



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Efecto de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la
degradación de aceites en aguas residuales del dren 3100 Pimentel,
Chiclayo – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Carranza Carhuajulca, Xiomara Nicole (orcid.org/0000-0001-8245-6738)

Saavedra Huaman, Jackeline Del Pilar (orcid.org/0000-0002-3555-4375)

ASESOR:

Dr. Monteza Arbulu, César Augusto (orcid.org/0000-0003-2052-6707)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicamos el presente trabajo a nuestros padres por su constante esfuerzo y dedicación a lo largo de esta etapa, asimismo por el apoyo tanto económico como emocional.

A nosotras mismas por ser perseverantes y superar cada obstáculo presentado durante el transcurso del desarrollo de nuestra tesis.

Xiomara Nicole y Jackeline del Pilar

Agradecimiento

Primeramente, agradecemos a Dios por brindarnos sabiduría, por guiarnos por un buen camino y por darnos la fuerza necesaria para salir adelante.

A nuestros padres quienes siempre nos han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos nuestros objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño nos han impulsado siempre a perseguir nuestras metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

A nuestro asesor y a los docentes que han sido parte de este camino universitario, y a todos ellos les queremos agradecer por transmitirnos los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

Por último, agradecer a la universidad que nos ha exigido tanto, pero al mismo tiempo nos ha permitido obtener el tan ansiado título.

Xiomara Nicole y Jackeline del Pilar

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y operacionalización	10
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
3.5. Procedimiento	12
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN	23
VI. CONCLUSIONES	26
VII. RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS	28
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Tipos de hongos como agentes biorremediadores</i>	7
Tabla 2. <i>Preparación del caldo de papa dextrosa</i>	13
Tabla 3. <i>Análisis fisicoquímico de la muestra del agua residual</i>	18
Tabla 4. <i>Determinación de la concentración de aceites presentes en el agua residual del dren 3100 – Pimentel, con el microorganismo Penicillium sp</i>	19
Tabla 5. <i>Determinación de la concentración de aceites presentes en el agua residual del dren 3100 – Pimentel, con el microorganismo Aspergillus sp</i>	20
Tabla 6. <i>Determinación de la concentración de aceites presentes en el agua residual del dren 3100 – Pimentel, con el microorganismo Penicillium sp y Aspergillus sp (Mixto)</i>	21

Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Comparación de la eficiencia de los microorganismos <i>Penicillium</i> sp y <i>Aspergillus</i> sp en la degradación de aceites en aguas residuales	22
---	----

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación de aceites en aguas residuales del Dren 3100 Pimentel, Chiclayo – 2022. El diseño de la investigación fue experimental – cuasi experimental cuantitativa aplicada, las variables fueron microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* y degradación de aceites en aguas residuales. Para empezar el desarrollo de la investigación se utilizó el análisis documental ya que se recopiló información mediante diversas bases de datos, asimismo se realizó la observación experimental la cual permitió registrar los datos obtenidos en la etapa experimental para contrastarlos con la realidad estudiada. Finalmente, se obtuvo como resultados que la combinación de ambos microorganismos degradó el aceite en un 99%, mientras que el *Penicillium sp* degradó en un 98% y el *Aspergillus sp* en un 97% durante un periodo de 15 días, por ende se llegó a la conclusión que se logró evaluar el efecto de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación de aceites en aguas residuales dren 3100 – Pimentel donde se evidenció que los dos microorganismos y la mezcla de ambos son eficientes para ser utilizados como agentes degradadores de aceites presentes en aguas residuales.

Palabras clave: *Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, degradación, aceites, aguas residuales.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of *Penicillium* sp and *Aspergillus* sp microorganisms on the degradation of oils in wastewater from Drain 3100 Pimentel, Chiclayo - 2022. The research design was experimental - quasi-experimental quantitative applied, the variables were microorganisms *Penicillium* sp and *Aspergillus* sp and degradation of oils in wastewater. To begin the development of the investigation, documentary analysis was used since information was collected through various databases, as well as experimental observation which allowed recording the data obtained in the experimental stage to contrast them with the reality studied.

Finally, it was obtained as results that the combination of both microorganisms degraded the oil by 99%, while *Penicillium* sp degraded by 98% and *Aspergillus* sp by 97% during a period of 15 days, therefore it was reached the conclusion that it was possible to evaluate the effect of the microorganisms *Penicillium* sp and *Aspergillus* sp in the degradation of oils in wastewater drain 3100 - Pimentel where it was evidenced that the two microorganisms and the mixture of both are efficient to be used as oil degrading agents present in wastewater.

Keywords: *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp, degradation, oils, wastewater.

I. INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es fundamental para el ser humano, se utiliza como recurso para las actividades industriales, productivas y recreativas; sin embargo, la generación de aguas residuales como resultado de las acciones humanas ha provocado la pérdida de la calidad del agua en ríos, mares, lagos y lagunas.

Connor, et.al. (2017) informan que todos los países excepto en los más desarrollados las aguas servidas son vertidas de manera directa al medio ambiente sin tener un tratamiento adecuado por lo que trae consecuencias nocivas para la salud del ser humano, la producción económica, la calidad de los recursos naturales, medio ambiente y ecosistemas de aguas.

Yee - Batista (2013, p.15), nos dice que en América Latina el 70% de aguas servidas no tienen tratamiento alguno. Según el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina, manifiesta que alrededor de un litro de residuos de aceites llega a contaminar 1.000 litros de recurso hídrico, lo cual equivale a la cantidad de fluido que agota una persona promedio en unos 11 años (Moya, 2021, p.15).

Al mismo tiempo, El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA,2014, p.27), nos indica que los 2.2 millones de m³ de aguas servidas pasan diariamente por el sistema de alcantarillado peruano, solamente el 32% recibe el procedimiento por adelantado antes de ser arrojados en cuerpos de agua natural.

Igualmente, El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2021, p.150) manifiesta que, en el año 2021, el país registró un descenso de las descargas de aguas servidas domésticas sin tratamiento del 0,4%. Posteriormente, en el año 2020 los vertimientos de aguas servidas industriales autorizadas ascendieron a 624 millones 1 mil m³, aumentando en más de 3 veces respecto al año anterior (192 millones 724 mil m³).

En el distrito de Pimentel se evidenció una problemática la cual está ubicada en el dren 3100, dicho dren también recibe las aguas servidas de la Victoria, Santa Victoria y Diego Ferré. Dentro de la Ley General de Aguas en su artículo 22º prohíbe verter cualquier tipo de residuo ya sea sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar las aguas y causar daños a la salud humana o destruir la vegetación y fauna marítima, también se establece que dichas descargas deben ser tratadas previo que sea necesario (Méndez y Marchán, 2008, p.15) sin embargo, empresas, fábricas y Epsel arrojan sus aguas residuales directamente al dren, que luego llega al mar afectando así a la flora y fauna marítima.

A su vez la contaminación por aguas servidas afecta a los pobladores ya que algunos de ellos hacen uso de motobombas para sacar dichas aguas, las cuales son utilizadas para regar los cultivos, dicho problema se ha convertido en un gran peligro para la salud debido a la fuerte contaminación.

La alta contaminación que tiene el dren 3100 causa diversas enfermedades entre las más resaltantes son diarreas agudas, disentería, parasitosis intestinal y hasta hepatitis A, además, en el dren 3100 se puede percibir olores nauseabundos al igual que se puede observar el cambio de coloración que tiene la orilla del mar al ser mezcladas con el agua residual.

