares compuestos por dos capas: capas de mezcla de suelo (SML) y capas permeables de grava (PL) que están dispuestas en un patrón similar a un ladrillo. La tasa de carga hidráulica aplicada fue de 1000 L m⁻² día⁻¹. Obtuvieron como resultados, la mayor parte de la anulación de contaminantes físico químicos ocurrió mientras las aguas residuales se filtraban a través de la primera etapa de MSL. La segunda etapa demostró una mejora en la reducción de todos los contaminantes, especialmente indicadores de bacterias fecales y patógenos. Las tasas de eliminación total promedio realizadas por el sistema MSL de dos etapas fueron 97 % para TSS, 96 % para DBO₅, 91 % para DQO, 96 % para TN y 95 % para TP. Para los indicadores bacterianos, la combinación del sistema MSL de dos etapas logró altas remociones logarítmicas entre 2,21 y 3,15 unidades logarítmicas. Por lo tanto, concluyeron que, la combinación del sistema MSL de flujo vertical de dos etapas podría considerarse una solución de remediación de agua residual doméstica eficiente y prometedora en países áridos para promover la protección ambiental y la reutilización de aguas residuales.

Zidan, et al., (2023), evaluaron la eficacia de la planta híbrida de múltiples capas de suelo (MSL) en la remediación de agua residual doméstica para su aprovechamiento en el regadío de parques. La planta de tratamiento investigada se compone de un tanque séptico solar seguido de una unidad MSL de flujo vertical (VF-MSL) en serie con una unidad MSL de flujo horizontal subterráneo (HSSF-MSL). Se tomaron muestras de aguas residuales bimestralmente del efluente de la planta, respectivamente. La eficiencia de eliminación media fue del 75 %, 42 %, 67 % y 47 %, respectivamente. Además, el VF-MSL combinado con el sistema HSSF-MSL dio como resultado una eliminación significativa de nitrógeno, así como una reducción significativa (< 0,05) de materia orgánica y fósforo con una disminución del 97 %, 79 %, 76 % y 27 % respectivamente, para TSS, COD, TP y TN. Para los

indicadores de bacterias fecales, el sistema híbrido MSL logró altas remociones logarítmicas, alcanzando 2,88 unidades logarítmicas durante dos años de monitoreo. La planta híbrida multi capa de suelo investigada ha demostrado ser eficaz en términos de calidad del agua empleada para espacios verdes en espacios urbanos.

Sarpong, et al., (2010), estudió el uso de extracto de granos de *Moringa oleífera* (MO) con acción coagulante para una fuente de agua de río local con respecto a la eliminación de turbidez y la reducción de coliformes totales. Se evaluaron soluciones acuosas de MO en polvo y sulfato de aluminio convencional (alumbre). La calidad del agua tratada se analizó utilizando un procedimiento de prueba de jarra estándar y se comparó con la obtenida con alumbre. Sobre la base de estos experimentos exploratorios, se estableció y aprobó una dosis de equivalencia. A la dosis de equivalencia estimada, la eliminación de la turbidez fue prácticamente la misma entre los dos coagulantes; sin embargo, el extracto de *Moringa oleífera* no fue tan eficiente como el alumbre hacia una minoración de coliformes totales. La utilización de este coagulante natural no afectó el pH y la conductividad del agua a la dosis utilizada. Las soluciones acuosas de cloruro de sodio de MO en polvo mostraron una marcada mejora en la eficiencia de la coagulación; sin embargo, la extracción de sal en los niveles explorados aumentaría considerablemente la salinidad de la fuente de agua.

Alam, et al., (2020), investigaron la eficacia combinada del extracto de hojas y semillas de *Moringa oleífera* en la purificación de aguas subterráneas. Se utilizó el método de prueba del frasco para analizar la efectividad de extracto de plantas de *Moringa oleífera* (en combinación) en diferentes parámetros de calidad de las aguas subterráneas. El tratamiento con el extracto de planta combinado (semilla y hoja) dio como resultado una mejora significativa de varios parámetros fisicoquímicos (dureza, pH, turbidez, sólidos disueltos totales (TDS) e impurezas metálicas) y biológicos (recuento de *Escherichia coli*) sobre extractos individuales de semillas y hojas, en muestras de agua subterránea. Los hallazgos experimentales han demostrado claramente la mayor eficacia de purificación del extracto de hexano de materiales vegetales combinados en comparación con los extractos individuales, lo

que nos brinda un potente coagulante natural que podría combatir los efectos secundarios de los coagulantes químicos.

Bazzo, et al., (2021), aplicaron un diseño experimental para optimizar las condiciones operativas (masa de semilla, concentración de sal y pH) para emplear *Ceratonia siliqua* (algarrobo) y *Moringa oleífera* (moringa) como agentes coagulantes/floculantes para el tratamiento de aguas. Este estudio se realizó con agua cruda de alto nivel de turbidez, 83,7 NTU. El agua cruda captada también se caracterizó según pH, color, Carbono Orgánico Total (TOC), Carbono Orgánico Disuelto (DOC) y Materia Orgánica Disuelta (DOM), con valores de 6,7, 178 NTU, 6,80, 2,45 y 138,58 mg/ L respectivamente. En estas condiciones, el coagulante de *Moringa oleífera* alcanzó 90%, 86%, 6%, 67% y 81% de remoción de turbidez, color, DOC, TOC y DOM, respectivamente, mientras que el coagulante de algarroba alcanzó 85%, 76%, 5%, 55,6%, 66,7%, respectivamente para la eliminación de los mismos parámetros. Concluyeron que, los resultados podrían considerarse prometedores, y los polímeros naturales de algarrobo y moringa pueden sugerirse como agentes alternativos en las etapas de coagulación/floculación para el tratamiento del agua.

Rachdi, et al., (2017), en su trabajo evaluaron el potencial de la planta de cactus (*Opuntia ficus*) como floculante. Probaron una técnica que adopta tres tratamientos secuenciales que utilizan procesos de coagulación, floculación y sedimentación bajo ciertas condiciones de operación. Para ello utilizaron sulfato de aluminio (AS) como coagulante y jugo fresco de cladodios (FCJ) como biofloculante. Todas las pruebas se llevaron a cabo en aguas residuales urbanas de alta turbidez recogidas en la planta de tratamiento de aguas residuales. Los experimentos con esta pareja AS/FCJ muestran resultados muy interesantes: una alta remoción de turbidez (TUR), sólidos en suspensión (SS) y demanda química de oxígeno (COD). Los porcentajes de reducción de estos parámetros son 93,65%, 82,75% y 64,30% respectivamente. Los resultados experimentales del presente estudio demuestran que la eficiencia de eliminación de turbidez, SS y DQO de la nueva técnica es superior a la del proceso convencional (solo con AS). Mediante esta técnica, ahorramos un 50% en la dosis de AS. Además, los flóculos formados por el tratamiento con AS/FCJ son gruesos y fácilmente sedimentables.

Wagh, et al., (2022), en su estudio acerca de la aplicación de la semilla de *Moringa oleífera* como adsorbente natural para tratar aguas residuales de lácteos sintéticos. Evaluaron los efectos del pH, el tiempo de agitación, la dosis de solvente y la eficacia de las semillas de *M. oleífera* para la eliminación de la turbidez. Los resultados que lograron fueron, que la semilla de *M. oleífera* elimina la turbidez en un 95 % y el color en un 94 % usando 0,22 g de polvo de vaina y 0,2 L de 1,0 g/L de aguas residuales de lácteos sintéticos. Las semillas de *M. oleífera* secadas naturalmente eliminan la turbidez en un 95 %, las semillas secadas al sol eliminan la turbidez en un 52 % y las semillas secadas en horno en un 45 %. El rango de pH entre 5 y 8 es más adecuado para degradar la turbidez y el color. Concluyendo que, en presencia de un coagulante catiónico soluble en agua, la proteína tiene un gran potencial para eliminar la turbidez y el color de las aguas residuales.

Prosiguiendo con el estudio consideramos diferentes autores que detallan: la especie *Tagetes minuta* es originaria de Sudamérica (Bolivia, Paraguay, Chile, Perú y Argentina), pertenece a la familia *Asteraceae*, en nuestro país es más reconocida como huacatay y se caracteriza por tener un olor agradable, su altura oscila entre 60 a 100 centímetros (cm) y posee flores, largas y aglomeradas. Suele crecer en lugares con presencia de humedad desde el nivel del mar hasta 100 msnm, esta planta se dispersa a través de semillas las cuales demandan presencia de luz para germinar (Kumar, et al., 2020).

Además, es una planta aromática con gran cantidad de compuestos secundarios, se utiliza como medicamento en su sitio originario para enfrentar indigestión y náuseas, asimismo, se emplea en el arte culinario como condimentos para comidas y para elaboración de bebidas. Es utilizada como repelente para mosquitos y extraen aceites esenciales que son utilizados en perfumería (Chalchat, et al., 2015).

Asimismo, muestra propiedades antimicrobianas frente a microorganismos Gram positivos y negativos (*Escherichia coli* y *Streptococcus*), por ello, en la actualidad se está impulsando las investigaciones de este recurso natural, *Tagetes minuta* evidencia compuestos químicos tales como limoneno, taninos y alcaloides, a los cuales se les reconoce características teniendo acciones antimicrobianas, antioxidantes, antifúngicas y antiinflamatorias (Kaul, et al., 2005).

El extracto se puede describir como una sustancia que se obtiene de la extracción de una fracción de un recurso natural (planta), utilizando un solvente como alcohol etílico. El extracto de la planta *Tagetes minuta* es una preparación concentrada con el principio activo de una planta, puede hallarse en forma líquida o sólida, esta se puede ejecutar con plantas frescas, semisecas y secas. Un extracto hidroalcohólico es una maceración en alcohol etílico de distintas mediciones de acuerdo al activo que se va a extraer (Salehi, et al., 2018).

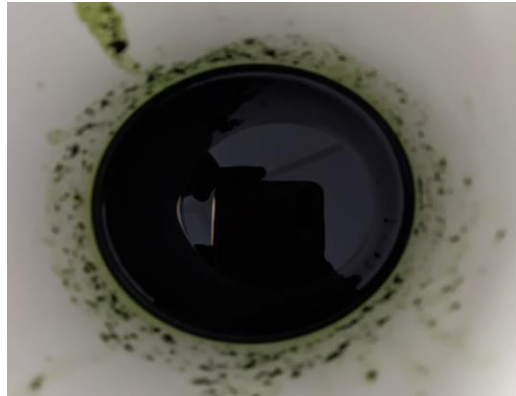


Figura 01. Extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*

Fuente: Elaboración propia

Los coliformes son un conjunto de bacterias comúnmente vinculadas al suelo, agua y tracto intestinal de animales, se utilizan como indicador de insalubridad en obtención de bebidas y alimentos. La existencia de estas bacterias en el agua indica que el agua está contaminada con aguas residuales y diferentes residuos en putrefacción (Latrach, et al., 2018).



Figura 02. Coliformes

Fuente: Latrach, et al., 2018

Los coliformes totales son bacterias que pueden encontrarse en el ambiente, si bien su existencia no señala contaminación fecal, informan que el objeto se encontró exhibido a una contaminación general (frutas sucias) (Latrach, et al., 2018).

Los coliformes termotolerantes, se definen como un subgrupo de los coliformes totales que aumentan y fermentan la lactosa en altas temperaturas de incubación, de tal manera que, son destinados como coliformes termotolerantes, teniendo como representante principal a *Escherichia coli*, de origen fecal (Vega, 2021).

La bacteria *Escherichia coli* es perteneciente a la comunidad coliforme, capaz de fermentar lactosa, y de esta manera produce gas a $44,5 \pm 0,2$ °C durante 24 horas. Este grupo de bacterias es indiscutible, esto confirma su rol más particular de individuo el cual advierte contaminación, ya sea en agua tratada o en agua natural (Beheshti, et al., 2015).



Figura 03. Bacterias más representativas de los coliformes termotolerantes

Fuente: Beheshti, et al., 2015

La remoción de coliformes se explica como la eliminación de esta bacteria de un cuerpo de agua por un método específico que el investigador utiliza en este caso con la utilización de extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* (Cerna & Rivera, 2019).

Las aguas residuales son las que han sido empleadas en lugares domésticos, urbanos e industriales, de esta manera se concluye que las aguas residuales contienen elementos contaminantes; el agua residual se clasifica de la siguiente manera: aguas domésticas, industriales, agrícolas y urbanas (Tripathi, et al., 2023).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación es aplicada, ya que su objetivo es resolver problemas prácticos y concretos de la humanidad o las diversas entidades que se apoyen a una indagación básica, por lo tanto, este estudio incluye una serie de actividades para tratar el agua contaminada midiendo la eficiencia del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* para reducir los coliformes (Álvarez, 2020).

El enfoque de este estudio es cuantitativo, ya que se recopila toda la base de datos para responder las interrogantes de investigación mediante el uso de las técnicas estadísticas, con la intención de interpretar, predecir y calcular sus resultados, las aguas grises generan altos índices contaminantes por lo tanto se requiere una amplia investigación de dicha problemática (Sánchez, 2019).

El diseño del estudio es experimental, es un proceso que busca un resultado factible de una causa que se manipule. Por lo tanto, se realiza una secuencia de procedimientos para manipular la variable independiente (eficiencia del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*), donde se evalúa la efectividad de la variable dependiente (Reducción de coliformes) (Guevara, et al.2020).

Tabla 01. *Dosis de extracto hidroalcohólico aplicadas*

Tratamiento	Descripción	Tiempo	
M	Agua residual		
T1	extracto al 20%	72 horas	144 horas
T2	extracto al 30%		
T3	extracto al 40%		

Fuente: Elaboración propia

Además, es sistemático, porque a partir del planteamiento de una hipótesis se recolectan datos con un fin predeterminado que, luego de examinados y descifrados, aportan estudios novedosos e innovadores para los que existen (González, et al., 2016).

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Reducción de coliformes.

Es la solución que calculamos para comprobar si el agente empleado causo algún impacto, en este caso es la reducción de coliformes, el cual depende de la eficiencia del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* (Cerna, et al. 2019). Los coliformes son grupos de bacterias que se puede encontrar en el ambiente de origen fecal o de forma bacilar, estas bacterias tienen propiedades de ser aerobias y anaerobias; representando de manera habitual cuatro géneros como: *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Escherichia* y *Klebsiella*.

Variable independiente: Eficiencia del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*.

Es independiente porque no espera lo que sucede en el ensayo, por lo que, es lo que el tesista escoge, crea o anexa al ensayo (Kyarimpa, et al, 2014). El agente antibacteriano de este estudio será el extracto de huacatay, donde obtendremos un concentrado de la planta *Tagetes minuta* con gran cantidad de compuestos químicos, con distintos procedimientos. El cuadro de operacionalización de variables está detallado en el anexo 01.

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo

La población está compuesta por la totalidad de las aguas de las lagunas de estabilización del distrito de San José, Chiclayo. Estas lagunas están ubicadas en el Km 6 de la carretera Chiclayo-San José. Se define como un conjunto de elementos (organismos y personas) donde está delimitada la problemática y sus objetivos para el trabajo de investigación (Lunsford & Lunsford, 1995).

Criterios de inclusión:

- Aguas pertenecientes a las lagunas
- Aguas con corrientes homogéneas

Criterios exclusión:

- Aguas que no pertenecen a las lagunas

- Aguas profundas y detenidas.
- Colección de suciedad

Para el presente trabajo se obtuvo una muestra conformada de 1 litro de agua procedente de las lagunas de estabilización, la que se llevó al laboratorio para sus respectivos análisis. López (2015), define la muestra a manera de una selección de una mínima porción del total (población).

Se aplicará el muestreo no probabilístico por conveniencia, porque las etapas de categorización ocurren de acuerdo al juicio y conveniencia de los investigadores (Bhardwaj, 2019). El muestreo es la disciplina que abarca un conjunto de métodos, técnicas y procedimientos para obtener una muestra apropiada y realizar un análisis a partir de la misma (Bhardwaj, 2019). Este muestreo se desarrolló bajo la Resolución Jefatural N°010-2016-ANA, donde señala reglas, requisitos y procedimientos para tener en cuenta en el muestreo de agua. En esta investigación se trabajó con el muestreo no probabilístico por conveniencia.

La unidad de análisis, está representada por 1.000 ml de agua residual.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para reunir los datos correspondientes al muestreo de agua residual, se empleó la técnica de observación, guiados de acuerdo al protocolo nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial. Asimismo, para la elaboración del extracto hidroalcohólico nos guiamos de Mendoza & Ávila, 2020. El análisis de coliformes se inició esterilizando los materiales a utilizar en el laboratorio y preparando los medios de cultivo, luego nos guiamos de la técnica de fermentación de tubos múltiples para bacterias del grupo coliforme. Los instrumentos empleados fueron las fichas de registro de datos, en las cuales se plasmaron todos los datos observados.

Técnicas

Engloban un conjunto de procedimientos organizados sistemáticamente cuya finalidad es garantizar la operatividad del proceso investigativo.

Instrumentos

Es una herramienta de la cual se apoya el investigador para recolectar información que lo lleve a desarrollar su investigación.

Ficha de recolección de datos: material realizado por los investigadores, donde se registraron los datos obtenidos.

Los datos recolectados se ingresaron a la aplicación EXCEL para ser representados en tablas y gráficos.

3.5. Procedimientos

Recolección, selección y acondicionamiento de la materia prima

Se compró 4 kg de plantas de *Tagetes minuta* en el mercado local, luego se seleccionó y separó las hojas verdes y sanas, se procedió a lavar con agua destilada para quitar residuos, posteriormente se secó a temperatura ambiente por un tiempo de 24 horas, se trituró las hojas obtenidas en un molino casero para finalmente pesar la materia obtenida en una balanza analítica en el laboratorio de microbiología de la Universidad César Vallejo.

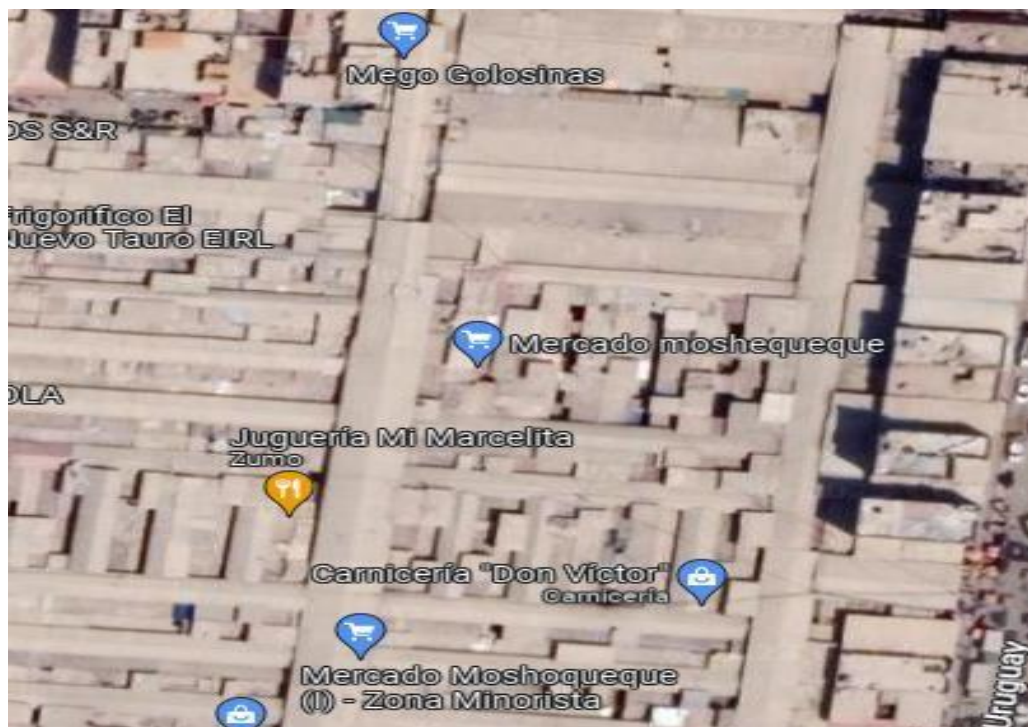


Figura 05. Lugar de obtención de la planta de *Tagetes minuta*

Fuente: Google Earth pro



Figura 06. Planta de Tagetes minuta

Fuente: Elaboración propia

Obtención de extracto hidroalcohólico

Esta etapa se inició con la mezcla del huacatay en polvo (82.3 g) con alcohol etílico (164.6 ml) en un depósito de vidrio. Se dejó en un lugar seguro a temperatura ambiente durante 10 días para su respectiva maceración.

Pasados los 10 días proseguimos con la filtración utilizando papel filtro, este proceso se desarrolló de manera cuidadosa para separar de manera eficaz el líquido del material sólido. Posteriormente se dejó evaporar el alcohol etílico por 4 horas, para finalmente obtener el extracto hidroalcohólico.

Finalmente se llevó las muestras al laboratorio de microbiología en cooler y refrigerante.

Tabla 02. *Materiales utilizados en el laboratorio para la elaboración del extracto hidroalcohólico*

Materiales	
De laboratorio	Otros
Vaso precipitado (10 ml)	Envase (900 ml)
Mortero	
Balanza analítica	Lapicero
Hoja A4	

Alcohol etílico	Cuadernillo
Papel filtro	
Embudo	Cámara
Placa Petri	fotográfica

Fuente: Elaboración propia

Adquisición de la muestra

El agua residual se obtuvo en las lagunas de estabilización ubicadas en el distrito de San José, carretera Chiclayo - San José.

Tabla 03. *Materiales que se utilizó para obtener la muestra*

Materiales	
<u>De campo</u>	<u>De apuntes</u>
Guardapolvo o chaleco	Folder
Guantes	Ficha de recolección de datos
Mascarilla	
Soga	Lapicero
Balde (6 litros)	
Corcho	Cámara (celular)
Frasco de vidrio esterilizado (Matraz)	Pulmón

Fuente: Elaboración propia



Figura 07. Ubicación de las lagunas de oxidación San José donde se tomó la muestra

Fuente: Google Earth Pro

Tabla 04. Punto de muestreo

Coordenadas UTM	
E	617987.84
N	9250621.16

Fuente: Elaboración propia

Determinación de Coliformes

Para medir las muestras de agua se empleó recipientes esterilizados con una capacidad de 250 ml, dejando un espacio conveniente en el depósito para la oxigenación de microorganismos.

Para la identificación de coliformes nos guiamos del Manual práctico de Análisis de Agua (4ª edición) para el análisis de agua y aguas residuales, empleando la técnica de fermentación de tubos múltiples.

Ejecución de la prueba para análisis de agua residual.

Técnica (NMP) Número Más Probable para el cálculo de coliformes totales.

La técnica NMP, se basa en las bacterias de la agrupación coliformes, poseen la facilidad de fermentar la lactosa cuando se incuba entre 35 y 37°C, en un tiempo de 24 a 48 horas; obteniendo gas y ácido, donde se expresa en las campanas Durham, de tal modo que se verifica la presencia de turbidez en el medio (López y Uribe, 2015).

Esta técnica está normada en la ISO 4831 de 1991.

Ejecución de la prueba del ensayo para agua residual

Prueba presuntiva:

Esta etapa consiste en diluir agua residual con agua de dilución de 10^{-1} hasta 10^{-5} , luego se distribuyó 5 tubos de ensayo en cada dilución seriada que contenían 10 ml de caldo lactosa simple concentración. Luego fue mezclado e incubado a una temperatura de $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 24 o 48 horas. Posterior a 24 o 48 horas si existe la presencia de gas en el interior de los tubos de Durham, indica que la prueba presuntiva es positiva. Se procede hacer la

prueba confirmativa con los positivos y se descarta a los tubos que no tienen presencia de gas.

Prueba confirmatoria de coliformes totales:

Consistió en usar la misma cantidad de tubos que resultaron positivos en la prueba presuntiva. Los tubos contienen el medio de cultivo verde brillante bilis a 2% y las campanas Durham, mediante la ayuda de un Mango Kolle fría antes flameada en un mechero, se retiró una porción de muestra de cada tubo positivo para inocular en cada tubo que contenga el medio de cultivo. Los tubos debidamente rotulados, se dejaron incubar durante 24 a 48 horas a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Después de verificar los tubos, si se observa gas en el interior de los tubos Durham, la prueba es positiva, de lo contrario la prueba es considerada negativa.

Prueba confirmativa para coliformes termotolerantes

Consistió en usar la misma cantidad de tubos que resultaron positivos en la prueba presuntiva (crecimiento después de 48 horas). Los tubos contenían el medio EC y campanas Durham, mediante la ayuda de un Mango Kolle fría antes flameada en un mechero, se retiró una porción de muestra de cada tubo positivo para inocular en cada tubo que contenga el medio de cultivo, posteriormente fue mezclado y dejado los tubos en baño de agua por un periodo de 30 minutos. Finalmente, los tubos debidamente rotulados, se dejaron incubar durante 24 ± 2 a una temperatura de $44.5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ en baño maría. Después se verificó los tubos y si se observa gas en el interior de los tubos Durham, la prueba es positiva para coliformes termotolerantes.

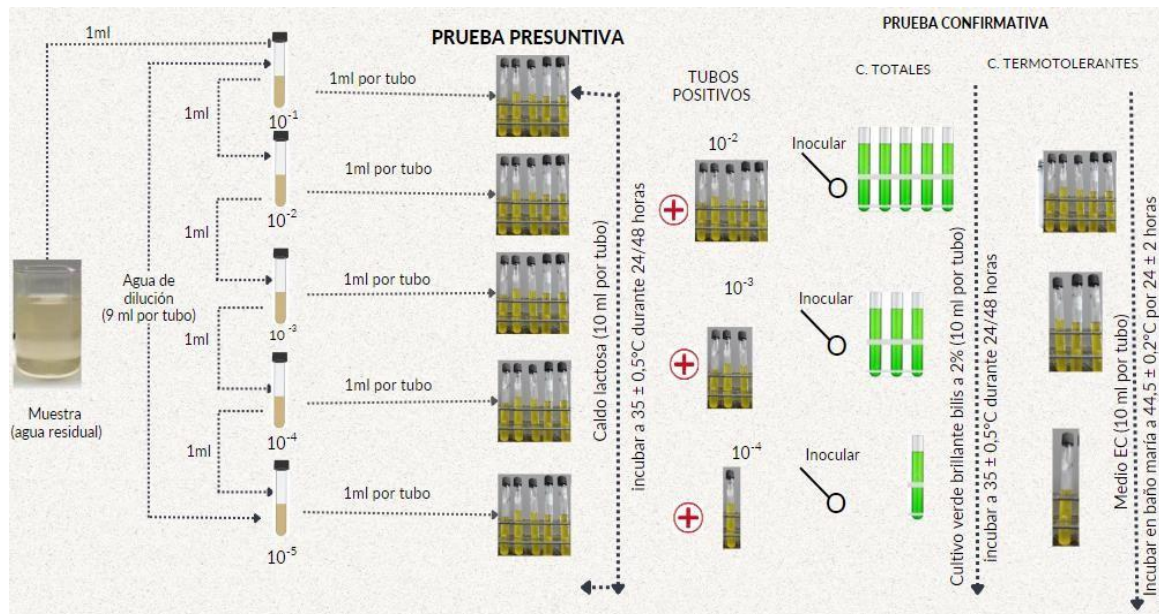


Figura 08. Técnica de fermentación en tubos múltiples para bacterias del grupo coliforme.

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Se expresaron en Número Más Probable NMP/100ml de muestra y la determinación se da según la combinación que forma el número de tubos positivos que presentan las diluciones 1:100, 1:10 y 1:1 en la prueba confirmativa.

Posteriormente se utilizó la fórmula para hallar la cantidad de coliformes finales.

$$\text{NMP/100ml} = \frac{(\text{Valor NMP según tabla 5})(10)}{\text{Volumen mayor estudiado}}$$

Coliformes totales

$$5-3-1 = \frac{(110)(10)}{10^{-2}} = 110\,000 \text{ NMP/100ml}$$

Coliformes termotolerantes

$$5-2-2 = \frac{(90)(10)}{10^{-2}} = 90\,000 \text{ NMP/100ml}$$

Tabla 05. Número Más Probable (NMP) con límite de confiabilidad de 95% para diferentes combinaciones de resultados positivos cuando se emplean 5 tubos para cada dilución (0.1 ml, 1.0 ml y 10 ml)

Combinación de positivos	NMP/100 mL	Combinación de positivos	NMP/100 mL
0-0-0	<2		
0-0-1	2	4-3-0	27
0-1-0	2	4-3-1	33
0-2-0	4	4-4-0	34
1-0-0	2	5-0-0	23
1-0-1	4	5-0-1	30
1-1-0	4	5-0-2	40
1-1-1	6	5-1-0	30
1-2-0	6	5-1-1	50
2-0-0	4	5-1-2	60
2-0-1	7	5-2-0	50
2-1-0	7	5-2-1	70
2-1-1	9	5-2-2	90
2-2-0	9	5-3-0	80
2-3-0	12	5-3-1	110
3-0-0	8	5-3-2	140
3-0-1	11	5-3-3	170
3-1-0	11	5-4-0	130
3-1-1	14	5-4-1	170
3-2-0	14	5-4-2	220
3-2-1	17	5-4-3	280
4-0-0	13	5-4-4	350
4-0-1	17	5-5-0	240
4-1-0	17	5-5-1	300
4-1-1	21	5-5-2	500
4-1-2	22	5-5-3	900
4-2-0	26	5-5-4	1600
4-2-1	26	5-5-5	1600

Fuente: American public association, 1985

Tabla 06. Materiales de laboratorio utilizados para el análisis del Número Más Probable (NMP)

Materiales	
Coliformes totales	Coliformes termotolerantes
Agua de dilución	

Asa de platina con cable de Kolle	Tubos de ensayo con medio EC
Caldo Lactosado doble concentración	Pico de Bunsen o lamparilla de alcohol
Caldo Lactosado simple concentración	
Caldo Lactosado Verde Brillante Bilis a 2%	
Campana Durham	
Estufa bacteriológica	
Gradilla de tubos de ensayo	Asa de platina
Lámpara de alcohol	
Pipeta de 10 y 5 ml	
Pipeta de 1 y 0,1 ml	Baño maría
Tubo de ensayo	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 07. Parámetros analizados

Parámetro	Tiempo de análisis
Coliformes totales	0, 72 y 144 horas
Coliformes termotolerantes	0, 72 y 144 horas
pH	0, 72 y 144 horas
Conductividad eléctrica	0, 72 y 144 horas

Fuente: Elaboración propia



Figura 09. Diagrama del proceso de investigación

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Para analizar los datos recolectados se utilizó la técnica de la estadística descriptiva, donde se utilizó la hoja de cálculo Excel 2016, para realizar las tablas y cuadros respectivos.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación está diseñada por las normas establecidas por la escuela de ingeniería ambiental de acuerdo al código de ética de la Universidad César Vallejo, de la misma manera, se consideró respetar los derechos de propiedad del autor haciéndole lustre la autonomía y la privacidad; ya que facilitan su saber cómo testimonio respectivamente por medio de citas y referencias guiado de la norma ISO 690, por otro lado la información ha sido usada sólo para fines de aprendizaje de forma auténtica donde se utilizó el Turnitin.

IV. RESULTADOS

1. Describir la planta *Tagetes minuta*, diferentes usos y actividad biológica

La planta *Tagetes Minuta* (huacatay) es originaria de Perú, Chile, Ecuador, Bolivia y Paraguay, estas plantas son pertenecientes a la familia *Asteraceae*, En cuba se conocen como, *Tagetes erecta*, *Tagetes patula*, *Tagetes minuta*. Estas especies cuentan con una alta cantidad de propiedades medicinales, sirven como colorantes vegetales para alimentos de consumo humano, aceites, aderezos de comidas, así como compuestos bioactivos con actividades bactericidas, insecticidas y rubro agrícola.

Tabla 08. Taxonomía de la planta *Tagetes minuta*

Taxonomía huacatay	
Reino	Plantae
Clase	Asteranae
División	Spermatophytina
Especie	<i>Tagetes minuta</i>
Género	<i>Tagetes</i>
Infra Reino	Streptophyta
Orden	Asteraceae
Orden	Asterales
Sub-División	Magnoliopsida
Subreino	Viridiplantae
Super División	Tracheophyta
Super Orden	Asteranae

Fuente: Kumar, et al., 2020

En la tabla 08 se detalla la taxonomía de la planta *Tagetes minuta* en la que resalta la especie, familia, clase y división.

Tabla 09. Composición química del extracto de *Tagetes minuta*

Compuesto	Cantidad	Compuesto	Cantidad
α -pineno	933	β -tujona	1119
sabineno	969	(E)-tagetona	1127
mircenol	984	(Z)-tagetona	1135

limonemo + β -felandreno	1024	(Z)-tagetenona	1209
(Z)- β -ocimeno	1032	(E)-tagetenona	1217
dihidrotagetona + (E)-ocimeno	1041	metil timol	1236
n-octanol	1058	Timol	1267
γ -terpineno	1065	β -elemeno	1387
terpinoleno	1082	β -cariofileno	1422
linalool	1086	α -humuleno	1456
alcohol 2-feniletílico	1094	δ -cadineno	1517
<u>α-tujona</u>	<u>1112</u>	<u>Óxido de cariofileno</u>	<u>1577</u>

Fuente: Kaul, et al., 2005

En la tabla 09 se puede apreciar la composición química del extracto de *Tagetes minuta*, principalmente el compuesto y su cantidad respectiva, el compuesto con mayor cantidad es el óxido de cariofileno con 1577, el compuesto con menor cantidad es el α -pineno con 933 y el compuesto que está en promedio es el (Z)-tagetenona con 1209.