Por ello, nos enmarca una situación muy preocupante, dado que como futuros ingenieros ambientales nos vemos en la obligación de buscar nuevas alternativas para poder degradar el aceite en aguas residuales. Actualmente se han establecido microorganismos como *Penicillium sp.* y *Aspergillus sp.*, los cuales son potentes productores de lipasas que tienen como habilidad asimilar contaminantes de aguas residuales, así también se enfocan en degradar grasas y aceites (Pintor, 2019, p.27).

Todo lo mencionado nos llevó a formular la siguiente interrogante: ¿Cuál es el efecto de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación del aceite en las aguas residuales?

La presente investigación se justificó, debido a que se buscó describir el efecto de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación de aceites en aguas residuales generadas por la misma población, ya que éstas vienen provocando grandes problemas ambientales, trayendo consigo la destrucción de la flora y fauna marítima, colapso de desagües, enfermedades respiratorias todo lo mencionado afectan el estado natural de la biodiversidad, del recurso hídrico, del aire y de la salud humana debido al incremento del uso de aceites y a la mala disposición final que le brindan.

Para minimizar el problema se dio a conocer la efectividad de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación de aceites en aguas residuales, que contienen impurezas vertidas desde diferentes fuentes, principalmente domésticas e industriales. De este modo, encontramos que las aguas residuales consiguen abarcar contaminantes provenientes de residuos municipales, urbanos o industriales.

Este trabajo tuvo como objetivo general: Evaluar el efecto de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación de aceites en aguas residuales del dren 3100 Pimentel, Chiclayo - 2022, de igual manera para desarrollar esta investigación se propusieron los siguientes objetivos específicos: Determinar la concentración de aceites presentes en las aguas residuales del dren 3100 Pimentel, Chiclayo – 2022; construir un sistema de tratamiento en las aguas residuales con los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp*; determinar periódicamente la concentración de aceite en el agua residual durante el tratamiento del dren 3100 Pimentel, Chiclayo - 2022 y finalmente comparar la eficiencia de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación de aceites de aguas residuales del dren 3100 Pimentel, Chiclayo - 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Según Márquez et al. (2015,p.14), Mendoza (2010, p.10) y López (2017,p.47), utilizaron el agar de czapek con la finalidad de lograr la degradación de aceite, en dichas investigaciones se reconoció a los géneros de hongo como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, dichos microorganismos poseen la capacidad de degradar los aceites en aguas residuales obteniendo como resultados que el hongo *Penicillium* degrada un 9.52%, la especie *A. Níger* señala el mayor crecimiento radial en ARU asimismo es el que más degrada los aceites con un 61,74% y 59,69%; finalmente el *Aspergillus Níger* es más eficiente en la degradación debido al índice de degradación que exhibió fue 5.37% en tratamiento realizado. Llegando como conclusión que dichos microorganismos generan una gran importancia en la degradación de aceite donde nos permite tener una reducción en las aguas residuales.

Pérez (2019,p.21) , González (2018,p.4) y Verdezoto (2017,p.12), nos manifiesta que en sus investigaciones realizadas hicieron uso de los microorganismos *Penicillium*, *Aspergillus* y *Fusarium*, al extraer las grasas y aceites han tenido una validez positiva al utilizar el método de extracción de soxhlet, obteniendo como resultado de cada investigación un rebajamiento de aceite con un 1.93% a 0.09%, asimismo un rendimiento de 24.7% en aceites, a su vez todo el proceso experimental tuvo como duración 17 días y como resultado de la extracción de dicha muestra que se recupera del 97.6655% al 98.202% con el método de soxhlet, donde se concluye que este método es favorable teniendo un rendimiento en degradación de grasas y aceites.

Ortellado (2022, p.20), Chuquipul y Rojas (2019, p.15), y Ballesteros (2020, p. 30) nos manifiestan que realizaron estudios en los que utilizaron el método soxhlet para determinar la concentración de aceites en aguas servidas, por otro lado, para degradar los aceites hicieron uso del microorganismo *Penicillium sp* en un periodo de 9 días, los resultados que obtuvieron en los 3 estudios son que los microorganismos ya mencionados degradaron el aceite en un 95%, 94.5% y en un 92%.

Por otro lado, Jiménez (2012,p.118) y Mendoza (2004,p.8), nos manifiesta que el método soxhlet está respaldada por la norma NMX-AA-005-1980, donde establece la materia de contaminantes grasos disponiendo los límites máximos permisibles para descargas en aguas y bienes nacionales, alcantarillado y para las aguas residuales tratadas las cuales son reutilizadas en servicios al público, por ende se realizó una extracción de grasas y aceites utilizando el microorganismo *Aspergillus Níger*, asimismo utilizaron las mismas cantidades de muestras y solvente hexano en un equivalente de 21.6 ml, determinó la exactitud del método, dando como resultado la recuperación del 97.6655 al 98.202 %, mostrando la validez del método de Soxhlet.

Al mismo tiempo, Sihuacollo (2015, p.14), Rodríguez (2011, p.25) y Vasquez, et al. (2010, p.28) utilizaron el método de soxhlet con la finalidad de determinar los aceites presentes en aguas residuales, asimismo utilizaron como microorganismo biorremediador al *Aspergillus* el cual fue adquirido por una compra de cepa, para lograr la degradación de aceite se inoculó la solución de esporas. La degradación se evidenció en un periodo de 7 a 14 días, en los estudios ya realizados se evidenció la efectividad de dicho microorganismo en un 80%, 83% y 84%.

León, Sánchez (2021, p.40) y Hernández (2017, p.35) realizaron estudios donde explican como el microorganismo *Aspergillus Níger* degrada los aceites, para ello se basaron en aislar el microorganismo para luego identificar que genero de *Aspergillus* se encontró. Para determinar la cantidad de aceites que tiene el agua servida utilizaron el método de soxhlet con un periodo de 12 días, finalmente dieron a conocer que el microorganismo degradó en un 78% y 82%.

Para complementar esta investigación se consideró realizar una revisión bibliográfica de los siguientes términos:

Las aguas servidas están conformadas por cualquier tipo de aguas cuya calidad se ve afectada de manera negativa por la influencia antropogénica. Dichas aguas no tienen valor inmediato para la finalidad que se usó (UNESCO, 2017). Dentro de las aguas servidas existen diversos tipos las cuales han sido clasificadas de la siguiente manera:

Aguas residuales domésticas o aguas negras: Contienen exceso de materia orgánica y microorganismos, los cuales son provenientes de la higiene personal, limpieza de casa y grasas.

Aguas blancas: Proviene del derretimiento de la nieve y hielo, además de las lluvias, riego de los parques y limpieza de espacios públicos.

Aguas residuales industriales: Surgen por las actividades realizadas en las fábricas y establecimientos industriales las cuales contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas.

Aguas residuales agrícolas: Se suelen utilizar en zonas rurales para el riego agrícola con o sin pretratamiento previo (Espigares y Pérez, s.f. p.2).

Por otro lado, nos informan que las aguas residuales que no recorren el sistema de alcantarillado se vierten en cuerpos de agua naturales, terrenos baldíos o son utilizadas para el riego de cultivos (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014, p.30).

En dicho tema de investigación es de suma importancia hablar de los hongos quienes son considerados microorganismos como formas de vidas separadas, por lo tanto, se estudian en grupos arbitrariamente en servicio de aspectos particulares que pueden ser consideradas y valoradas como buenas o malas para la vida del hombre en el planeta (Schaechter, 2007, p.4).

Al mismo tiempo, Cuevas (2016, p.2), informa que los hongos son pertenecientes al reino Fungí, conformados por organismos eucariotas, aerobios facultativos que se originan por esporas, además son heterótrofos con diversas estructuras, funciones, morfología de crecimiento y estilos de vida; impactando de forma positiva o negativa a todos los ecosistemas. Asimismo, son heterótrofos ya que no fabrican su propio alimento debido a la falta de clorofila y de pigmentos fotosintéticos es por lo que dichos hongos se relacionan con otros seres vivos con la finalidad de buscar nutrientes orgánicas, se clasifican en macromicetos (cuerpos de reproducción visibles) y micromicetos (se visualizan a través del microscopio).

En la naturaleza los hongos son de gran beneficio, en este caso los hongos que serán mencionados son agentes biorremediadores con la capacidad de absorber aceites.

Tabla 1. Tipos de hongos como agentes biorremediadores

Hongos	Ambiente de ubicación
<i>Penicillium sp</i>	Frutos y vegetales podridos
<i>Aspergillus sp</i>	Hojas muertas y abonos
<i>Aspergillus Níger</i>	Vegetales en descomposición, granos de cereal, ambientes oscuros, cerrados y húmedos
<i>Rhizopus sp.</i>	Suelo, residuos, frutos, vegetales y animales en descomposición

Fuente: Elaboración propia

Este estudio se enfocó específicamente en *Aspergillus sp* y *Penicillium sp*, ambos hongos son filamentosos hialino, saprófito perteneciente al filo Ascomycotase, Salazar y Rúa (2014, p.63), definen que el hongo *Aspergillus sp* está ampliamente distribuido en la naturaleza, las especies crecen en una temperatura determinada (6°C - 55°C) y una humedad baja. Las diversas especies cuentan con variedades de tamaño, de textura las cuales suelen ser aterciopelada, granular, algodonosa, mientras que la coloración de la colonia es verde-amarillento (*Aspergillus flavus*), negro (A. níger), marrón (A. terreus).

Por ello López (2021, p.10), manifiesta que los hongos ya mencionados se alimentan de sustancias orgánicas muerta o putrefacción. Por ello, son una parte importante de la cadena alimentaria de los ecosistemas donde se encuentran ya que son un potente elemento descomponedor, asimismo nos informa que el hongo *Aspergillus* se reproduce frecuentemente de manera sexual el cual es producido por esporas asexuales las cuales son llamadas conidios. Las esporas son liberadas y transportadas por la acción del viento. Al caer sobre el sustrato, si el estado ambiental de humedad y temperatura son suficientes, comienzan a germinar.

Mientras que Gómez (s.f., p.50), informa que el *Penicillium sp* es una cepa microbiana común en bioprocesos orientados a la producción de metabolitos de interés, este microorganismo es utilizado en los tratamientos de agua residual, para reducir la concentración de nutrientes enfocados en el fósforo y nitrógeno.

A la vez Arias y Piñeros (2008, p.20), manifiestan que el hongo *Penicillium sp* macroscópicamente las colonias, van tomando colores diferentes al inicio son de color blanco y luego adquieren colores diferentes (azul, azul verdoso, verde, gris oliva o tonos rosados) según la especie.

Cabe resaltar que dicho microorganismo lipolítico puede absorber y degradar metabólicamente aceites, asimismo se basa en el metabolismo secundario el cual se inicia con la condensación no ribosomal de tres aminoácidos, aquellos metabolitos tienen acciones antimicrobianas los cuales son de interés farmacológico, debido a eso los hongos filamentosos se convierten en factorías celulares que con modificaciones adecuadas pueden crear una ruta biosintética (Hernández, 2012, p.10).

Por otro lado, la degradación ambiental es el proceso de agotamiento de recursos naturales como el aire, el agua y el suelo; la destrucción de ecosistemas y la extinción de la vida silvestre todo esto como consecuencia de las actividades diarias que realiza la persona, asimismo con la manera en que los países explotan sus recursos naturales (Zurrita, et al., 2015, p.1).

También se considera como un término importante para nuestra investigación al aceite ya que es un compuesto que no se degrada fácilmente en el medio ambiente, además en el agua evita la oxigenación trayendo consigo la pérdida de flora y fauna con respecto al medio acuático (Solís y Neira, 2018, p.1).

De igual modo, verter incorrectamente el aceite puede provocar la formación de globos de grasa que eventualmente obstruyen los desagües. A medida que el aceite se enfría, se acumula en las tuberías y, cuando se combina con otros elementos y restos de alimentos, crea obstrucciones que permiten que se derrame el exceso de agua, lo que incrementa el peligro en la salud pública (Secretaría de Ambiente - Bogotá, 2021, p.14).

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2007, p.23) informa que para medir el nivel de concentración de grasas o aceites en aguas residuales se utiliza el método de soxhlet el cual se encarga de determinar los lípidos biológicos, hidrocarburos ya sea fracciones pesadas o relativamente polares del petróleo, el método ya mencionado es utilizado en aguas servidas o efluentes que ya han sido tratados y aún contengan dichos materiales, aunque la complejidad de la muestra puede producir resultados desviados.

El método de soxhlet es respaldado por la norma oficial mexicana - NMX-AA-005-SCFI-2000, dicha norma detalla un método analítico para determinar aceites y grasas recuperables en aguas naturales, servidas y residuales tratadas. Dicho método se encarga de absorber grasas y aceites en tierra de diatomeas, los cuales son extraídos en un Soxhlet utilizando disolvente llamado hexano o bencina de petróleo (secretaría de comercio y fomento industrial, 2000, p.6).

Asimismo, se menciona impactos ambientales, impacto social y riesgo ambiental. Los impactos ambientales son la alteración positiva o negativa de un componente del ambiente que es realizada por acciones humanas la cual trae como consecuencia la situación del ambiente a un futuro generando alteración en el ser humano y calidad ambiental, mientras que los impactos sociales de acuerdo con la ley del SEIA, se enfoca en los impactos ambientales considerando las medidas necesarias de cada proyecto de inversión, cada plan que se realizará se debe adecuar a la gestión social, enfocándose en la prevención, control, mitigación e indemnización por los impactos sociales que puedan realizar; por último el riesgo ambiental se asemeja a una afectación sobre el ecosistema o el ambiente derivado de un fenómeno natural, antropológico o tecnológico, asimismo puede suceder de manera inesperada, por ende, en el análisis de riesgo se examina que puede salir mal durante la ejecución del plan (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2022, p.21).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada porque se enfocó en el objetivo de obtener conocimientos aplicados en dificultad social o sectores productivos. Es fundamental el hallazgo de adquirir descubrimientos tecnológicos, donde se plantea los procesos enfocados en la teoría del producto (Lozada, 2014, p.35).

Cuantitativa porque obtuvimos datos específicos con respecto a la degradación de aceites en aguas residuales, donde constituye un método experimental comúnmente utilizado en las disciplinas científicas. Los objetivos de la investigación cuantitativa son adquirir ideas fundamentales y preferir ejemplos adecuados, donde nos permita deducir la existencia de una manera imparcial ya que los datos se recopilan y analizan por medio de conceptos y variables medibles (Neill y Cortez, 2018, p.69).