Esta planta en Perú se le conoce como huacatay derivado del quechua (wacatay), su ciclo de vida es anual.

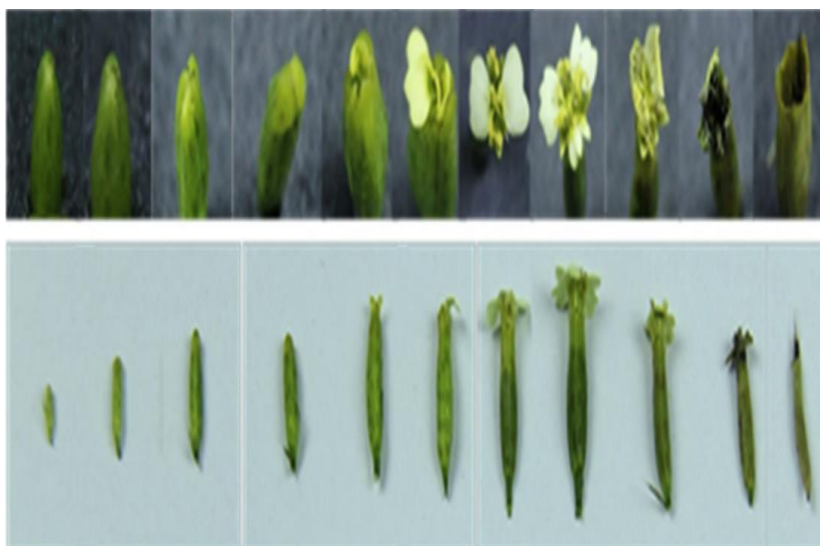


Figura 10. Proceso de desarrollo floral de *Tagetes minuta*

Fuente: Kumar, et al., 2020

En la figura 10 se representa el proceso de desarrollo de la flor de la planta *Tagetes minuta* la cual puede llegar a medir de 0.7 a 1 cm de largo y de 0.15 a 0.3 de ancho, esta flor es de color blanca en su etapa inicial y de color amarillo es su etapa final, asimismo esta planta se propaga a través de semillas con una germinación de 7 días a 2 semanas aproximadamente con bastante luz y una temperatura de 25 C°.

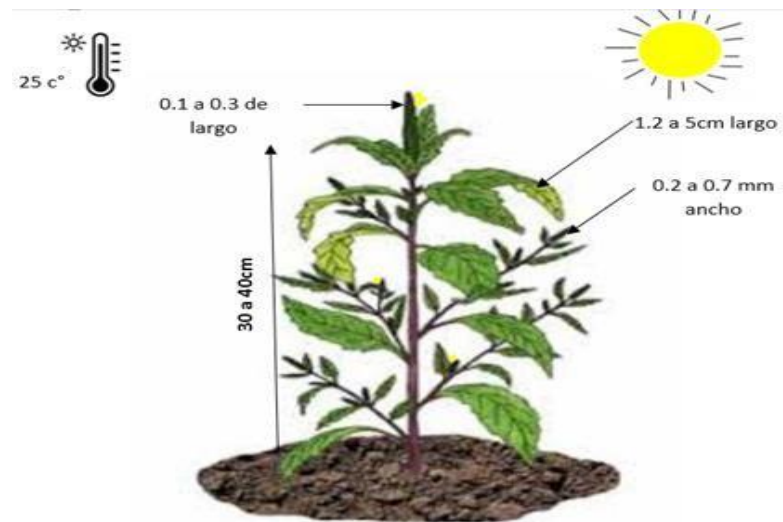


Figura 11. Medidas de las partes de la planta *Tagetes minuta*

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se muestra el tamaño que puede llegar a alcanzar la planta *Tagetes minuta*, en la cual indica que esta hierba generalmente puede llegar a medir de 100 cm a 180 cm de altura, con unas hojas lanceoladas que pueden llegar a medir de 1.2 a 5 cm de largo y de 0.2 a 0.7 cm de ancho.



Plántula



Hojas



Flores



Frutas



Tallos



Raíces

Figura 12. Partes de la planta Tagetes minuta

Fuente: Kumar, et al., 2020



Figura 13. Mapa mundial de distribución del origen de Tagetes minuta

Fuente: BIOPAT Perú -2019

En la figura 13 se representa el mapa mundial de distribución del origen de la planta *Tagetes minuta*, a nivel mundial estas plantas sobresalen con un número de 17500 especies aromáticas que pertenecen a 60 familias, la familia más conocida a nivel mundial es la *Asteraceae* con un número de 1720 en su género y 24000 en especie esparcida por todo el planeta, su origen de esta familia es de Sudamérica que actualmente representa a los grupos más ricos de angiospermas.



Figura 14. Mapa de distribución de *Tagetes minuta* en Amazonas, Perú

Fuente: Castro, et al., 2019

En la figura 14 se manifiesta la distribución de la planta *Tagetes minuta* en la selva amazónica del Perú, las localidades que resaltan son: condorcanqui, bagua, bongará, utcubamba, luya, rodríguez de mendoza y chachapoyas. En estos lugares es donde es más habitual encontrar esta planta la cual es utilizada por los pobladores del lugar para remedios caseros, condimentos de comidas y elaboración de bebidas.

Las propiedades de la planta *Tagetes minuta*, pueden llegar a ser muy beneficiosas, su aroma es muy permisible ya que tiene una mezcla de olores combinados como la menta, albahaca y limón, esta planta se distribuye en varios usos, a continuación se observa.

Tabla 10. *Diferentes usos que se le da a la planta Tagetes minuta*

Uso	Descripción
Medicinales	La infusión de las hojas de la <i>Tagetes minuta</i> se usa para aliviar los dolores digestivos, gástricos y antiabortivos; las infusiones de sus flores y hojas frescas sirven para mejorar la bronquitis.
Aceites, perfumes, esencia	Se ubican en los bordes de las hojas con unos puntos color naranja para extraer aceites de primera captación, perfumes y esencias para su comercialización.

Condimentos	Se utiliza en la gastronomía como condimentos para la preparación de los guisos, como la pachamanca, anticuchos, entre otros, además de la elaboración de las cremas típicas.
Plaguicidas	El huacatay se puede usar como plaguicida para utilizarlo en distintos cultivos dependiendo los insectos presentes en el campo estudiado, producto de la extracción de sus hojas, arrojan un jugo que se combina con otro componente para contrarrestar diferentes plagas (insectos).

Fuente: elaboración propia



Figura 15. Diferentes usos de *Tagetes minuta*

Fuente: Castro, et al., 2019

En la tabla 10 y en la figura 15 se evidencia los diferentes usos que se le da a la planta *Tagetes minuta*, indica que le dan los siguientes usos: en medicina para curar dolores digestivos; aceites, en perfumes y esencias, estos son extraídos para ser comercializados; en condimentos para la preparación de diferentes platos del lugar donde se obtuvo; en plaguicida lo utilizan en diferentes cultivos para contrarrestar las plagas.

Actividad biológica de *Tagetes minuta*

Esta planta además de ser normalmente conocida por indicaciones médicas, ha sido probada científicamente y ha mostrado efectos antibacterianos, antifúngicos, insecticida, antioxidante, lárvido, nematocida y antiparasitario.

Tabla 11. Tipos de extracto, actividad microbiana y especies

Extracto	Actividad	Especie
Decocción	Antimicrobiano	<i>Estafilococo aureus</i>
		<i>Enterococcus faecium</i>
		<i>Salmonella gallinarum</i>
		<i>Escherichia coli</i>
Extracto metanólico	Antimicrobiano	<i>Escherichia coli</i>
		<i>Cándida kruzei</i>
Extracto alcohólico Decocción antimicrobiana	Antimicrobiano	<i>Staphylococcus</i> <i>agalactiae</i>
		<i>Estafilococo aureus</i>
Extracto	Antimicrobiano	<i>Paenibacillus</i>
		Gram positivas Gram negativo
Extracto acuoso Extracto alcohólico	Antimicrobiano	<i>Escherichia coli</i>
		<i>Salmonella spp.</i>
Extracto metanólico	Antimicrobiano	<i>Fusarium verticillioides</i>
		<i>Fusarium proliferatum</i>
Aceite esencial	Larvicida	<i>Meloidogyne incognita</i>
		<i>Aedes aegypti</i>
Extracto de etanol	Larvicida	<i>Aedes fluviatilis</i>
Aceite esencial	Repelente	<i>Aedes aegypti</i>
Aceite esencial	Insecticida	<i>Callosobruchus</i> <i>maculatus</i>
		<i>Pediculus humanus</i> <i>capitis</i>
		Ectopárasitos <i>Varroa destructor</i>
Extracto metanólico	Insecticida	<i>Phlebotomus duboscqi</i>
Cultivos de plantas	Nematocida	<i>Meloidogyne javanica</i>
Extracto acuoso	Nematocida	<i>Meloidogyne incognita</i>

Fuente: Gakuubi, et al., 2016

En la tabla 11 se evidencia los tipos de extracto, la actividad microbiana y a que especie contrarresta, entre los extractos tenemos: metanólico, alcohólico, acuoso, de etanol, y aceite esencial. En la actividad tenemos: antimicrobiana, larvicida, insecticida, repelente, antiparasitario y nematicida. Las especies en las que tiene actividad antimicrobiana son: *Estafilococo aureus*, *Enterococcus faecium*, *Salmonella gallinarum*, *Escherichia coli*, *Cándida kruzei*, *Staphylococcus agalactiae*, *Estafilococo aureus*, *Paenibacillus*, gram positivas, gram negativo, *Salmonella spp.*, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium proliferatum*.

2. Describir los impactos hacia el ambiente y hacia las personas causados por la utilización de aguas residuales por medio de una matriz Leopold.

A nivel mundial tenemos un incremento de habitantes por lo cual el consumo de agua potable por parte de los pobladores va cada día aumentando; el hombre consume 70% del agua disponible en la tierra, las aguas residuales ocupan aproximadamente un volumen de 1500 km³, de manera que 1 litro de agua residual contamina 8 litros de agua dulce, las zonas de bajos recursos son las más deterioradas por la alta contaminación que arrojan a los cuerpos receptores de agua, originados por actividades de los seres humanos, empresas industriales con un mal manejo de aguas, y por un inadecuado tratamiento en las lagunas de estabilización.

Por otro lado, contiene agentes infecciosos reconocidos como virus los cuales están presentes en el agua, entre los más reconocidos tenemos: enterovirus, adenovirus humanos, parechovirus humano, virus de hepatitis A, virus de hepatitis E, rotavirus y SARS-CoV-2. También se encuentran los parásitos que al tener contacto directo con los humanos genera riesgo a su salud, los principales son los protozoarios y los helmintos.

En este sentido, las lagunas de estabilización se consideran una fuente de riego para los cultivos como lo son las hortalizas del distrito de San José. Por lo tanto, una buena remediación de aguas residuales es de suma importancia, puesto que verter aguas contaminadas sin un previo tratamiento

puede ocasionar enfermedades hacia las personas y causar daños hacia el medio ambiente.

Prosiguiendo, en el anexo 06 se visualiza la matriz de Leopold, midiendo los impactos positivos y negativos de cada actividad que se realiza en las etapas de tratamiento de aguas residuales como lo es en las lagunas de estabilización.

Interpretación de la matriz de Leopold

La zona estudiada en esta investigación son las lagunas de estabilización de San José, donde actualmente se desarrolla los tratamientos primario, secundario y terciario del agua contaminada con su entrada y salida, las acciones que se ejecutan en la planta han alterado las características del ambiente y han provocado daños hacia la salud de los pobladores que viven a los alrededores.

Para la ejecución de esta investigación se realizó un análisis mediante una matriz de Leopold, donde se determinaron los valores de cada impacto en tres etapas: etapas de tratamiento de agua, efectos al medio ambiente y efectos a la salud, obteniendo el siguiente resultado. La matriz de Leopold se encuentra en el anexo 06.

Factor ambiental abiótico (-1330)

Factor ambiental biótico (-206)

Factor ambiental socio económico (272)

Impacto total (-1264)

Se puede observar que el sistema más afectado negativamente es el medio abiótico con (-1330) y el menos afectado es el medio biótico con (-206), esto corresponde a los impactos negativos de las actividades realizadas, sin embargo, el componente socio económico deriva de impactos positivos con (272), esto es producto del incremento de la población, charlas de conciencia ambiental, elaboración de proyectos, entre otros.

Los impactos ambientales más resaltantes con altos puntajes en sus actividades son: etapas de tratamiento de aguas; disposición de lodos (-126), descargas de efluentes en riego agrícola (-123), descarga de efluente al mar (-106), por otro lado, con sus factores más relevantes: suelos salitrosos y contaminación de suelos agrícolas (-18, -24).

Los impactos ambientales más resaltantes con altos puntajes en sus actividades son: efectos al medio ambiente; (manejo de residuos sólidos) - malos olores (-79): (sistema de agua potable y alcantarillado) – planta de tratamiento y emisor de desagüe (-41); (fase de orientación y mantenimiento) – mantenimiento de lagunas de estabilización (-131), con sus factores más relevantes: olores nauseabundos (-18), riesgos de accidentes (-32), pérdida de cultivo (-12).

Los impactos ambientales más resaltantes con altos puntajes en sus actividades son: efectos en la salud; enfermedades gastrointestinales e inmunológicas (-166); disposición final de los residuos sólidos, residuos peligrosos, efluentes y materiales excedentes (-134); con sus factores más relevantes: contaminación de agua (-24), no adecuado para consumo humano (-24), enfermedades gastrointestinales (-32) y contaminación de suelos agrícolas (-18).

El puntaje más alto de impactos positivos es: mantenimiento de las lagunas de estabilización con (84) y el puntaje menor es: manejo de residuos y aguas usadas en campamento con (4).

Asimismo, se puede contemplar que los recursos más afectados en el medio ambiente son: aire, suelo y agua; por otro lado, la salud humana es afectada por enfermedades leves, graves y mortales hacia las personas que habitan los alrededores, tales como: cólera, diarrea aguda, fiebre tifoidea y hepatitis A, (Moreno 2020).

Enfermedades que contraen las personas a consecuencia del uso de aguas residuales

Cólera

Enfermedad reconocida y que es transmitida por el agua a través de la contaminación fecal. En la actualidad en los pueblos rurales hay casos de cólera por un inapropiado abastecimiento de agua potable. Asimismo, la aparición de esta enfermedad en pueblos aislados donde las condiciones ambientales primordiales han sido dañadas por enfrentamientos comunitarios o por desastres naturales antrópicos y de esta manera aumenta el riesgo de la enfermedad.

En los últimos años no se ha comprobado casos de cólera en el país, no obstante, el acceso a agua adecuada aún es limitado siendo un peligro la aparición de esta enfermedad.

El caso más renombrado de esta enfermedad en nuestro país ha sido en el año 1991, donde se presenció una suma de 322562 personas afectadas, causando la muerte de 2909 personas, donde los primeros casos se presentaron en las ciudades de Piura, Chancay y Chimbote, en resultado de que los sistemas de abastecimiento de agua no eran adecuados y existía inconvenientes en el proceso de tratamiento, asimismo, se evidenció existencia de coliformes fecales en las instalaciones de agua potable de los domicilios.

Diarrea aguda

Esta enfermedad es frecuente, ya que se manifiesta de forma infecciosa e inesperada en todo el planeta. En la actualidad, se considera que esta enfermedad provoca la muerte de 760000 millones de bebés anuales, ubicándose en el segundo puesto de enfermedades con importante porcentaje de mortalidad de niños no mayores de 5 años.

En nuestro país en el año 2017 se constataron que 67087 personas contrajeron diarrea aguda de los cuales el 11% fue de niños menores a 1 año y el 29% niños menores a 4 años, además se confirmó que la mayor parte de casos se dio en la zona rural.

Las personas más propensas a contraer esta enfermedad son los que tienen limitado acceso a agua potable, bebés menores de 1 año y personas con escasos recursos económicos.

Fiebre tifoidea

Enfermedad ubicada dentro de enfermedades infecciosas y conducidas por las aguas residuales a través de contaminación fecal. Es más frecuente en países subdesarrollados consecuente a que no tienen agua potable. A inicios de 2018 la Organización Mundial de la Salud publicó que, a nivel internacional, una media de personas que varía de 12 a 21 millones contrajo esta enfermedad y de todas ellas murieron entre 129000 a 162000.