El diseño de investigación es experimental- cuasi experimental, ya que se estudió el problema permitiendo manipular la variable ya que no contribuye a la eficacia inferencial a diferencia de la estrategia experimental, además es longitudinal ya que incluye a los diseños que repiten medidas de la variable permitiendo estudiar los procesos de cambio y posibles causas (Bono, s.f., p.2 y 14).

3.2. Variables y operacionalización

V1: Microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* (Anexo 01)
Como definición del género *Aspergillus sp* es filamentoso hialino, saprófito, referente al filo Ascomycotase (Salar y Rua, 2014, p.94). Mientras tanto el género del *Penicillium* es una cepa microbiana común en bioprocesos orientados a la producción de metabolitos de interés (Gomes, s.f., p.426).

V2: Degradación de aceites en aguas residuales (Anexo 01)
La biodegradación se convierte en una alternativa, los microorganismos se enfocan en eliminar los aceites, grasas y sustancias en compuestos simples y menos tóxicos, pero en la biorremediación se enfoca en los contaminantes que son convertidos en CO₂, el agua no afecta al medio ambiente pero sí pueden ser vertidos a los desagües o ríos (Pacheco, et al., 2018, p.24).

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

La población del estudio estuvo integrada por el agua residual del dren 3100 Pimentel - Chiclayo.

Muestra

Se tomó 1 muestra de 16 litros de agua residual del dren 3100, las cuales fueron distribuidas en 16 recipientes conteniendo 1L de agua residual cada uno.

Muestreo

Muestreo no probabilístico por conveniencia ya que permite elegir casos accesibles aceptando incluir. Esto se basa en la comodidad, la accesibilidad y la proximidad del investigador (Otzen y Manterola, 2017, p.230).

Unidad de análisis

Dren 3100 Pimentel - Chiclayo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para empezar el desarrollo de la investigación se utilizó el análisis documental debido a que se recopiló información de estudios o investigaciones acerca de efecto de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación de aceites en aguas residuales.

Mendoza y Ávila (2020, p.54), define que el instrumento es una herramienta importante en la cual se usa para la recolección de información, enfocados en la búsqueda de la literatura científica donde el investigador realiza una investigación enfocados en la recolección, tabulación y análisis de datos.

Luego se realizó la observación experimental la cual permitió registrar los datos obtenidos en la etapa experimental para contrastarlos con la realidad estudiada.

Por otro lado, para realizar la toma de muestra se siguió un protocolo propuesto por la oficina de Medio Ambiente donde menciona que el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, aprueba los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. (Anexo 02)

3.5. Procedimiento

Se recopiló información mediante diversas bases de datos, repositorios y páginas web sobre el tema de estudio.

La fase experimental se detalla a continuación:

1. Aislamiento de los siguientes microorganismos

Penicillium sp y *Aspergillus sp*:

- Para el aislamiento del microorganismo *Penicillium sp* se obtuvo de una mandarina en estado de descomposición mientras que para el microorganismo *Aspergillus sp* se obtuvo pesando 1g de compost, disolviéndose en 9ml de agua destilada en un vaso precipitado.
- Para la preparación del medio cultivo Potato Dextrosa Agar (PDA) se pesó 5.9 gramos y se disolvió en 150 ml de agua destilada en un matraz, luego se calentó en una estufa y finalmente lo llevamos a la autoclave.
- Con la ayuda del asa bacteriológica se realizó la siembra en el medio de cultivo PDA en las placas Petri y posteriormente se incubó por 5 días a temperatura ambiente 25°C, para obtener el crecimiento de hongos. Luego de 5 días se pudo evidenciar su crecimiento de cada microorganismo.

2. Observación de hongos

Para la observación de hongos se realizó una tinción, en cada laminilla se colocó una gota de cristal violeta, azul de lactofenol y Lugol acompañadas de las muestras colocándole un cubreobjetos, posteriormente se procedió a realizar la observación microscópica a 40x.

3. Cultivo de hongos en el medio líquido

Para realizar el cultivo de hongos en medio líquido primero se tuvo que preparar caldo de papa dextrosa el cual se detallará a continuación:

Tabla 2. *Preparación del caldo de papa dextrosa*

Composición		Preparación
Papa blanca sin pelar	200g	Se lavó, cortó e hirvió las papas por 20 minutos en 4000 ml de agua destilada.
Dextrosa	80g	Se disolvió los 80g de dextrosa.
Agua destilada	4000ml	Finalmente se colocó en la autoclave.

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber preparado el caldo de papa y dextrosa se pasó a esterilizar los matraces, de igual modo con ayuda del asa bacteriológica se realizará el cultivo y finalmente se incubó por 5 días a temperatura ambiente 25 °C.

4. Toma de muestra del dren 3100 Pimentel – Chiclayo

Para realizar la toma de muestra se siguió un protocolo propuesto por la oficina de Medio Ambiente donde menciona que el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, aprueba los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

Se tuvo que realizar los siguientes pasos:

- Ubicar el dren 3100 Pimentel
- Preparar el envase
- Abrir el envase
- Llevarlo al flujo, tomar la muestra desde la desembocadura del dren 3100 Pimentel.
- Rellenarlo con agua
- Cerrar el envase después de la toma de muestra
- Transportar las muestras

5. Construir el sistema de tratamiento

Para construir el sistema se adquirieron 16 frascos, 08 compresoras de oxígeno, 08 llaves de paso tipo T y 12 metros de mangueras. Primero se perforaron todas las tapas de los frascos, en seguida se cortó la manguera, luego se colocaron las llaves de paso tipo T y finalmente se conectó a las compresoras de oxígeno.

6. Inocular los hongos a las muestras de agua residuales.

Para inocular los hongos a las aguas residuales se utilizó 100 ml de solución de esporas (hongos) para cada muestra.

En este caso fue:

- *Penicillium sp* (100ml de solución de esporas) + 1L de agua residual.
- *Aspergillus sp* (100 ml de solución de esporas) + 1L de agua residual.
- *Penicillium sp* + *Aspergillus sp* (inoculación mixta) + 1L de agua residual.

7. Determinar la concentración de aceites en las muestras utilizando el Método Soxhlet.

La concentración de aceite en aguas residuales se realizó periódicamente cada 3, 6, 9, 12 y 15 días a través del método de soxhlet el cual tiene como base a la norma oficial mexicana - NMX-AA-005-SCFI-2000, asimismo se le agregó 15 ml de aceite a las aguas para que todas las muestras tengan una misma concentración inicial.

7.1. Para el método soxhlet se utilizó lo siguiente:

Materiales

- Cartuchos de extracción de celulosa para soxhlet.
- Papel filtro
- Vasos precipitados de 500ml
- Embudo Buchner
- Matraz Kitasato de 500 ml
- Guantes

Reactivos

- Ácido clorhídrico
- Bencina de petróleo
- Suspensión de tierra de diatomeas

Equipos

- Equipo de extracción Soxhlet
- Bomba de vacío
- Estufa eléctrica
- Balanza analítica
- Equipo de filtración a vacío
- Potenciómetro

Para realizar con el método soxhlet se debió obtener el peso constante del matraz, por ende, se coloca a la estufa a una temperatura de 105 °C, luego se enfrió en el desecador y se pesó, de esa manera se obtuvo el peso constante de los matraces.

7.2. Preparación de material filtrante

- Colocar el embudo al matraz acompañado del papel filtro dentro del embudo
- Agregar 100 ml de suspensión de tierra de diatomeas sobre el filtro aplicar vacío
- Lavar con 100 mililitros de agua
- Obtener la captura de aceites contenidos y luego transferir el material filtrante a un cartucho de extracción

- Limpiar las paredes internas del embudo con el papel filtro impregnados de bencina de petróleo para remover la grasa y los sólidos impregnados sobre las paredes
- Colocar los trozos de papel en el mismo cartucho
- Secar el cartucho en una estufa a una temperatura de 103 y 105 °C, periodo de 30 min.

7.3. Preparación del método soxhlet

- Adicionar el volumen adecuado de bencina de petróleo al matraz de extracción previamente puesto a peso constante.
- Para ello se debe instalar el equipo de extracción para colocar la temperatura del reflujo y extraer a una velocidad de 3 ciclos por hora durante un periodo de cuatro horas.
- Finalmente, una vez terminada la extracción retirar el matraz del equipo soxhlet y evaporar el solvente.
- El matraz de extracción libre y solvente se coloca en el desecador hasta que alcance la temperatura ambiente y pesar el matraz de extracción y determinar la concentración de grasas y aceites.

Para hallar los cálculos se utilizó la siguiente formula:

$$\text{ppm (GyA)} = \frac{(P1 - P2) \times 10^6}{V1}$$

Dónde:

- Ppm (G y A): Concentración de Grasas y Aceites en partes por millón (mg/L)
- P1: Peso de matraz después de la extracción y el secado
- P2: Peso de matraz (libre de humedad) antes de la extracción
- V1: Volumen de muestra filtrada
- 10⁶: Factor de conversión

8. Comparación del nivel de degradación de los aceites.

Finalmente se tuvo en cuenta todos los datos obtenidos periódicamente cada 3 días y se realizó la comparación a través de gráficos.

3.6. Método de análisis de datos

En el desarrollo de la investigación se utilizaron los trabajos previos, artículos, proyectos de tesis y libros. Asimismo, se utilizó el programa Google Earth para la ubicación de la toma de muestra y Microsoft Excel 2016 para evidenciar las tablas y gráficos para representar datos estadísticos, en el cual se ha considerado datos como el nivel de degradación de aceites en aguas residuales los cuales han sido graficados de acuerdo con los resultados obtenidos.

3.7. Aspectos éticos

En la recopilación de datos, toda la información se obtuvo de fuentes confiables y se cita cuidadosamente, respetando los derechos de autor de los respectivos estudios investigados, de esa manera se utilizó las fuentes de información de manera veraz y transparente.

Dicho lo mencionado se tuvo en cuenta información como (revistas, tesis, artículos, entre otros) citando de manera adecuada mediante las normas vigentes, donde se acatará los tributos del creador o autor a través de citas y referencias, constatando que no se hizo plagio en nuestra información.

IV. RESULTADOS

La presente investigación se basa en la degradación de aceites en aguas residuales por la acción de los hongos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp*; para ello partiremos del análisis fisicoquímico de las aguas residuales del dren 3100 – Pimentel, lo que permitió conocer las concentraciones de los parámetros más importantes dentro de los estándares de calidad ambiental – agua.

Tabla 3. *Análisis fisicoquímico de la muestra del agua residual*

Parámetros	Unidad	Muestra
pH	--	7.60
Temperatura	°C	20.00
Conductividad	µS/ cm	2685
Salinidad	ppm	1.40
Oxígeno Disuelto	ppm	335.6
Solidos Totales Disueltos	ppm	1342

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°3 se muestra los resultados del análisis fisicoquímico que se realizó al agua residual del dren 3100 – Pimentel, en el que se buscó saber si el pH del agua residual era neutra, acida o alcalina, se obtuvo como resultado que el agua residual tuvo un pH de 7.60 siendo alcalina, por ende, se utilizó ácido clorhídrico a concentración 1:1 para obtener un pH menor a 2, ya que en las investigaciones se manifiesta que para hacer el uso del método soxhlet el valor del pH debe ser menor que 2.

Para la investigación se construyó un sistema de tratamiento para las aguas residuales, el cual está conformado por 16 frascos de 1L; 08 compresoras de oxígeno; 08 llaves de paso tipo T y 12 metros de manguera para la conexión del bombeo de oxígeno para los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp*, debido a que son aeróbicos y necesitan de oxígeno para su desarrollo de sus funciones vitales, asimismo se le agregó 15 ml de aceite a las muestras para que todas tengan la misma concentración inicial.

Dentro del estudio uno de los objetivos es determinar la concentración de aceites presentes en las aguas residuales del dren 3100 – Pimentel, lo cual periódicamente permitirá observar el nivel de degradación que han tenido las aguas residuales al ser inoculados los hongos.

De las 16 muestras de aguas residuales, la muestra inicial se utilizó como muestra de control mientras que en las 15 muestras se inocularon los microorganismos *Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, y mixto, en cada muestra se evidenció un pH mayor de 7 y 8.

Tabla 4. Determinación de la concentración de aceites presentes en el agua residual del dren 3100 – Pimentel, con el microorganismo *Penicillium sp*

	Concentración de aceite (g/L)	Porcentaje de degradación de los aceites %
Día 0	5.2227	0%
Día 3	0.2937	94%
Día 6	0.1297	97%
Día 9	0.1292	97%
Día 12	0.0865	98%
Día 15	0.0652	98%

Fuente: Elaboración propia

En tabla N°4 se determinó una concentración inicial de 5.227 de aceites presentes en el agua residual del dren 3100 – Pimentel, Chiclayo. Asimismo, se evidenció que en un periodo de 15 días de haber sido inoculado el microorganismo *Penicillium sp* disminuyó la concentración de aceites a un 0.2937 en 3 días y 0.0652 en 15 días, por ende, se llegó a la conclusión que el *Penicillium sp* es muy eficiente disminuyendo la concentración de aceites en aguas residuales.

Tabla 5. *Determinación de la concentración de aceites presentes en el agua residual del dren 3100 – Pimentel, con el microorganismo Aspergillus sp*

	Concentración de aceite (g/L)	Porcentaje de degradación de los aceites %
Día 0	5.2227	0%
Día 3	0.7087	86%
Día 6	0.3207	93%
Día 9	0.1681	96%
Día 12	0.1313	97%
Día 15	0.1121	97%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°5 se evidenció como el microorganismo *Aspergillus sp* fue deteriorando la concentración de aceite desde el día 3 hasta el día 15, donde se notó que en los dos primeros controles hubo un gran cambio en los porcentajes de aceite, ya que del día 3 al día 9 paso de un 86% a 96% en su degradación, también se pudo notar la efectividad que presenta dicho microorganismo ya que para el día 15 logro disminuir el aceite al 97%. (Anexo 07)

Tabla 6. *Determinación de la concentración de aceites presentes en el agua residual del dren 3100 – Pimentel, con el microorganismo Penicillium sp y Aspergillus sp (Mixto)*

	Concentración de aceite (g/L)	Porcentaje de degradación de los aceites %
Día 0	5.2272	0%
Día 3	0.2618	94%
Día 6	0.1468	97%
Día 9	0.1264	97%
Día 12	0.0006	99%
Día 15	0.0006	99%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6, se llegó a observar que la combinación de ambos microorganismos tuvo una mayor efectividad ya que periódicamente se pudo evidenciar que la concentración de aceite del día 0 al día 15 ha ido deteriorando en un 99%, por ende, se llegó a concluir que la mezcla de los dos microorganismos tienen mayor grado de efectividad en la degradación de aceites. (Anexo 07)

En la investigación se comparó la eficiencia de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación de aceites de las aguas residuales, para ello se determinó el nivel de concentración de aceites mediante el método soxhlet.