En el año 2018 en América se apreció que la mortalidad fue de 11% con una tasa de 0.08% por cada 100000 personas, de los cuales del 2% al 5% es de fallecimiento de personas que obtuvieron una atención médica, y del 11% al 21% es de pacientes que no obtuvieron ningún tipo de atención médica.

En nuestro país esta enfermedad es muy habitual y es a causa de un inadecuado saneamiento ambiental, además es valorada dentro de las 5 enfermedades con mayor importancia en el Perú, con una frecuencia de 45 a 65 infectados de un total de 100000 personas en lugares con bajos recursos económicos, por otro lado, en adolescentes y adultos hay una media de 310 a 510 afectados de los cuales el 36% son menores a 15 años y el 66% mayores de 59 a 80 años.

Hepatitis A

Esta enfermedad surge primordialmente por la carencia de aseo o por poseer construcciones de saneamiento precarias, dicha enfermedad puede ser tolerante hasta peligrosa variando la edad de las personas afectadas. Asimismo, destaca por aparecer de vez en cuando, y esta puede llegar a prolongarse por mucho tiempo en las personas del lugar afectado, por ello puede generar problemas económicos y sociales dentro de la población perjudicada, resultado del tiempo que demora para desaparecer.

En el país de Argentina las personas que resultan afectadas en mayor cantidad por esta enfermedad son los menores de 19 años, siendo el género masculino con mayor cantidad con un 65%.

En nuestro país según estudios realizados en el año 2018, se definió que los lugares con bajos recursos económicos presentan la mayoría de personas afectadas con un 64,8% a causa de que no tienen acceso de agua potable adecuada y su sistema de salubridad es precario.

3. Elaborar extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* y aplicarlo en distintas dosis

Luego de obtener (4 kg) de *Tagetes minuta* en el mercado Moshoqueque (José Leonardo Ortiz), se separó las hojas del tallo y se procedió a deshidratar.



Figura 16. Limpieza y separación de hojas de *Tagetes minuta*

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a la etapa de deshidratación por un tiempo de 48 horas a temperatura ambiente.



Figura 17. Deshidratación de las hojas de *Tagetes minuta*

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se continuó el procedimiento en el laboratorio de microbiología de la Universidad César Vallejo Filial Chiclayo, donde se utilizó un mortero para triturar el huacatay.

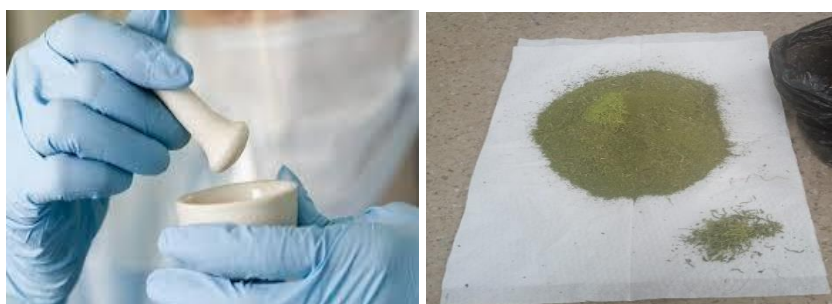


Figura 18. Trituración de las hojas de *Tagetes minuta*

Fuente: Elaboración propia

Se pesó el huacatay triturado en una balanza electrónica y se adicionó 2 ml de alcohol de 96° por cada gramo de huacatay en polvo, luego la maceración se dejó en un depósito cerrado por un tiempo de 15 días.



Figura 19. Pesado de extracto en polvo

Fuente: Elaboración propia

Al final se filtró y se dejó evaporar el alcohol por 4 horas para finalmente obtener el extracto hidroalcohólico.

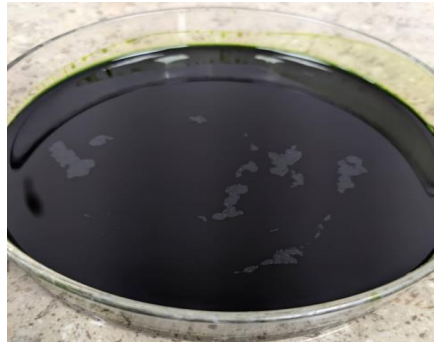


Figura 20. Evaporación de alcohol del extracto

Fuente: Elaboración propia

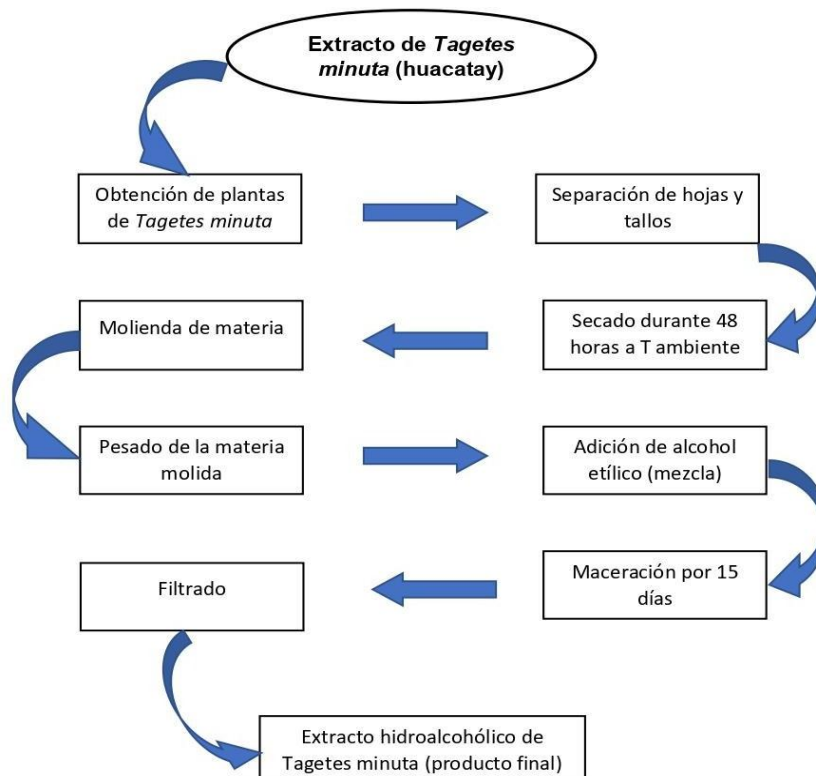


Figura 21. Mapa de procesos de elaboración de extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. *Condiciones de preparación del extracto hidroalcohólico de Tagetes minuta*

Peso inicial	Peso final	Cantidad solvente	Maceración (días)	Evaporación (horas)	Cantidad final	Temperatura de secado	Tiempo secado
4 kg	139.132 g	278.264 ml	15 días	4 horas	221.3 ml	Ambiente	48 horas

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 se detalla las condiciones de preparación del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*, donde se obtuvo la planta verde con un peso de 4 kg, luego se escogió las partes buenas y se procedió a la deshidratación a temperatura ambiente por un tiempo de 48 horas, luego de la deshidratación y trituración el peso del polvo de las hojas fue de 139,132 g al cual se adicionó 278,264 ml de alcohol (2 ml por cada gramo), después se maceró por 15 días y se realizó la etapa de evaporación por 4 horas de la cual se obtuvo 221,3 ml de extracto final.

Tabla 13. *Dosis de extracto hidroalcohólico aplicadas al agua residual*

Muestra + Dosis	Volumen de extracto aplicado	Cantidad de muestra de agua (solvente)	Volumen de muestra analizada	Tiempo aplicado (horas)	
Extracto al 20%	20 ml	80 ml	100 ml		
Extracto al 30%	30 ml	70 ml	100 ml	72 horas	144 horas
Extracto al 40%	40 ml	60 ml	100 ml		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se aclara la aplicación de las diferentes dosis de extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*, en el cual para la dosis de 20% se agregó un volumen de 20 ml de extracto y 80 ml de la muestra, para la dosis de 30% se agregó 30 ml de extracto y 70 ml de la muestra y por último la dosis de 40% se agregó 40 ml de extracto y 60 ml de la muestra, formando en todas las aplicaciones un volumen de 100 ml, para este trabajo se realizó 2 análisis a cada dosis, la primera fue luego de 72 horas de aplicar el extracto y la final luego de 144 horas de aplicar el extracto.

4. Determinar la eficiencia del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*, para la remoción de coliformes en las lagunas de estabilización San José, Chiclayo.

4.1. Concentración de coliformes totales y termotolerantes previos a la aplicación del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*.

Tabla 14. Concentración de coliformes totales y termotolerantes previos al tratamiento

NMP/100 ml		
Muestra	C.Totales	C.Termotolerantes
1	110000	90000

Fuente: Elaboración propia

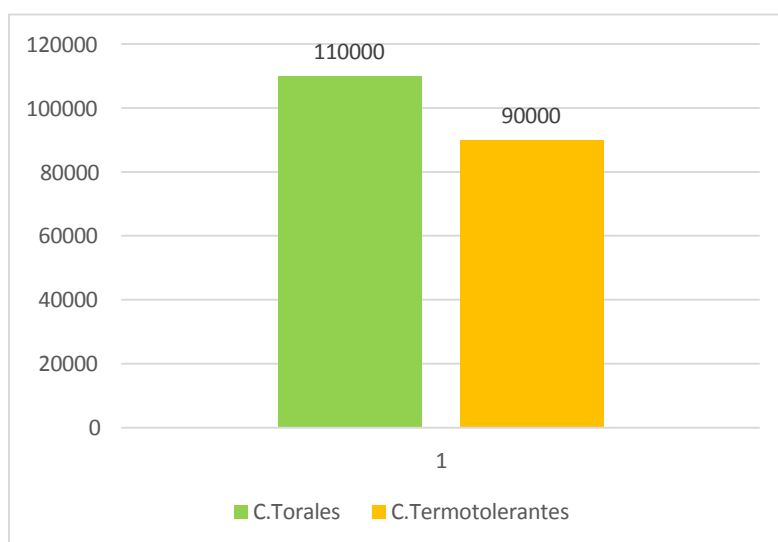


Figura 22. Concentración inicial de coliformes totales y termotolerantes previos al tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Se analizó la muestra de agua residual de las lagunas de estabilización de San José, Chiclayo y en la tabla 14 y figura 22 se evidencia la concentración inicial de coliformes totales y termotolerantes donde la muestra presentó gran concentración de coliformes totales y termotolerantes con valores de 11×10^4 NMP/100 ml y 9×10^4 NMP/100 ml respectivamente.

4.1.1. Valores de pH y conductividad eléctrica previos a la aplicación del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*.

Tabla 15. pH y conductividad eléctrica (CE) previo al tratamiento

Muestra inicial	Valor obtenido	Unidad de medida
pH	10.45	Unidad de pH
CE	1792	μS/cm

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se evidencia el pH y conductividad previo al tratamiento, donde el pH se encuentra en una escala moderadamente alcalina con un valor de 11.45 y la conductividad eléctrica con un valor de 1792 μS/cm.

4.2. Concentración de coliformes totales y termotolerantes después de 72 horas de aplicar el extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*

Tabla 16. Concentración de las diferentes dosis aplicadas (20%, 30% y 40%)

Tiempo	Dosis	C. Totales	C. Termotolerantes
72 h	20%	22000	14000
	30%	17000	8000
	40%	12000	4000

Fuente: Elaboración propia

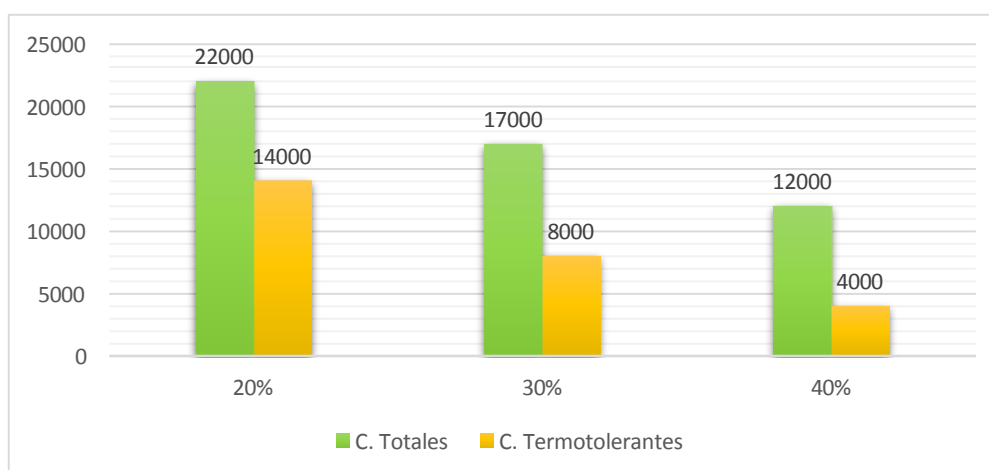


Figura 23. Concentración de las diferentes dosis aplicadas (20%, 30% y 40%)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 y figura 23 se muestra las concentraciones de coliformes totales y termotolerantes, donde la dosis al 20% tiene una cantidad de 22×10^3 NMP/100 ml de coliformes totales y 14×10^3 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, la dosis al 30% tiene una cantidad de 17×10^3 NMP/100 ml de coliformes totales y 8×10^3 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, por último, la dosis al 40% tiene una cantidad de 12×10^3 NMP/100 ml de coliformes totales y 4×10^3 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes.

4.3. Concentración de coliformes totales y termotolerantes después de 144 horas de aplicar el extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*.

Tabla 17. Concentración de las diferentes dosis aplicadas (20%, 30% y 40%)

<u>Muestra + extracto</u>	<u>NMP/100 ml</u>	
	<u>C.Totales</u>	<u>C.Termotolerantes</u>
Dosis 20%	50	25
Dosis 30%	30	15
<u>Dosis 40%</u>	<u>10</u>	<u>5</u>

Fuente: Elaboración propia

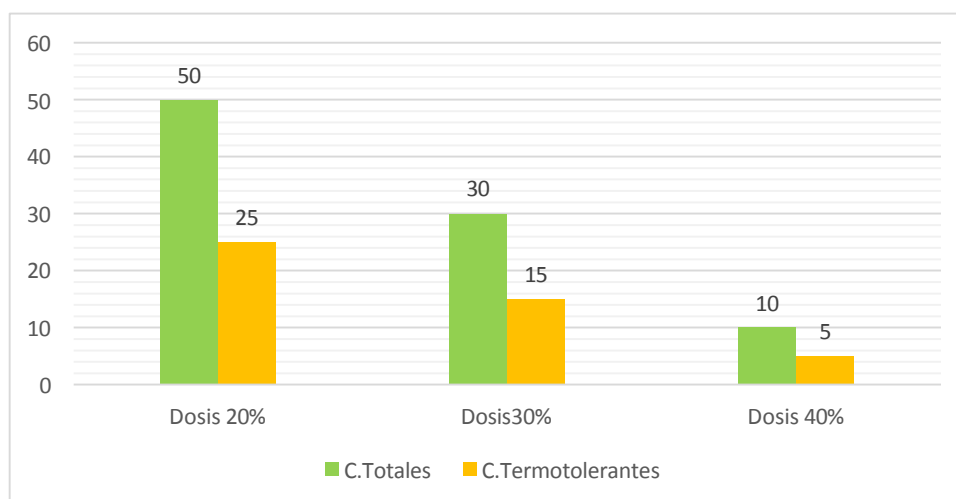


Figura 24. Concentración de las diferentes dosis aplicadas (20%, 30% y 40%)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 y figura 24 se muestra la concentración de coliformes totales y termotolerantes, donde la dosis al 20% evidenció un valor de 50 NMP/100

ml de coliformes totales y 25 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, la dosis al 30% mostró un valor de 30 NMP/100 ml de coliformes totales y 15 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, por último, la dosis al 40% evidenció un valor de 10 NMP/100 ml de coliformes totales y 5 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes.