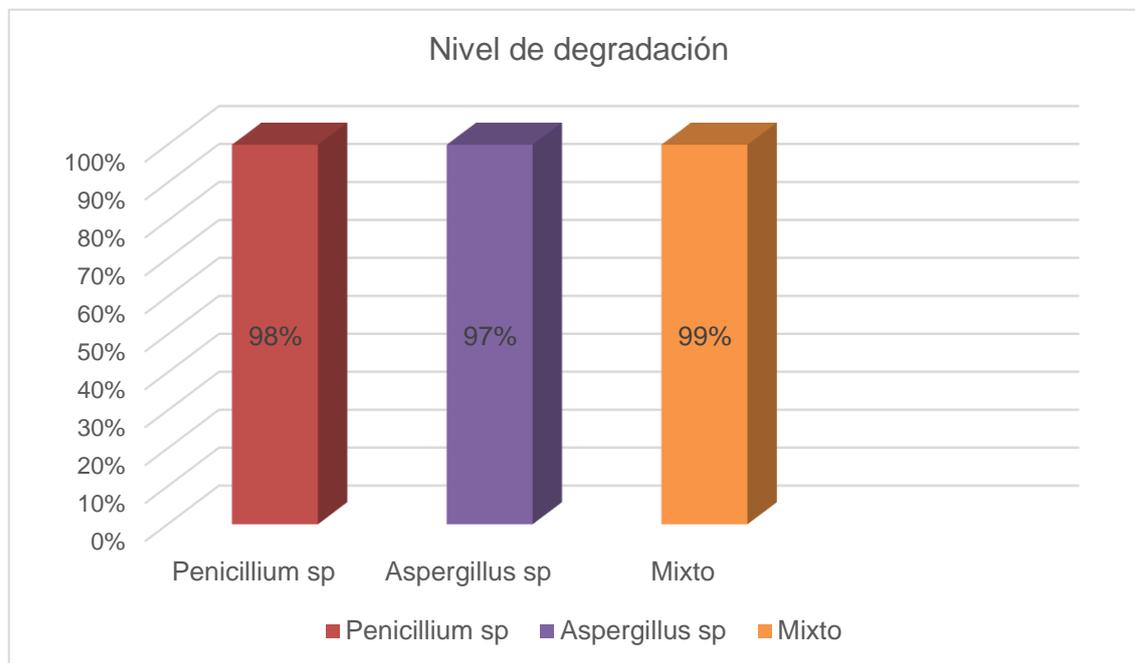


Figura 1: Comparación de la eficiencia de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación de aceites en aguas residuales

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el gráfico N° 04 se determinó la comparación de la eficiencia que tienen los microorganismos *Penicillium sp*, *Aspergillus sp* y la combinación de ambos (mixto) en la degradación de aceites en aguas residuales, con un 99% se evidenció que el mixto tiene una mejor capacidad para degradar aceites, siguiendo el *Penicillium sp* con un 98 % y por último el *Aspergillus sp* con un 97%. (Anexo 08)

V. DISCUSIÓN

Según Márquez et al. (2015), Mendoza (2010) y López (2017), para lograr la degradación de aceites utilizaron el Agar de Czapek, en las investigaciones realizadas se reconoció que los hongos *Aspergillus* y *Penicillium* tienen la capacidad de degradar los aceites en aguas residuales. En nuestra investigación se trabajó con los microorganismos (*Penicillium sp* y *Aspergillus sp*) aislados de la mandarina y el compost, utilizando el Agar PDA y el caldo papa dextrosa permitiéndonos observar su crecimiento en medio sólido y líquido el cual fue inoculado a las aguas residuales con aceites, de esa manera se logró determinar la degradación de aceites.

En la investigación de Sihuacollo (2015), Rodríguez (2011) y Vasquez, et al. (2010) utilizaron como microorganismo biorremediador de aceites en aguas residuales al *Aspergillus* el cual fue adquirido por una compra de cepa donde se evidenció la efectividad de dicho microorganismo en un periodo de 7 a 14 días con el 80%, 83% y 84%, a diferencia de nuestro estudio de investigación el microorganismo *Aspergillus sp* se adquirió del compost, aislándolo en el agar PDA y en el caldo papa dextrosa (medio líquido) para la preparación del caldo se utilizó 200g de papa blanca, 4L de agua destilada y 80g de dextrosa para luego ser distribuido y cultivado los hongos en matraces por 5 días a temperatura de ambiente (25 °C), por otro lado todo el procedimiento de degradación de aceites en aguas residuales tuvo una duración de 15 días con un análisis constante cada 3 días, donde se pudo evidenciar que en el día 9 el *Aspergillus sp* mostró una degradación de un 96%, demostrando así que es eficiente como biorremediador de aguas residuales con presencia de aceites.

En las fuentes consultadas los autores no realizaron ninguna construcción de un sistema de tratamiento mientras que en nuestro trabajo de investigación se implementó la construcción de un sistema de tratamiento, el cual consistió en depositar el agua residual en 16 frascos conteniendo 1L c/u, también se instaló 8 compresoras para que estas repartieran oxígeno a los microorganismos inoculados en las aguas residuales del dren 3100 - Pimentel, Chiclayo.

Fue necesario inyectarles oxígeno ya que los hongos *Aspergillus sp* y *Penicillium sp* son pertenecientes al reino Fungi, conformados por organismos eucariotas, aerobios facultativos que se originan por esporas, además son heterótrofos con diversas estructuras, funciones, morfología de crecimiento (Cueva, 2016).

León, Sánchez (2021) y Hernández (2017) realizaron estudios donde determinaron la capacidad del *Aspergillus Níger* para degradar aceites, para ello aislaron microorganismos, identificando que pertenecían al género *Aspergillus*. Para determinar la cantidad de aceites que tiene el agua servida utilizaron el método de Soxhlet, con un periodo de 12 días dando a conocer que el microorganismo degradó en un 78% y 82%. En cuanto a nuestra investigación realizada se aisló el microorganismo *Aspergillus sp* del compost donde se pudo identificar que la especie del microorganismo fue *Aspergillus Níger*, a su vez se hizo uso del método Soxhlet para saber la concentración inicial de aceites del agua residual donde se evidenció que la concentración inicial fue de 5.2272, dicho método se encargó de determinar periódicamente la cantidad de aceite que contenía el agua residual, en nuestra investigación realizada se pudo evidenciar una degradación de 97% a un periodo de 12 días.

Ortellado (2022), Chuquipul y Rojas (2019), y Ballesteros (2020) manifestaron el uso del microorganismo *Penicillium sp* en un periodo de 9 días dio como resultado que la degradación de aceites fue eficiente en un 95%, 94.5% y en un 92%. De acuerdo con dichos autores la eficiencia del microorganismo *Penicillium sp* es favorable, si bien es cierto la parte experimental que se ha realizado consistió en aislar el microorganismo, cultivarlo, inocularlo al agua residual, determinar la concentración de aceite con el método Soxhlet de esa manera se logró observar y determinar que el microorganismo ya mencionado en un periodo de 9 días logró degradar en un 97% y asimismo en el día 15 se dio como resultado absoluto que el microorganismo degradó a un 98% de aceites.

Los autores Pérez (2019), González (2018) y Verdezoto (2017), por medio de su trabajo de investigación utilizaron los microorganismos *Penicillium* y *Aspergillus*, todo el proceso experimental tuvo una duración de 3, 5, 10 y 17 días, donde se logró

obtener un rebajamiento de aceite del 1.93% al 0.09%. por otro lado, en nuestra investigación realizada la parte experimental tuvo duración de 15 días midiendo periódicamente la degradación de aceite cada 3 días 3, 6, 9, 12 y 15. Como resultado se obtuvo que el microorganismo *Aspergillus sp* degradó un 86% en 3 días, 93% en 6 días, un 96% en 9 días, 97 % en 12 días y 15 días, mientras que el *Penicillium sp* degradó en un 94% en 3 días, 97% en 6 y 9 días, 98% en 12 y 15 días y por último la combinación de ambos microorganismos degradó en un 94% en 3 días, 97% en 6 y 9 días, 99% en 12 y 15 días.

Los autores Jiménez (2012,p.118) y Mendoza (2004,p.8), nos manifiesta que el método soxhlet está respaldada por la norma NMX-AA-005-1980, donde establece la materia de contaminantes grasos disponiendo los límites máximos permisibles para descargas en aguas y bienes nacionales, alcantarillado y para las aguas residuales tratadas las cuales son reutilizadas en servicios al público, por ende se realizó una extracción de grasas y aceites utilizando el microorganismo *Aspergillus Níger*, asimismo utilizaron el solvente hexano, obteniendo como resultado que el microorganismo ya mencionado degradó los aceites en un 97.6655 al 98.202 %. En nuestro estudio realizado en la parte experimental fue necesario hacer uso del método soxhlet donde se determinó periódicamente la concentración de aceites presentes en aguas residuales, a diferencia de los autores se ha utilizado como solvente la bencina de petróleo después del largo procedimiento se pudo obtener como resultado que el *Aspergillus Níger* degradó los aceites en un 97%.

Después de haber leído investigaciones de diversas fuentes se pudo evidenciar que no existen estudios donde expliquen acerca de la degradación de aceites en aguas residuales inoculando la combinación de ambos microorganismos, por lo contrario, en nuestra investigación realizada se brindó un tratamiento a las aguas residuales con el microorganismo *Penicillium sp*, *Aspergillus sp* y la mezcla de ambos donde se obtuvo como resultado que la mezcla de ambos en el día 3 tuvo una concentración de aceite de un 0.2618 y en el día 15 de 0.0006, con nuestra investigación realizada se demostró que la combinación de ambos tiene una mayor efectividad para degradar aceites ya que desde el día 3 hasta el día 15.

VI. CONCLUSIONES

1. Usando el método soxhlet se logró determinar la concentración de aceites en las aguas residuales del dren 3100 Pimentel obteniendo como resultado una concentración de 5.2272 g/L.
2. Se construyó un sistema de tratamiento de aguas residuales en base de frascos de vidrio de 1L conectado a compresoras de oxígenos, ya que los hongos utilizados son aeróbicos y necesitan de oxígeno para su desarrollo de sus funciones vitales, asimismo se le agregó 15ml de aceite a las muestras para que todas tengan la misma concentración inicial.
3. Con ayuda del método soxhlet se determinó la concentración del aceite inicial presentes en las aguas residuales del dren ya mencionado anteriormente, es por ello que al medir las concentraciones periódicamente en 15 días se pudo evidenciar la reducción de aceites en un 98% con *Penicillium sp*, 97% en *Aspergillus sp* y 99% en la combinación de ambos presentes en las aguas residuales.
4. Se logró comparar el efecto de los microorganismos *Penicillium sp*, *Aspergillus sp* y la mezcla de ambos mediante gráficos, por lo que concluimos que la combinación de ambos microorganismos es el más eficiente en la degradación de aceites en aguas residuales del dren 3100 – Pimentel.
5. Finalmente, se logró evaluar el efecto de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación de aceites en aguas residuales dren 3100 – Pimentel, se evidenció que los dos microorganismos y la mezcla de ambos son eficientes para ser utilizados como agentes degradadores de aceites de aguas residuales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Profundizar investigaciones sobre el microorganismo *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* trabajando con cepas puras, para degradar aceites presentes en aguas residuales.
2. Estudiar los efectos en la salud que produce dichos microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* como tratamiento de aguas residuales, así los pobladores y el medio ambiente no estarían expuestos a muchos peligros que les puede ocasionar las aguas residuales sin ningún tratamiento.
3. Fomentar investigaciones relacionadas con más microorganismos en la biorremediación de aguas residuales con el objetivo de reducir los problemas ambientales.

REFERENCIAS

ARIAS, E. y PIÑEROS, P., 2008. Aislamiento e Identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de Los Páramos De Guasca Y Cruz Verde. Microbiólogos Industriales, Bogotá. Disponible en: https://www.academia.edu/35499436/AISLAMIENTO_E_IDENTIFICACION_DE_HONGOS_FILAMENTOSOS_DE_ARIA_Y_PIÑEROS_2008.pdf

BALLESTEROS, J., 2020. Optimización del Proceso secundario para el saneamiento de aguas residuales a nivel de biorreactor con un consorcio microbiano y el uso de biomasa obtenida como suplemento en la alimentación de ganado, México. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/21705/1/1080315000.pdf>

BONO, R. (s.f.). Diseños Cuasi-Experimentales Y Longitudinales, Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Universidad de Barcelona. Disponible en: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>

CHUQUIPUL K. y ROJAS C., 2019. Tratamiento del agua residual industrial mediante biofiltros y floculantes orgánicos por etapas, Puente Piedra-2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/61481>

CUEVAS, J., 2016. Los Hongos: Héroes y Villanos de la prosperidad Humana, Volm. 17 núm. 9. ISSN: 1607-6079. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.17/num9/art69/art69.pdf>

ESPIGARES, M. y PÉREZ J. (s.f.). Aguas Residuales Composición. Disponible en: https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf

GÓMEZ, J. (s.f.). Clave Determinativa De Las Especies Del Género Penicillium, Catedrático de Biología. Disponible en: <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/6407/1/N%2017%20Clave%20determinativa%20de%20las%20especies%20del%20genero%20Penicillium.pdf>

HERNÁNDEZ, E., 2017. Estudio de la fermentación en medio sólido con *Aspergillus Níger* en un reactor tipo semi-piloto, Veracruz – México. Disponible en: http://repositorios.orizaba.tecnm.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/303/Edgar_Ad%c3%a1n_Hern%c3%a1ndez_Avelino.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GONZÁLEZ, D., 2018. Degradación en condiciones hipersalinas de hidrocarburos policíclicos aromáticos y compuestos farmacéuticos mediante las cepas halófilas *Aspergillus Sydowii-like H1* y *Aspergillus destrudens EXF10411*, Cuernavaca - México. Disponible en: <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/393/GOADBB02T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HERNÁNDEZ, E., 2012. Evaluación De La Actividad Antimicrobiana De Metabolitos Secundarios Detectados En La Fermentación Líquida De Una Cepa Nativa De *Penicillium Sp. Spg 64* Aislada Del Páramo De Guasca, Cundinamarca, Bogotá. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11796/HernandezTorresEliana2012.pdf?sequence=1>