4.4. Eficiencia del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* con dosis de 20%, 30% y 40% en la remoción de coliformes

Para definir la eficiencia de las distintas dosis de extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* sobre la remoción de coliformes, utilizamos la fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \left(\frac{\text{Concentración inicial} - \text{Concentración final}}{\text{Concentración inicial}} \right) \times 100$$

Donde:

- %Eficiencia: Porcentaje de remoción de coliformes
- Con. Inicial: concentración inicial de Coliformes es decir antes del tratamiento
- Con. Final: concentración final de Coliformes es decir después del tratamiento

Tabla 18. *Porcentaje de remoción de coliformes totales y termotolerantes de las dosis 20%, 30% y 40% después de 72 horas de aplicar el extracto*

Dosis	Porcentaje de remoción (%)	
	C.Totales	C.Termotolerantes
Dosis 20%	80.00%	84.44%
Dosis 30%	84.45%	91%
Dosis 40%	89.09%	95.55%

Fuente: Elaboración propia

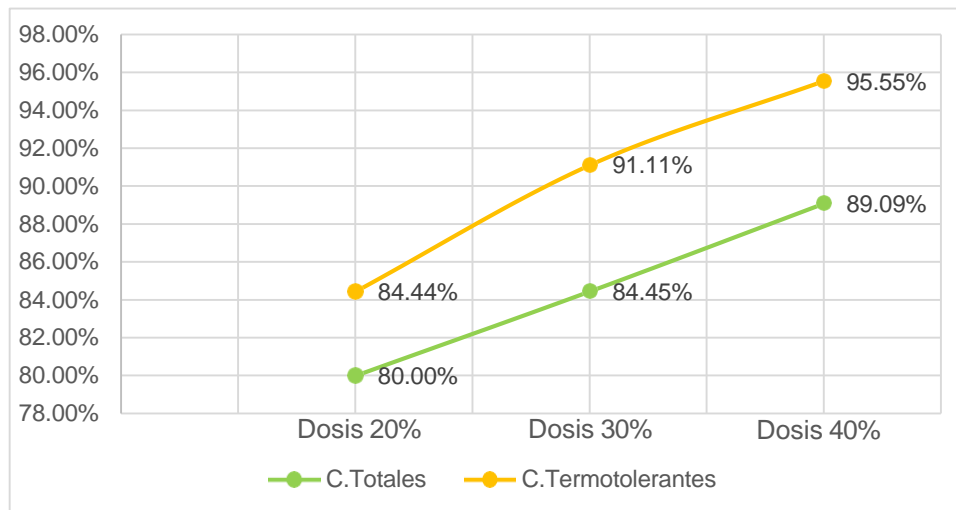


Figura 25. Porcentaje de remoción de coliformes totales y termotolerantes de las dosis 20%, 30% y 40% después de 72 horas de aplicar el extracto

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18 y figura 25 se muestra el porcentaje (%) de remoción de coliformes totales y termotolerantes, donde la dosis al 20% removi6 80.00% de coliformes totales y 84.44% de coliformes termotolerantes, la dosis al 30% removi6 84.45% de coliformes totales y 91.11% de coliformes termotolerantes, la dosis al 40% removi6 89.09% de coliformes totales y 95.55% de coliformes termotolerantes.

Tabla 19. Porcentaje de remoci6n de coliformes totales y termotolerantes de las dosis 20%, 30% y 40% despu6s de 144 horas de aplicar el extracto

Dosis	Porcentaje de remoci6n (%)	
	C.Totales	C.Termotolerantes
Dosis 20%	99.95%	99.97%
Dosis 30%	99.97%	99.98%
Dosis 40%	99.99%	99.99%

Fuente: Elaboraci6n propia

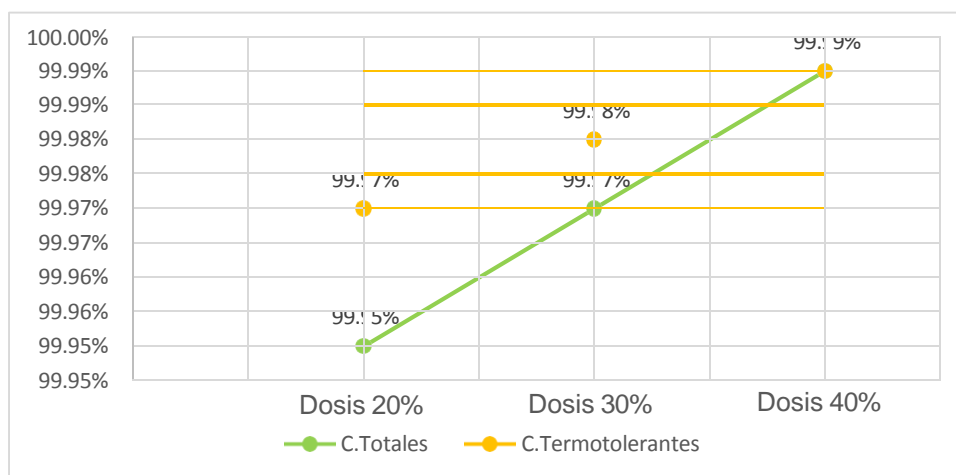


Figura 26. Porcentaje de remoción de coliformes totales y termotolerantes de las dosis 20%, 30% y 40% después de 144 horas de aplicar el extracto

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 y figura 26 se representa el porcentaje de remoción de coliformes totales y termotolerantes, en el cual la dosis al 20% mostró una remoción de 99.95% de coliformes totales y 99.97% de coliformes termotolerantes, la dosis al 30% obtuvo una remoción de 99.97% de coliformes totales y 99.98% de coliformes termotolerantes, y por último, la dosis al 40% logró una remoción de 99.99% de coliformes totales y 99.99% de coliformes termotolerantes.

Finalmente se afirma que la dosis óptima para remover coliformes en las lagunas de estabilización, San José, Chiclayo es la dosis de 40%.

5. Comparar los valores iniciales y finales de coliformes presentes en las aguas residuales de las lagunas de estabilización, San José, Chiclayo con los estándares de calidad ambiental – ECA.

Tabla 20. ECA para agua de riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Físico-Químicos				
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000

Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Microbiológicos y Parasitológicos			
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1000	1000

Fuente: MINAM, 2017

En la tabla 20 se detallan los ECA para agua, con los parámetros físico-químicos: conductividad eléctrica y pH, y los parámetros microbiológicos y parasitológicos de riego de vegetales y bebida de animales, específicamente se trabajó con la categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales.

Tabla 21. Comparación de la concentración de pH después de 72 y 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua

Tiempo	20%	30%	40%	ECA
72 horas	8.93	8.74	8.68	8.5
144 horas	7.51	7.44	7.07	8.5

Fuente: Elaboración propia

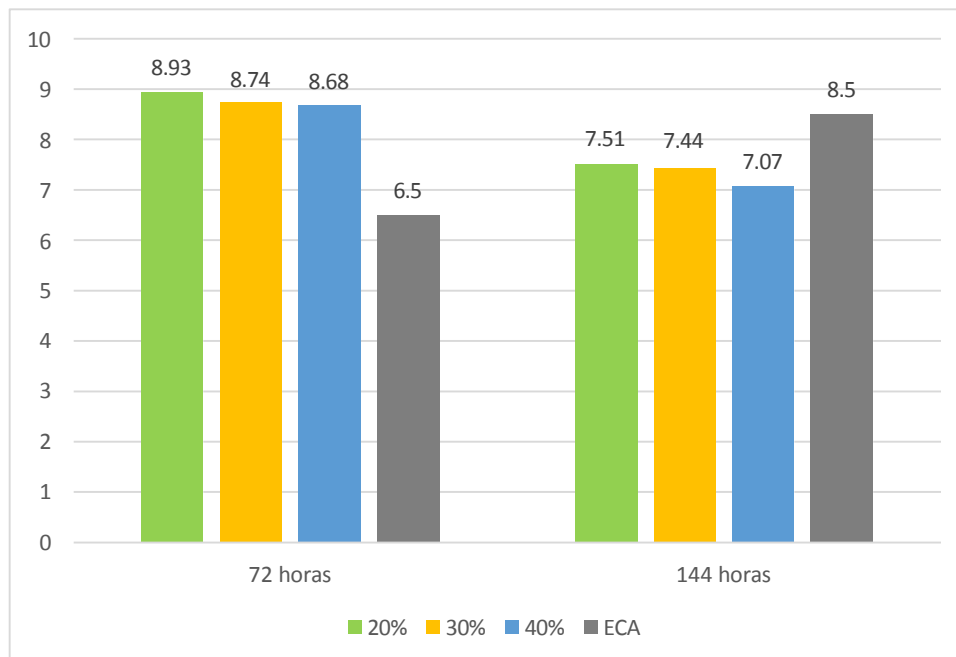


Figura 27. Comparación de la concentración de pH después de 72 y 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 y figura 27 se muestra el pH después de aplicar las dosis de extracto (20%, 30%, y 40%), después de 72 horas de aplicar el extracto, la dosis al 20% mostró un valor de 8.93, la dosis al 30% un valor de 8.74, la dosis al 40% un valor de 8.68 indicando que, luego de 72 horas de aplicadas las dosis de extracto los resultados exceden los ECA para agua, específicamente para riego de vegetales y bebida de animales. Asimismo, después de 144 horas de aplicar el extracto, la dosis al 20% mostró un valor de 7.51, la dosis al 30% un valor de 7.44, la dosis al 40% un valor de 7.07, después de 144 horas de aplicadas las dosis de extracto los resultados están dentro de los ECA para agua, específicamente para riego de vegetales y bebida de animales.

Tabla 22. Comparación de la concentración de conductividad eléctrica después de 72 y 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua

Tiempo	20%	30%	40%	ECA
72 horas	1937 $\mu\text{S/cm}$	2145 $\mu\text{S/cm}$	2386 $\mu\text{S/cm}$	2500
144 horas	2798 $\mu\text{S/cm}$	2926 $\mu\text{S/cm}$	3156 $\mu\text{S/cm}$	5000

Fuente: Elaboración propia

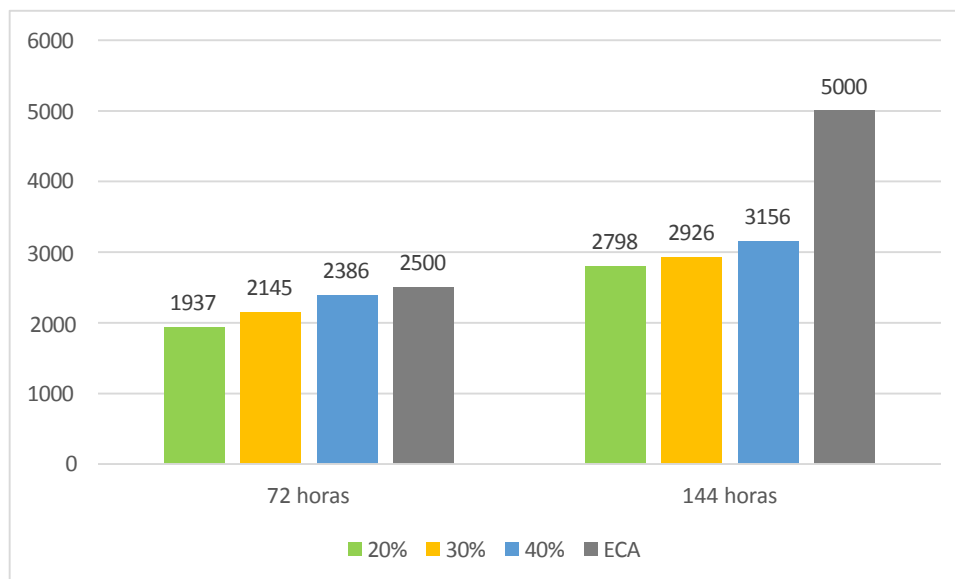


Figura 28. Comparación de la concentración de conductividad eléctrica después de 72 y 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 y figura 28 se detalla la conductividad eléctrica después de aplicar las dosis de extracto (20%, 30%, y 40%), después de 72 horas de aplicar el extracto, la dosis al 20% mostró un valor de 1937 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la dosis al 30% un valor de 2154 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la dosis al 40% un valor de 2386 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicando que, luego de 72 horas de aplicadas las dosis de extracto los resultados exceden los ECA para agua, específicamente para riego de vegetales y bebida de animales. Asimismo, después de 144 horas de aplicar el extracto, la dosis al 20% mostró un valor de 2798 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la dosis al 30% un valor de 2926 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la dosis al 40% un valor de 3156 $\mu\text{S}/\text{cm}$, después de 144 horas de aplicadas las dosis de extracto los resultados están dentro de los ECA para agua, específicamente para riego de vegetales y bebida de animales.

Tabla 23. Comparación de la concentración inicial de coliformes totales y termotolerantes con los ECA para agua

Muestra	C.Totales	C. Termotolerantes	ECA
1	110000	90000	1000

Fuente: Elaboración propia

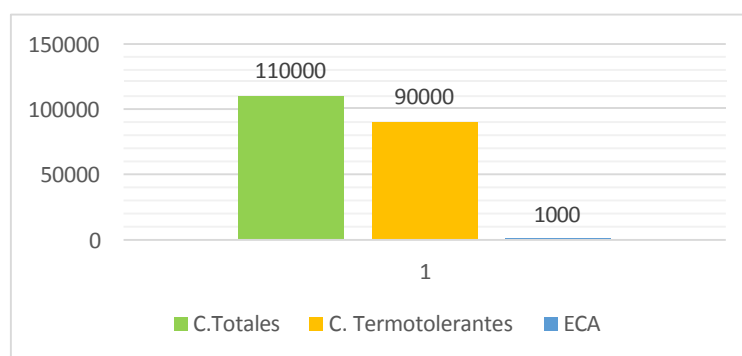


Figura 29. Comparación de la concentración inicial de coliformes totales y termotolerantes con los ECA para agua

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 y figura 29 se muestra comparación de la concentración inicial de coliformes totales y termotolerantes contra los ECA para agua, los coliformes totales y termotolerantes mostraron valores de 11×10^4 NMP/100ml y 9×10^4 NMP/100ml respectivamente, luego de ver los

resultados se evidencia que coliformes totales y termotolerantes exceden los ECA para agua, por lo tanto, no deben ser empleados para el riego de vegetales ni para bebida de animales.

Tabla 24. Comparación de la concentración de coliformes totales y termotolerantes luego de 72 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua

Tiempo	Dosis	C. Totales	C. Termotolerantes	Riego de vegetales (ECA)	Bebida de animales (ECA)
72 h	20%	22000	14000	1000	1000
	30%	17000	8000		
	40%	12000	4000		

Fuente: Elaboración propia

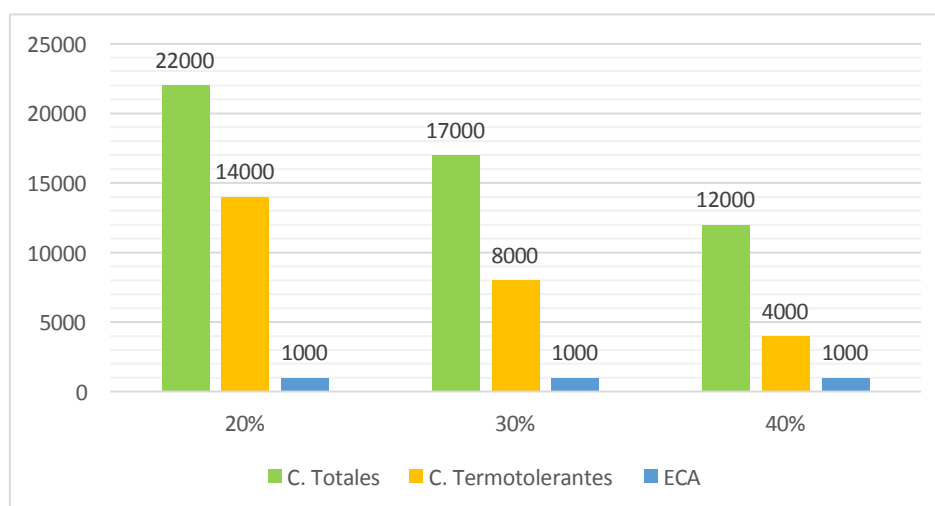


Figura 30. Comparación de la concentración de coliformes totales y termotolerantes luego de 72 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 y figura 30 se muestra la comparación de la concentración de coliformes totales y termotolerantes después de 72 horas, contra los ECA para agua, donde la dosis al 20% mostró un valor de 22×10^3 NMP/100ml de coliformes totales y 14×10^3 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, la dosis al 30% un valor de 17×10^3 NMP/100ml de coliformes totales y 8×10^3 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, por último, la dosis al 30% una

concentración de 12×10^3 NMP/100ml de coliformes totales y 4×10^3 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, por lo que se comprueba que después de 72 horas de aplicar el extracto en diferentes dosis aun exceden los ECA para agua, por lo que no deben ser utilizados para el regadío de vegetales ni para bebida de animales.

Tabla 25. Comparación de la concentración de coliformes totales y termotolerantes luego de 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua

Tiempo	Dosis	<u>C. Totales</u>	<u>C. Termotolerantes</u>	<u>Riego de vegetales (ECA)</u>	<u>Bebida de animales (ECA)</u>
144 h	20%	50	15		
	30%	30	10	1000	1000
	40%	10	5		

Fuente: Elaboración propia

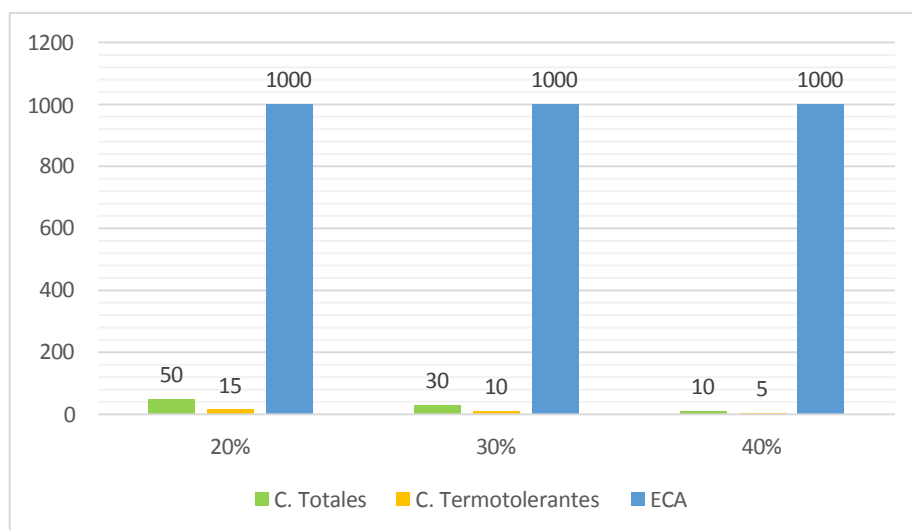


Figura 31. Comparación de la concentración de coliformes totales y termotolerantes luego de 144 horas de aplicar las dosis de extracto (20%, 30% y 40%) con los ECA para agua

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 y figura 31 se muestra la comparación de la concentración de coliformes totales y termotolerantes y los ECAS después de 144 horas, donde la dosis al 20% muestra una concentración de 50 NMP/100ml coliformes totales y 15 NMP/100ml coliformes termotolerantes, la dosis al

30% una concentración de 30 NMP/100ml coliformes totales y 10 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, por último, la dosis al 40% una concentración de 10 NMP/100ml de coliformes totales y 5 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, de esta manera se logró identificar que después de 144 horas de aplicar el extracto en diferentes dosis estos valores no exceden los ECA para agua, por lo que estas aguas pueden ser empleadas para riego de vegetales y bebida de animales.

V. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos, se logró realizar las discusiones contrastando con las diferentes investigaciones realizadas por distintos autores los cuales dan sustento a nuestra investigación.

Respecto a la planta *Tagetes minuta* y sus características que posee, donde destacan las propiedades medicinales y químicas, composición química y actividad microbiana. En primer punto tenemos las propiedades medicinales y químicas que contiene *Tagetes minuta*, como es limoneno, taninos y alcaloides, a los cuales se les reconoce características teniendo acciones antimicrobianas, antioxidantes, antifúngicas y antiinflamatorias, concordando con Bazán & Benites (2014), quienes determinaron las características farmacológicas y cuantificaron los flavonoides de las hojas de *Tagetes minuta*, donde identificaron que, esta planta contiene propiedades antimicrobianas, medicinales y antifúngicas. Asimismo, que la planta *Tagetes minuta* en lugares donde es más frecuente, es utilizada por los pobladores del lugar como remedios caseros para combatir náuseas y malestares estomacales, condimentos de comidas y elaboración de bebidas, como lo detalla Castro, et al., (2019).

Otra de las características es la composición química del extracto de *Tagetes minuta* muestra grandes cantidades de compuestos químicos entre los que resaltan limoneno, octanol, terpineno y tagetona, lo cual concuerda con Bazán & Benites, (2014) que en el tamizaje que realizaron encontraron triterpenos, taninos, alcaloides y flavonoides, afirmando que la planta *Tagetes minuta* muestra elevadas propiedades antimicrobianas, medicinales y antifúngicas. Por otro lado, Mathlouthi et al., (2021), extrajeron aceites de plantas de la familia *Artemisia* en los cuales los aceites esenciales de *Artemisia herba alba*, *Artemisia absinthium* y *Artemisia campestris* contenían 34 compuestos, Chamazuleno (39,21%), β -pineno (32,07%) y α -tujona (29.39%) respectivamente.

Por último, *Tagetes minuta* tiene actividad antimicrobiana frente a bacteria gram positivas y gram negativas como la *Escherichia coli*, *Paenibacillus*,

Estafilococo aureus y *Salmonella spp.*, actividad insecticida frente a *Callosobruchus maculatus* (escarabajo), *Pediculus humanus capitis* (piojo) y antiparasitaria frente a *Ectoparasitos* y *Varroa destructor*, teniendo relación con Uzabakiriho, Sinayobye y Habimana (2015), quienes manifiestan que la plántula *Tagetes minuta* poseen impactos antibacterianos hacia *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Con relación a los impactos hacia las personas por la utilización de aguas residuales encontramos que la salud humana es afectada por enfermedades leves, graves y mortales hacia las personas, las enfermedades más comunes que se presentan por este motivo son: cólera, diarrea aguda, fiebre tifoidea y hepatitis A, tiene similitud con Moreno (2020), donde menciona que las principales enfermedades causadas por el consumo de aguas residuales son cólera, diarrea aguda, fiebre tifoidea y hepatitis A.

Existen publicaciones en las cuales demuestran existencia de elevadas concentraciones de coliformes en las lagunas de estabilización San José, Chiclayo, además manifestaron que, de acuerdo a los parámetros registrados, el tratamiento no es eficaz en la eliminación de coliformes, se evidencia que existe remoción del 57% de coliformes, y los valores adquiridos sobrepasan los Límites Máximos Permisibles (LMP) del DS N° 003 – 2010 MINAM (Rentería, 2020).

Asimismo, en las aguas de las lagunas de estabilización San José, Chiclayo, de acuerdo a nuestros resultados existe elevadas concentraciones de coliformes totales y termotolerantes que exceden los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el MINAM, el Decreto supremo N° 004-2017-MINAM, establece los ECA para agua y teniendo en cuenta la Categoría 3: agua para riego de vegetales y bebida de animales la concentración de coliformes termotolerantes no debe exceder 1×10^3 .

Teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales de las lagunas de oxidación San José, Chiclayo, y la concentración de coliformes luego de los tratamientos con distintas dosis de extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*. Después de 72 horas se obtuvo lo

siguiente, con dosis 20% un pH de 8.93 y conductividad eléctrica de 1937 $\mu\text{S/cm}$, con dosis 30% un pH de 8.74 y conductividad eléctrica de 2145 $\mu\text{S/cm}$ y con la dosis 40% un pH de 8.68 y conductividad eléctrica de 2386 $\mu\text{S/cm}$. Después de 144 horas, se obtuvo con la dosis 20% un pH de 7.51 y conductividad eléctrica de 2798 $\mu\text{S/cm}$, con la dosis 30% un pH de 7.44 y conductividad eléctrica de 2926 $\mu\text{S/cm}$ y con la dosis 40% un pH de 7.07 y conductividad eléctrica de 3156 $\mu\text{S/cm}$.

Los resultados concuerdan con lo identificado por Adelodún et al., (2019) en su investigación que indica que a mayor dosis y mayor tiempo del tratamiento bajan los valores de pH en agua residual. Por otro lado, difieren con Sarpong, et al., (2010) en estudio usaron extracto de granos de *Moringa oleífera* con acción coagulante para una fuente de agua de río local con respecto a la eliminación de turbidez y la reducción de coliformes totales, donde afirman que la utilización de este extracto natural de *Moringa Oleífera* no afectó el pH y la conductividad del agua a la dosis utilizada. Por otro lado, se tiene en cuenta Alam, et al., (2020), quienes afirman que el tratamiento con el extracto de la planta *Moringa oleífera* combinado (semilla y hoja) dio como resultado una mejora significativa de varios parámetros fisicoquímicos (dureza, pH, turbidez, sólidos disueltos totales (TDS) sobre extractos individuales de semillas y hojas, en muestra de agua subterránea.

Por el lado de la eficiencia de las distintas dosis del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*, en la remoción de coliformes en aguas residuales de las lagunas de estabilización San José, se resalta que, la concentración de coliformes totales y termotolerantes fue de 11×10^4 NMP/100ml y 9×10^4 NMP/100ml respectivamente; asimismo, después de 72 horas de aplicar la dosis 20% los coliformes totales y termotolerantes decrecieron a 22×10^3 NMP/100ml (80.00%) y 14×10^3 NMP/100ml (84.44%) respectivamente, con dosis 30% los coliformes totales y termotolerantes disminuyeron a 17×10^3 NMP/100ml (84.45%) y 8×10^3 NMP/100ml (91.11%) respectivamente, con dosis 40% los coliformes totales y termotolerantes minoraron a 12×10^3 NMP/100ml (89.09%) y 4×10^3 NMP/100ml (95.55%) respectivamente, por otro lado, después de 144 horas de aplicar dosis 20% los coliformes totales

y termotolerantes descendieron a 50 NMP/100ml (99.55%) y 25 NMP/100ml (99.97%) respectivamente, con dosis 30% los coliformes totales y termotolerantes mermaron a 30 NMP/100ml (99.97%) y 15 NMP/100ml (99.98%) respectivamente, con dosis 40% los coliformes totales y termotolerantes rebajaron a 10 NMP/100ml (99.99%) y 5 NMP/100ml (99.99%) respectivamente; de esta manera se afirma que a mayor dosis de extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*, se obtiene una mejor eficiencia en la eliminación de coliformes en agua residual.

Bajo estos hallazgos, diferentes autores rescatan resultados similares y otros diferentes. De acuerdo a Sánchez (2020), encontró resultados semejantes, debido a que, al aplicar una dosis al 30% por un tiempo de 6 días, evidencio que la planta *Moringa oleífera* tuvo una eficacia de eliminación de coliformes totales del 99%. Por su parte, Uzabakiriho, Sinayobye y Habimana (2015), en su artículo evaluaron el potencial antibacteriano del extracto de la plántula verde y seca de *Tagetes minuta* enfrentada a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Al final manifestaron gran condición antibacteriana ante microbios patógenos probados, en el cual la dimensión para *Escherichia Coli* osciló entre 12-14 nm (extracto fresco), 14-16 mm (extracto seco), afirmando que estos extractos aguados contienen suficiente eficiencia para contrarrestar ciertos microbios debido primordialmente a su composición química y los bioactivos de la plántula, asimismo *Tagetes minuta* es de origen orgánico y poseen impactos hacia *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Por otro lado, Latifian, et al., (2021), en su artículo evaluaron las actividades antibacterianas y antifúngicas de extractos de diferentes partes de *Tagetes patula*, *Tagetes erecta* y *Tagetes minuta*, donde los extractos de estas plantas revelaron acción antibacteriana ante bacterias Gram positivas y *Phytophthora erythroseptica*, *Bacillus subtilis*. De manera similar, Kihampa, et al., (2011), en su artículo analizaron el desempeño de *Solanum incanum* *Linnaeus* a manera de condensador y esterilizante para la depuración del agua, donde demostraron que la remoción de coliformes termotolerantes

aumentó con la concentración de coagulante, mostró una eliminación máxima del 99 % a $2,2 \times 10^{-4}$ g/ml.

VI. CONCLUSIONES

1. Luego de aplicar las tres dosis, se determinó que la eficiencia del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* fue el siguiente, con dosis 20% removi6 99.95% coliformes totales y 99.97% coliformes termotolerantes, con dosis 30% removi6 99.97% coliformes totales y 99.98% coliformes termotolerantes y con dosis 40% removi6 99.99% coliformes totales y 99.99% coliformes termotolerantes, por lo que se afirma que la dosis 40% es la m6s eficiente para la remoci6n de coliformes totales y termotolerantes.
2. Se logr6 Describir la planta *Tagetes minuta* y sus diferentes actividades biol6gicas y usos, donde se identific6 su origen, taxonomía, composici6n química del extracto de *Tagetes minuta*, el compuesto con mayor cantidad es el 6xido de cariofileno con 1577, su proceso de desarrollo floral, en la cual su etapa inicial la flor es de color blanco y su etapa final de color anaranjado, adem6s las partes de la planta *Tagetes minuta*, como tambi6n los diferentes usos de la planta *Tagetes minuta*, donde resaltan medicinales, condimentos, plaguicidas, aceites entre otros y por 6ltimo la actividad bil6gica como: antimicrobiano, l6rvice, antifúngicos, nematicida.
3. Se interpret6 los impactos positivos y negativos hacia el ambiente y hacia las personas usando la Matriz de Leopold, donde se determina los valores de tres etapas; etapas de tratamiento de agua, efectos al medio ambiente, efectos hacia la salud, teniendo en cuenta los factores m6s resaltantes de la matriz son: contaminaci6n de suelos agrícolas (-18, -24). Malos olores (-79), mantenimiento de lagunas de estabilizaci6n (-131), enfermedades gastrointestinales e inmunol6gicas (-166), consumo humano (-24), se observa que en el medio ambiente los afectados son el agua, aire y suelo con distintas actividades, de tal modo que la salud es afectada por los alimentos que se consumen debido a estas aguas contrayendo enfermedades leves graves y mortales.
4. Por otro lado se elabor6 el extracto hidroalcohólico de la *Tagetes minuta*, se recolect6 4 kg de hojas de huacatay, se llevaron a secar por un tiempo de 24

h, luego se pesó y se trituró, donde se adicionó 2 ml de alcohol en 96° por cada gramo de huacatay en polvo, para luego macerarlo en un depósito oscuro por 15 días, al final se obtuvo 221.3 ml; donde se aplicó tres distintas dosis al 20%, 30%, 40% de extracto, formando a todas las aplicaciones un volumen de 100 ml por cada dosis, en un tiempo de 72 h a 144 h.

5. También, se comparó los valores iniciales y finales de remoción de coliformes, donde se obtuvo que los valores iniciales de coliformes totales y termotolerantes fueron 11×10^4 NMP/100 ml y 9×10^4 NMP/100 ml, y los valores finales fueron, con dosis 20% un valor de 50 NMP/100 ml coliformes totales y 25 NMP/100 ml coliformes termotolerantes, con dosis 30% un valor de 30 NMP/100 ml coliformes totales y 15 NMP/100 ml coliformes termotolerantes, con dosis 40% un valor de 10 NMP/100 ml coliformes totales y 5 NMP/100 ml coliformes termotolerantes. Los valores iniciales superaban los ECA, mientras que los valores finales no superaban los ECA, específicamente para riego de vegetales y bebida de animales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* para el tratamiento de aguas residuales domiciliarias, mediante una guía de cómo dar un nuevo uso a esas aguas residuales por medio del Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas – ANA, como educación ambiental para los moradores del sector.
2. Ejecutar un inventario de los cultivos que se siembran en la zona, las cuales son regadas por las aguas procedentes de las lagunas de estabilización San José, con la finalidad de estudiar los diferentes cultivos que se comercializa a los moradores del sector y llegan a causar daños a la salud.
3. Las autoridades locales deben coordinar con instituciones del sector agropecuario (MINAGRI, OEFA, SENASA, SERNAMP, entre otras), con la finalidad de desarrollar capacitaciones en temas relacionados a sistemas de tratamiento de aguas residuales donde impulsen a los jóvenes a investigaciones más profundas, buscando nuevos métodos para mejorar el saneamiento del agua y pueda ser utilizada en diferentes actividades agrícolas y ganaderas.
4. Continuar con investigaciones sobre los extractos de otras plantas medicinales que muestren actividades microbiológicas, para el tratamiento de aguas residuales empleando diferentes dosis, de tal manera que se obtengan resultados que mejoren la calidad del recurso agua y mejoren la calidad de vida de los pobladores.

REFERENCIAS

ADELODUN, B., AJIBADE, F., OGUNSHINA, M., & CHOID, K. Dosage and settling time course optimization of *Moringa oleifera* in municipal wastewater treatment using response surface methodology. *Desalination and Water Treatment* [en línea]. 24 June 2019, n.º 167, pág. 45-56. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023]. ISSN: 19443994. Disponible en <https://n9.cl/11ijr>

ALAM, M., PANDEY, P., KHAN, F., SOUAYEH, B., & FARHAN, M. Study to investigate the potential of combined extract of leaves and seeds of *Moringa oleifera* in groundwater purification. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [en línea]. 9 October 2020, Vol. 17, n.º 20, p. 7468. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023]. ISSN: 16617827. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ijerph17207468>

ÁLVAREZ-RISCO, Aldo. Clasificación de las investigaciones. 2020. [Tesis de ciencias empresariales y económicas] [en línea]. Universidad del Lima, Perú, 2020. [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2023]. Disponible en <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>

ANA. Autoridades de cuencas transfronterizas de Perú y Ecuador plantean soluciones para aguas residuales. 2015. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/ana/noticias/137337-autoridades-de-cuencas-transfronterizas-de-peru-y-ecuador-plantean-soluciones-para-aguas-residuales>

ASGHARI, Hamid., BOCHMANN, Gunther & TABARI, Zahra. Effectiveness of Biochar and Zeolite Soil Amendments in Reducing Pollution of Municipal Wastewater from Nitrogen and Coliforms. *Sustainable Management of Water Resource and Environmental Monitoring* [en línea]. 16 de julio de 2022, n.º 14, pág. 8880. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023]. ISSN: 2071-1050. Disponible en <https://doi.org/10.3390/su14148880>

BAIRD, Rodger; EATON, Andrew & Rice, Eugene. Standard Methods for the examination of water and wastewater. American public health association [en línea]. 23° edition, 2017. [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. Disponible en <https://dokumen.pub/standard-methods-for-the-examination-of-water-and-wastewater-23th-23thnbsped-9780875532875.html>

BAZÁN, Yovher & BENITES, Javier. Características farmacognósticas de las hojas y cuantificación de flavonoides totales del extracto fluido de *Tagetes minuta* (huacatay) provenientes del caserío pedregal, provincia Trujillo, región La Libertad. Tesis (Ingeniero de farmacia y bioquímica). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2014. Disponible en

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3701/Bazan%20Sandoval%20Yovher%20Edwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BAZZO, F., SIA, N., MARÇO, P., VALDERRAMA, P., PERON, A., & MEDEIROS, F. Multivariate optimization approach applied to natural polymers from *Ceratonia siliqua* L. and *Moringa oleifera* Lam as coagulating/flocculating agents. *Environmental Technology* [en línea]. 28 jun 2021, vol. 43, núm. 26, p. 4115-4124. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023]. ISSN: 0959-3330. Disponible en

<https://doi.org/10.1080/09593330.2021.1943000>

BEHESHTI, K., DELFAN, A., & SALMANIZADEH, S. Isolation and identification of two novel *escherichia coli* bacteriophages and their application in wastewater treatment and coliform's phage therapy. *Jundishapur Journal of Microbiology* [en línea]. 21 de marzo de 2015, vol. 8, n.º 3. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023]. ISSN: 2008-3645. Disponible en

<https://www.proquest.com/docview/1691586049?accountid=37408>

BHARDWAJ, P. Types of sampling in research. *Department of Cardiology* [en línea]. 20 november 2019, vol. 5, núm. 3, pág. 157-163. [Fecha de consulta: 10 de marzo de 2023]. Disponible en

<https://www.jpacs.org/article.asp?issn=23955414;year=2019;volume=5;issue=3;epage=157;epage=163;aulast=Bhardwaj>

CASTRO, Efraín; CHÁVEZ, Segundo; AUQUIÑIVÍN, Erick; FERNÁNDEZ, Armstrong; ACHA, Otilia; RODRÍGUEZ, Nadia; OLIVAS, Guadalupe & Sepúlveda, David. Aceites esenciales de plantas nativas del Perú: Efecto del lugar de cultivo en las características fisicoquímicas y actividad antioxidante. *Scientia Agropecuaria* [en línea]. 4 de octubre de 2019, vol. 10, núm. 4, pág. 479-487. [Fecha de consulta: 8 de abril de 2023]. ISSN: 2077-9917. Disponible en

<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.04>

CERNA, Víctor y RIVERA Ramírez, Diego. Tasa de remoción de coliformes totales y fecales de aguas residuales domésticas por *scenedesmus acutus*, en condiciones de laboratorio. [Tesis de Biología]. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú, 2019. [Fecha de consulta: 17 de febrero]. Disponible en: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3513>

Chalchat, J., Garry, R., & Muhayimana, A. (1995). Essential oil of *Tagetes minuta* from rwanada and france: Chemical composition according to harvesting location, growth stage and part of plant extracted. *Journal of Essential Oil Research* [en línea]. July-August 1995, vol. 7, núm. 4, p. 375-386. [Fecha de consulta: 2 de marzo de 2023]. ISSN: 1041-2905. Disponible en <https://doi.org/10.1080/10412905>

Comisión Nacional contra la Biopiratería. Huacatay (*Tagetes minuta*). Instituto nacional de defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual (INDECOPÍ) [en línea]. Enero de 2019, vol. 5, núm. 1. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/3180041/huacatay.pdf/34301a4a-8f44-7402-4442-ebb6487dee0a>

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 8 de abril de 2023]. Disponible en <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque (EPSEL). Sistema de tratamiento de desagüe de Chiclayo mediante lagunas de estabilización [en línea]. 2023. [Fecha de consulta: 7 de marzo de 2023]. Disponible en <https://www.epsel.com.pe/sue/PortalAlcantarillado>

GAKUUBI, Martín; WAGACHA, John; DOSSAJI, Saifuddin & WANZALA, Wycliffe. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of *Tagetes minuta* (Asteraceae) against selected plant pathogenic bacteria [en línea]. *International Journal of Microbiology*, September 18, 2016, vol. 2016 [Fecha de consulta: 8 de abril de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2016/7352509>

González, Mariela, DIFABIO, Hilda. Enfoque transversal y longitudinal en el estudio de patrones de aprendizaje en alumnos universitarios de ingeniería. *Revista*

Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación" [en línea]. 2016, vol. 16, núm. 3, pág. 1-20. [fecha de Consulta 3 de abril de 2023]. ISSN: 1409-4703. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44746861009>

GUADARRAMA, R., KIDO, J., ROLDAN, G. y SALAS, Marco. Contaminación del agua. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales [en línea]. Vol. 2, n.º 5, p. 1-10, septiembre 2016. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2023]. ISSN: 2444-4936. Disponible en <https://acortar.link/lrDGB>

GUEVARA, G., VERDESOTO, Alexis & CASTRO, Nelly. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). Revista Científica Mundo de la Investigación y el conocimiento [en línea]. Julio-septiembre de 2020, vol. 4, núm. 3, pág. 163-173. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2023]. ISSN: 2588-073X. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860/1560>

Kaul, P., Bhattacharya, A., Rao, B., Syamasundar, K., & Ramesh, S. Essential oil composition of *Tagetes minuta* L. fruits. Journal of Essential Oil Research [en línea]. 2005, vol. 17, núm. 2, p. 184-185. [Fecha de consulta: 4 de marzo de 2023]. ISSN: 1041-2905. Disponible en <https://doi.org/10.1080/10412905.2005.9698869>

KIHAMPA, C., MWEGOHA, W., KASEVA, M y MAROBHE, N. Performance of *Solanum incunum* Linnaeus as natural coagulant and disinfectant for drinking water. African Journal of Environmental Science and Technology [en línea]. 2011, vol. 5, n.º 10, p. 867-872. [Fecha de consulta: 17 de febrero de 2023]. ISSN: 1996-0786. Disponible en <https://www.ajol.info/index.php/ajest/article/view/72092>

Kumar, A., Gautam, R. D., Kumar, A., Bisht, A., & Singh, S. (2020). Floral biology of wild marigold (*Tagetes minuta* L.) and its relation to essential oil composition. Industrial crops and products [en línea]. March 2020, vol. 145, p. 111996. [Fecha de consulta: 28 de febrero de 2023]. ISSN: 0926-6690. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111996>

KYARIMPA, C., BÖHMDORFER, S., WASSWA, J., KIREMIRE, B., NDIEGE, I., & CABASA, J. Essential oil and composition of *Tagetes minuta* from Uganda. Larvicidal activity on *Anopheles gambiae*. *Industrial Crops and Products* [en línea].

Diciembre de 2014, vol. 62, p. 400-404. [Fecha de consulta: 15 febrero 2022]. ISSN: 0926-6690. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.09.006>

Kyarimpa, C., Böhmendorfer, S., Wasswa, J., Kiremire, B., Ndiege, I., & Kabasa, J. Essential oil and composition of *Tagetes minuta* from Uganda. Larvicidal activity on *Anopheles gambiae*. Industrial Crops and Products [en línea]. December 2014, vol. 62, pág. 400-404. [Fecha de consulta: 5 de abril de 2023]. ISSN: 0926-6690. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.09.006>

LAMRINI, M., QUEVY, Q. A., YASSIN, M., & TOUHAFI, A. Data integrity analysis of water quality sensors and water quality assessment. Industrial Electronics Conference [en línea]. 09 de diciembre de 2022. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2023]. ISSN: 978-166548025-3. Disponible en <https://ieeexplore.ieee.org/document/9968643>

LARIOS, Fernando, GONZALES, Carlos y MORALES, Jennyfer. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL [en línea], Vol. 2, n.º, 7 de octubre de 2015, p. 09-25. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2023]. ISSN 2311 – 7613. Disponible en <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/115>

LATIFIAN, E., OTUR, C., ABANOZ, B., ARSLANOGLU, S., & KURT K. Evaluation of antimicrobial activity in extracts of different parts of three *Tagetes* species. Turkish Journal of Field Crops [en línea]. Vol. 26, n.º 1, pág. 117-122, 29 de junio de 2021. [Fecha de consulta: 15 febrero 2022]. ISSN: 1301-1111. Disponible en <https://doi.org/10.17557/tjfc.950272>

LATRACH, L., OUAZZANI, N., HEJJAJ, A., MAHI, M., MASUNAGA, T., & MANDI, L. Two-stage vertical flow multi-soil-layering (MSL) technology for efficient removal of coliforms and human pathogens from domestic wastewater in rural areas under arid climate. International Journal of Hygiene and Environmental Health [en línea]. 1 January 2018, vol. 221, n.º 1. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023]. ISSN: 1438-4639. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.10.004>

LÓPEZ, Andrea & URIBE, Germán. Validación del método de número más probable (NMP) para *Staphylococcus Aureus* Coagulasa positiva en muestras de leche cruda como indicador de calidad. Universidad libre seccional Pereira [en línea]. 2015.

[Fecha de consulta: 7 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16166/VALIDACI%C3%93N%20DEL%20M%C3%89TODO%20DE%20N%C3%9AMERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LÓPEZ, Pedro & FACHELLI, Sandra. Metodología de la investigación social cuantitativa. Universidad Autónoma de Barcelona [en línea]. Febrero de 2015. 1ª edición. [Fecha de consulta: 6 de abril de 2023]. Disponible en <http://ddd.uab.cat/record/129382>

LUNSFORD, Thomas & LUNSFORD, Brenda. The research sample, part I: sampling. Journal of Prosthetics and Orthotics [en línea]. 1995, vol. 7, núm. 3, pág. 17. [Fecha de consulta: 8 de marzo de 2023]. Disponible en https://journals.lww.com/jpojournal/Abstract/1995/00730/The_Research_Sample_Part_I_Sampling.8.aspx

MATHLOUTHI, A., SAADAOU, N., PENNACCHIETTI, E., DE BIASE, D., & BEN-ATTIA, M. Essential oils from artemisia species inhibit biofilm formation and the virulence of escherichia coli EPEC 2348/69. The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research [en línea]. 30 de enero de 2021, vol. 37, n.º 2. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023]. ISSN: 0892-7014. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08927014.2021.1886278>

MENDOZA, Sandra, & AVILA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA [en línea]. 2020, vol. 9, núm. 17, p. 51-53. [Fecha de consulta: 6 de abril de 2023] Disponible en <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>

MORENO, Estephany. Principales enfermedades causadas por el consumo directo de aguas residuales. Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental) [en línea]. Lima: Universidad Científica de Sur, 2022. [Fecha de consulta; 8 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1553>

NEYRA, Rosa. Uso de polímeros naturales *Moringa oleífera* en el tratamiento del agua para riego en un complejo deportivo en San Isidro-Lima. Tesis (Ingeniería ambiental). Lima: Universidad Científica del Sur, 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12805/1160>

RACHDI, R., SRARFI, F., & SHIMI, N. Cactus *Opuntia* as natural flocculant for urban wastewater treatment. *Water Science and Technology* [en línea]. 9 october 2017, vol. 76, núm. 7, p. 1875-1883. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2023]. ISSN: 0273-1223. Disponible en <https://doi.org/10.2166/wst.2017.370>

RENTERÍA, Enrique. Mejoramiento de las aguas residuales tratadas en las lagunas de estabilización de San José de Chiclayo – Lambayeque – mediante humedales. Tesis (Maestro en Ingeniería Química Ambiental). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2020. Disponible en <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2992584>

Salehi, B., Valussi, M., Bezerra, M., Pereira, J., Alves, A., Melo, H., Cirone, N., Yousaf, Z., Martorrel, M., Iriti, M., Carradori, S., Sharifi, J. *Tagetes spp.* Essential oils and other extracts: Chemical characterization and biological activity [en línea]. 28 October 2018, vol. 23, núm. 11, p. 2847. [Fecha de consulta: 7 de marzo de 2023]. ISSN: 1420-3049. Disponible en <https://doi.org/10.3390/molecules23112847>

SÁNCHEZ, Fabio. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista digital de investigación en docencia universitaria* [en línea]. Junio de 2019, vol. 13, núm. 1, pág. 102-122. [Fecha de consulta: 20 marzo de 2023]. ISSN 2223-2516. ISSN: 2223-2516. Disponible en <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

SARPONG, Gideon & CLINTON, Richardson. Coagulation efficiency of *Moringa oleifera* for removal of turbidity and reduction of total coliform as compared to aluminum sulfate. *African journal of agricultural research* [en línea]. 2 november 2010, vol. 5 n.º 21, p. 2939-2944. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023]. ISSN: 1991637X. Disponible en: <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/F9E4AC134122.pdf>

SPELLMAN, Frank & DRINAN, Joanne. *Wastewater stabilization ponds*. CRC Press [en línea]. 2014. [Fecha de consulta: 10 de marzo de 2023]. Disponible en <https://acortar.link/dz8DO3>

TRIPATHI, S., PURCHASE, D., CHANDRA, R., NADDA, A. K., & CHATURVEDI, P. Emerging pollutants characterization, mitigation and toxicity assessment of sewage wastewater treatment plant- India: A case study. *Journal of Contaminant*

Hydrology [en línea]. Vol. 254, March 2023. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2023]. ISSN: 0169-7722. Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169772223000098>

UZABAKIRIHO, A., SINAYOBYE, O. y HABIMANA, S. Antibacterial Effects of *Tagetes Minuta* Plant Extracts Against *Escherichia Coli* and *Staphylococcus Aureus* in Rwanda. International Journal of Novel Research in Life Sciences [en línea]. Vol. 2, pp. 44-48. March - April 2015. [Fecha de consulta: 12 febrero 2022]. ISSN: 2394-966X. Disponible en

<https://www.noveltyjournals.com/upload/paper/Antibacterial%20Effects%20of%20Tagetes%20Minuta%20Plant%20Extracts%20Against%20Escherichia%20Coli%20and%20Staphylococcus%20Aureus%20%C4%B0n%20Rwanda-196.pdf>

VEGA, P., PALANCA, C., OLIVEIRA, M., ITO, C., & REIS, A. Use of *Moringa oleifera* seed as a natural coagulant in domestic wastewater tertiary treatment: Physicochemical, cytotoxicity and bacterial load evaluation. Journal of Water Process Engineering [en línea]. Abril de 2021, n.º 40. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023]. ISSN: 2214-7144. Disponible en

<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101859>

WAGH, M., AHER, Y., & MANDALIK, A. Potential of *Moringa oleifera* seed as a natural adsorbent for wastewater treatment. Trends in Sciences [en línea]. 2022, Vol. 19, núm. 2. [Fecha de consulta: 25 de febrero de 2023]. ISSN: 2774-0226. Disponible en

<https://doi.org/10.48048/tis.2022.2019>

ZIDAN, K., MANDI, L., HEJJAJ, A., SBAHI, S., EL ALAOUI, A., OUAZZANI, N., & ASSABBANE, A. Efficiency of a new hybrid multi-soil-layering eco-friendly technology for removing pollutants from domestic wastewater under an arid climate. Journal of Water Process Engineering [en línea]. February 2023, Vol. 51, p. 103482. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023]. ISSN: 2214-7144. Disponible en

<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.103482>

ANEXOS

Anexo 01. Operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición		
Extracto hidroalcohólico de hojas de <i>Tagetes minuta</i> (huacatay)	<p><i>Tagetes minuta</i> pertenece a la familia <i>Asteraceae</i>, procedente de América del Sur y mayormente cultivada para el aprovechamiento de sus propiedades bioactivas. Esta plántula ha sido empleada desde tiempos antiguos por nativos como hierba medicinal, (Kumar, et al., 2020).</p>	<p>La eficiencia del extracto hidroalcohólico se calculó por medio de la variabilidad de coliformes de una muestra de agua de las lagunas de oxidación ubicadas en el distrito de san José utilizando la metodología de Número más Probable (NMP).</p>	Condiciones de preparación	Temperatura	Intervalo		
				Peso	Intervalo		
				Tiempo	Intervalo		
				Volumen	Intervalo		
			Dosis de extracto	20%, 30% y 40%	Razón		
Remoción de coliformes	<p>La familia de coliformes son las bacterias Gram negativas de origen fecal en forma bacilar, son característicos por cuatro especies de la familia Enterobacteriaceae (<i>Escherichia</i>, <i>Enterobacter</i>, <i>Klebsiella</i> y <i>Citrobacter</i>). Indica la remoción eficaz de bacterias del grupo coliformes ocasionadas por la acción de una materia antibacteriana, (Latrach, et al., 2018).</p>	<p>La materia prima antibacteriana en esta investigación es el extracto hidroalcohólico de <i>Tagetes minuta</i>, esta es una sustancia concentrada obtenida de la planta huacatay, luego de varios procedimientos, el cual tiene grandes cantidades de compuestos químicos, contiene un olor particular, adquirirlo por medio de la trituración de sus hojas y la mezcla con alcohol etílico, luego de la separación del solvente por medio físico.</p>	Coliformes totales y termotolerantes	Coliformes iniciales (NMP/100ml)	Intervalo		
				Coliformes finales (NMP/100ml)	Intervalo		
						T°	Intervalo
						Propiedades físicas	pH

Anexo 02: Instrumento de recolección de datos.

Laboratorio: Laboratorio de Microbiología - Universidad César Vallejo **Realizado por:** Tesistas

Tipo de análisis: Microbiológico **Responsable:** ① Criollo L. Omar y Quevedo F. Karen ②

Punto de monitoreo	Descripción origen/ubicación	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura msnm	Fecha	Hora	pH	CE	Observaciones
						Norte	Este						
	Agua residual	L.O.S.J	San José	chiclayo	Lambuyeguá	617498	9250643	17.1	16/05/23	10:11am	10.45	1742	



 Firma del representante del monitoreo



 Firma del representante del monitoreo

Registro de campo

Etiqueta para muestra de agua

Solicitante: Criollo Uacsahuanga Omar Martin y Auevedo Flores Karen Noelia	
Nombre laboratorio: Laboratorio de Microbiología - Universidad Cesar Vallejo - Chiclayo	
Código punto de monitoreo: 1420-OMKN	
Tipo de cuerpo de agua: Agua residual (Lagunas de estabilización "San José")	
Fecha de muestreo: 16/05/23	Hora: 10:77 am
Muestreo por: Criollo Uacsahuanga Omar y Auevedo Flores Karen	
Parámetro requerido: Microbiológicos	
Preservada	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Tipo reactivo:


Firma del representante del monitoreo


Firma del representante del monitoreo


Etiqueta para las muestras

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS : Análisis físico
USUARIO : Criollo Llacsahuanga, Omar Martin
 Quevedo Flores, Karen Noelia
N° DE MUESTRA :
TIPO DE MUESTRA : Agua residual
FECHA DE EMISIÓN : 18 de mayo del 2023
RESULTADOS :

N° DE MUESTRA	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	EQUIPO
1	pH	10.45	-	Phmetro digital portátil con electrodo
T1	pH	8.93	-	Phmetro digital portátil con electrodo
T2	pH	8.74	-	Phmetro digital portátil con electrodo
T3	pH	8.68	-	Phmetro digital portátil con electrodo
T4	pH	7.51	-	Phmetro digital portátil con electrodo
T5	pH	7.44	-	Phmetro digital portátil con electrodo
T6	pH	7.07	-	Phmetro digital portátil con electrodo

Nota: La muestra fue tomada por el usuario, el laboratorio no se responsabiliza.


CRISTIAN MICHEL GÓMEZ CORNEJO
 INGENIERO AMBIENTAL
 REG CIP 255514

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA

ING. CRISTIAN MICHEL GÓMEZ CORNEJO

CIP: 255514



LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS : Análisis microbiológico
USUARIO : Criollo Llacsahuanga, Omar Martin
Quevedo Flores, Karen Noelia
CANTIDAD DE MUESTRAS : 1
TIPO DE MUESTRA : Agua residual
FECHA DE EMISIÓN : 18 de mayo del 2023
RESULTADOS :

N° DE MUESTRA	RESULTADO		UNIDAD	EQUIPO
	Coliformes totales	Coliformes termotolerantes		
1	110000	90000	NMP/100 ml	TÉCNICA DE TUBOS MÚLTIPLES
T1	22000	14000	NMP/100 ml	TÉCNICA DE TUBOS MÚLTIPLES
T2	17000	8000	NMP/100 ml	TÉCNICA DE TUBOS MÚLTIPLES
T3	12000	4000	NMP/100 ml	TÉCNICA DE TUBOS MÚLTIPLES
T4	50	25	NMP/100 ml	TÉCNICA DE TUBOS MÚLTIPLES
T5	30	15	NMP/100 ml	TÉCNICA DE TUBOS MÚLTIPLES
T6	10	5	NMP/100 ml	TÉCNICA DE TUBOS MÚLTIPLES

Nota: La muestra fue tomada por el usuario, el laboratorio no se responsabiliza.


CRISTIAN MICHEL GÓMEZ CORNEJO
INGENIERO AMBIENTAL
REG CIP 255514

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA

ING. CRISTIAN MICHEL GÓMEZ CORNEJO

CIP: 255514

UCV, licenciada para que
puedas salir adelante.





LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS : Análisis físico
USUARIO : Criollo Llacsahuanga, Omar Martín
Quevedo Flores, Karen Noelia
CANTIDAD DE MUESTRAS : 1
TIPO DE MUESTRA : Agua residual
FECHA DE EMISIÓN : 18 de mayo del 2022
RESULTADOS :

N° DE MUESTRA	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	EQUIPO
1	CE	1792	μS/cm	Multiparámetro de mesa
T1	CE	1937	μS/cm	Multiparámetro de mesa
T2	CE	2145	μS/cm	Multiparámetro de mesa
T3	CE	2386	μS/cm	Multiparámetro de mesa
T4	CE	2798	μS/cm	Multiparámetro de mesa
T5	CE	2926	μS/cm	Multiparámetro de mesa
T6	CE	3156	μS/cm	Multiparámetro de mesa

Nota: La muestra fue tomada por el usuario, el laboratorio no se responsabiliza.


CRISTIAN MICHEL GÓMEZ CORNEJO
INGENIERO AMBIENTAL
REG CIP 255514

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA

ING. CRISTIAN MICHEL GÓMEZ CORNEJO

CIP: 255514

UCV, licenciada para que
puedas salir adelante.

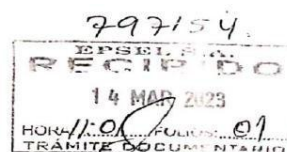


Anexo 03: Modelo de consentimiento informado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



Pimentel, 08 de marzo de 2023

Oficio N° 001-2023-UCV-VA-P15-F02/

Ing. Víctor Mondragón Villalobos Gerente
General de EPSEL

Presente._

Asunto: Solicito autorización para el ingreso a las Lagunas de Estabilización "San José"

Es dirigirme a usted para saludarla cordialmente y a la vez manifestarle que los alumnos del X ciclo: Criollo Llacsahuanga Omar Martín con DNI: 74418615 y código 7001142318 y Quevedo Flores Karen Noelia con DNI: 77019286 y código 7001120198, de la Universidad Cesar Vallejo, escuela de Ingeniería Ambiental realizarán la tesis titulada **"Eficiencia del extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta* (huacatay), para remoción de coliformes en las lagunas de estabilización San José, Chiclayo"**, por lo que solicito su apoyo, en autorizar el ingreso a las Lagunas de Estabilización "San José", a fin de puedan recoger información para su investigación, durante los meses de marzo y abril del presente año.

Esperando su pronta respuesta a lo solicitado, me despido de usted.

Atentamente,



Correo de escuela:
Eambiental.cix@ucv.edu.pe

Nombre: Karen Noelia Quevedo Flores.
Tel: 9570 27 29 2
Correo: Karenq@outlook.es

UCV, licenciada para que
puedas salir adelante.



Anexo 04: Resultado de similitud del programa Turnitin.

Eficiencia del extracto hidroalcohólico de Tagetes minuta (huacatay), para la remoción de coliformes en las lagunas de estabilización San José, Chiclayo.docx

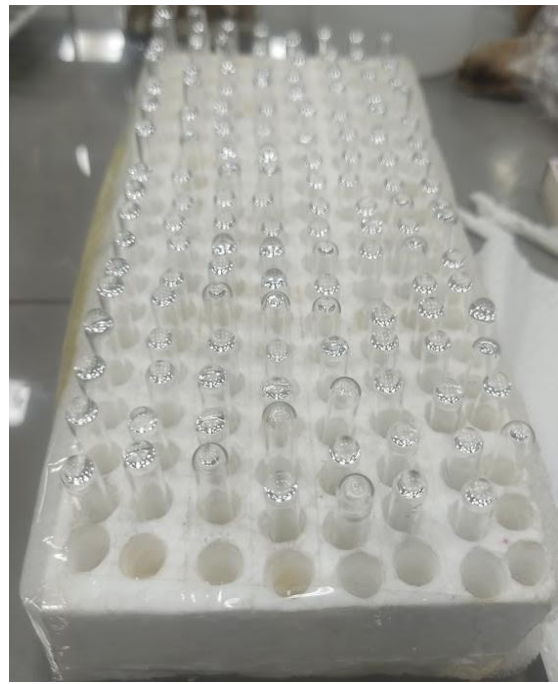
INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
4	cybertesis.uni.pe Fuente de Internet	1%
5	silو.tips Fuente de Internet	1%
6	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Ortiz Anaya Diana. "Tratamiento biologico de aguas residuales : eficacia de las lagunas de estabilizacion en la remocion de huevos de helmintos", TESIUNAM, 1995 Publicación	<1%

Anexo 05: Registro fotográfico



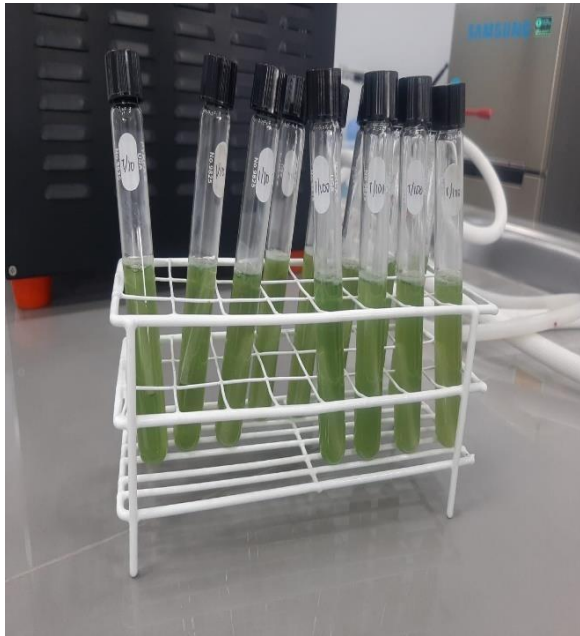
Materiales e insumos



Esterilización de material



Preparación de medios de cultivo



Determinación de coliformes iniciales



Determinación de coliformes después de aplicar las dosis de extracto hidroalcohólico de *Tagetes minuta*



Medición de pH y Conductividad eléctrica

Anexo 06. Matriz Leopold de los impactos hacia el ambiente por la utilización de aguas residuales

			ETAPAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS										EFECTOS AL MEDIO AMBIENTE								EFECTOS A LA SALUD HUMANA		FASE FINAL	
			AGUAS										MANEJO DE RESIDUOS			SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO		FASE DE ORIENTACIÓN Y MANTENIMIENTO			ENFERMEDADES			
			ESTUDIO EDAFOLÓGICO DE SUELO	INGRESO DE AGUA CRUDA	ESTABILIZACIÓN EN LAS LAGUNAS ANAEROBICAS	OXIGENACIÓN EN LAS LAGUNAS FACULTATIVAS	DESCARGAS DE EFLUENTE A RIESGO AGRICOLA	DESCARGA DE EFLUENTE AL MAR	DISPOSICIÓN DE LODOS	POLVOS Y GASES	MALOS OLORES	AGUAS USADAS EN CAMPAMENTO	RESIDUOS SÓLIDOS	LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA	COLECTORES PRINCIPALES, RECOLECCIÓN Y CONEXIONES DE DESAGUE	PLANTA DE TRATAMIENTO Y EMISOR DE DESAGUE	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE AGUA POTABLE Y DE GAS	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE LOS TANQUES DE AGUA, CABLES ELÉCTRICOS.	MANTENIMIENTO A LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES E INMUNOLÓGICAS	ENFERMEDADES BACTERIANAS, DERMATOLÓGICAS	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS, CARDIOVASCULARES, MORTALES.		DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS, RESIDUOS PELIGROSOS, EFLUENTES Y MATERIALES EXCEDENTES.
IMPACTO AMBIENTAL	Abiótico	Aire	GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO	-4				-10		-10	-9	-8	-8	-4				-4		-10	-10	-10	-6	-18
			DESCARGAS DE SUSTANCIAS TÓXICAS Y NO BIODEGRADABLES	-4	-9		-8	-8		-4		-8	-4				-8	-18	-12	-12	-10		-4	
			EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES	-4	-9	-9		-6	-8	-8	-8	-10	-10	-1	-10		-10	-8	-10	-10	-9		-10	
			OLORES NAUSEABUNDOS	-10	-8	-6	-4	-1	-10	-18	-9	-18	-12	-4	-4	-9	-10	-18	-4	-8	-8	-4	-10	
			CONTAMINACIÓN DE SUELOS	-1	-5			-10				-4	-2	-2	-4	-6		-2					-12	
		Suelo	DISMINUCIÓN DEL PORCENTAJE DE TEXTURA	-4	-12			-10		-18			4			-4	-6		-15				-6	
			SUELOS SALITROSOS			-8	-8	-18	-10				-10	-8			-6			-10			-4	
			CONTAMINACIÓN DE SUELOS AGRICOLAS	-4		-10		-24	-18					-8	-10			-8	-18	-18	-8		-8	
			DISMINUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS NUTRIENTES	-5	-10		-4	-8		-18	-4		-12						-4		-2		-21	
			CONTAMINACIÓN DEL AGUA	-1	-1		-4				-1	-2					-2		-2	-24	-24	-24	-6	
	Agua	BAJA CALIDAD DE AGUA EN LA ZONA DE DESCARGA AL MAR			-4	-8		-8	-8				-4			-2		-2	-6	-8		-4		
		NO APTO PARA EL CONSUMO HUMANO			-12	-10	-12	-10							-2		-24	-24	-8	-10				
		ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA			-1	-1	-4	-10		-2	-2	-4			-4	-6	-3	-4	-18	-4	-2	-6	-10	
		ARBUSTOS	-18	-4			-6		-6		-10	-6				-2		18				-4		
		PÉRDIDA DE CULTIVOS	-6	-2		-1	-8	-8	-12		-18				-4		10	-10	-8			-6		
	Biótico	Fauna terrestre	PÉRDIDA DE DIVERSIDAD	-24	-12		8		-16	-4	-3	-10			-1			-2	-2	-1		-1		
			ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN									-4				-8	-10	-4					-1	
		Económico	Social	5			6	5	10		12		24	8	10	10	12	10	24	20	10	12	12	
			Económico				-10		-8	-10	-10	-2		-10		27	10	8	10	-32	-12	-24	-8	
			Cultural	8	10				12	6	10	4			10	2	8	10	8	32	-10	-8	10	
ESTADO	RESPUESTA	6	12	6	8		-8	4	8	4				8	24	24		10	8	10	10			
	RIESGOS DE ACCIDENTES			-8	-8	10			-6	-6				-24	-32	-8					-1			
FARI			19	22	6	22	15	10	16	14	14	4	24	8	20	39	38	62	84	52	20	20	32	
Impactos Positivos			81	68	77	51	123	106	126	43	79	70	62	40	25	41	63	88	131	166	122	121	134	
Impactos Negativos			62	46	71	29	108	96	110	29	65	66	38	32	5	2	25	26	47	114	102	101	102	
Promedios Aritméticos																								

IMPACTO POSITIVOS	0	-111	-111
IMPACTOS NEGATIVOS	0	-109	-109
PROMEDIOS ARITMÉTICOS	0	-148	-148
	0	-193	-193
	0	-52	-52
	0	-71	-71
		-84	-84
		-134	-134
	0	88	88
	0	-91	-91
	0	-54	-54
		-112	-112
	0	-83	-83
	18	-56	-38
	10	-83	-73
	8	-75	-67
	0	-28	-28
	190	0	190
	55	-126	-71
	130	-18	112
	132	-8	124
	10	-93	-83

-561	-1330	-1264
-429	-1330	-1264
-91		-1264
-54		-1264
-112		-1264
-83		-1264
-38		-1264
-73		-1264
-67		-1264
-28		-1264
190		-1264
-71		-1264
112		-1264
124		-1264
-83		-1264