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2007. Determinación De Grasas Y Aceites En Aguas Por El Método Soxhlet, República de Colombia. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Grasas+y+Aceites+en+agua+por+m%C3%A9todo+Soxhlet.pdf/15096580-8833-415f-80dd-ceaa7888123d>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA- INEI, 2021. Anuario de Estadísticas Ambientales 2021, Lima - Perú. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1827/libro.pdf

JIMÉNEZ, J., 2012. Obtención Y Caracterización Fisicoquímica De La Fracción Lipídica De La Semilla Del Fruto Del Naranja Dulce (*Citrus Sinensis L.*) Variedad Blanca Tipo Valencia Por Lixiviación Dinámica, Método Soxhlet Y Expresión A Nivel

Laboratorio, Guatemala. Disponible en:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1232_Q.pdf

LEÓN, I. y SÁNCHEZ, L., 2021. Análisis del efecto antifúngico de los hidrolatos ajo-ají sobre la Monilia (*Moniliophthora Roreri*), Bogotá – Colombia. Disponible en:
<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8313/1/616185-2021-1-IQ.pdf>

LÓPEZ, K., 2017. Evaluación Comparativa En La Biodegradación De Aceites Vegetales Generados En El Proceso De Frituras Mediante El Hongo *Aspergillus Niger* Y La Levadura *Saccharomyces Cerevisiae*”, Riobamba – Ecuador. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7852/1/236T0286.pdf>

LÓPEZ, B., 2021. *Aspergillus*: características, morfología, ciclo de vida, hábitat. Disponible en: <https://www.lifeder.com/aspergillus/>

LOZADA, J., 2014. Investigación Aplicada: Definición Intelectual e Industria, Quito - Ecuador. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6163749.pdf>

MÁRQUEZ, M.; NAVAS, P. y YEGRES. F., 2015. Degradación Parcial de Aceites Residuales Utilizando *Aspergillus Níger*, *Rhizopus sp.* y *Saccharomyces Cerevisiae*. Disponible en:
<http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v14n1/marquez.pdf>
ISSN: 1666-7948

MÉNDEZ, J. y MARCHÁN, J., 2008. Diagnóstico situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución, Lima - Perú. Disponible en:
<https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4615/ANA0003113.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MENDOZA, A., 2004. Validación de aceites y grasas en aguas residuales, Instituto Tecnológico de Sonora, C.D. Obregón – Sonora. Disponible en: http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/131_ana_mendoza.pdf

MENDOZA, S. y ÁVILA, D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA, 9(17). Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>

MENDOZA, L., 2010. Aislamiento y Selección de Hongos Lipolíticos a partir de aceites vegetales de desecho (proveniente de frituras) utilizados en la elaboración de biodiesel, Perú. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/872/Mendoza_cl.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MINISTERIO DEL AMBIENTE – MINAM, 2022. Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales, Perú. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/10/Guia-Impactos.pdf>

MOYA, M., 2021. Biodegradación De Residuos De Aceite Usado De Cocina Por Hongos Lipolíticos: Un Estudio In Vitro, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) - Argentina. Rev. Int. Contam. Ambient vol.36 no.2 Ciudad de México May. 2020 Epub 04-mayo-2021. Disponer en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018849992020000200351&script=sci_arttext&tlng=es
ISSN:0188-4999

NEILL, D. y CORTEZ, L., 2018. Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica, Machala - Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiacionCientifica.pdf>
ISBN: 978-9942-24-093-4

NORMA OFICIAL MEXICANA - NMX-AA-005-SCFI-2000, 2013. Análisis De Agua – Medición De Grasas Y Aceites Recuperables En Aguas Naturales, Residuales Y Residuales Tratadas – Método De Prueba (CANCELA A LA NMX-AA-005-SCFI-2000). Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166764/nmx-aa-005-scfi-2013.pdf>

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL- OEFA, 2014. Fiscalización Ambiental En Aguas Residuales. Ministerio del Ambiente, Perú. Disponible en: http://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

ORTELLADO, L., 2022. Aplicación de lipasas de *Penicillium* sp. En la biodegradación de aguas residuales ricas en lípidos, Las Posadas, Argentina. Disponible en: https://rid.unam.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12219/3119/ORTELLADO_2022_Aplicaci%C3%B3n%20de%20lipasas.pdf?sequence=3&isAllowed=y

OTZEN, T. Y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Universidad de Tarapacá, Arica, Chile. *Int. J. Morphol.*, 35(1):227-232. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

PACHECO, J. LIZAGARRA, L. CACEDA, J y BERNABÉ, J., 2018. Biorremediación De Residuos Industriales (Aceites y Grasas) Mediante Un Contactador Biológico Rotativo Con Biopelículas Formadas Por Cepas Nativas De *Planococcus*, Perú. ("BIORREMEDIACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES (ACEITES Y GRASAS). ISSN: 2518-2811. Disponible en: http://scientiarvm.org/cache/archivos/PDF_847310269.pdf

PÉREZ, M., 2019. Evaluación de la actividad de lipólisis de *Geotrichum Candidum* y *Yarrowia Lipolytica* en aceite de origen vegetal y efluente graso de origen animal, Colombia. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/5957/1/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LA%20ACTIVIDAD%20DE%20LIP%C3%93LISIS%20DE%20GEOTRICHUM%20CANDIDUM%20Y%20YARROWIA%20LIPOLYTICA%20EN%20ACEITE%20DE.pdf>

PINTOR, L., 2019. Aislamiento de hongos con potencial para sintetizar polihidroxicanoatos (PHAs) a partir de grasas y aceites en aguas residuales. Universidad de Los Andes, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental – Facultad de Ingeniería. Disponible en: <file:///C:/Users/KARINA/Desktop/aceite/antecedente/u721823.pdf>

RODRÍGUEZ, P., 2011. Aislamiento e identificación de cepas microbianas como potenciales agentes para biorremediación de efluentes en una extractora de palma aceitera. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1653/1/236T0055.pdf>

SALAZAR, C. Y RUA, A., 2014. Características morfológicas microscópicas de especies de *Aspergillus* asociadas a infecciones en humanos. Hechos Microbiológicos, Vol. 3 Núm. 2, Medellín, Colombia. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/hm/article/view/18741/16059>

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, 2000. Análisis de agua – determinación de grasas y aceites recuperables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – método de prueba, Juárez – México. Disponible en: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2011/01/nmx-aa-005-scfi-2000.pdf>

SECRETARIA DE AMBIENTE, 2021. Aceite de cocina, otra amenaza para los acuíferos, Bogotá - Colombia. Disponible en: <https://oab.ambientebogota.gov.co/aceite-de-cocina-otra-amenaza-para-los-acuiferos/>

SIHUACOLLO, D., 2015. Biorremediación por microorganismos degradadores de hidrocarburos. Universidad Alas Peruanas, Perú. Disponible en: https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/9462/Tesis_Biorremediacion_Microorganismos_Hidrocarburos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SCHAECHTER, M., 2007. El Mundo de los Microbios, Vol. 27 Núm. 2, Caracas, Venezuela. ISSN: 1315-2556. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562007000200001#:~:text=Los%20microorganismos%20eran%20considerados%20como,del%20hombre%20sobre%20la%20Tierra

SIHUACOLLO, D., 2015. Biorremediación por microorganismos degradadores de hidrocarburos. Tesis para optar el título profesional (Químicos Farmacéutico). Lima, Perú: Universidad Alas Peruanas, Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud-Escuela Académica Profesional de Farmacia y Bioquímica. Disponible en:

ZURRITA, A. BADI, A. y GUILLEN, O., 2015. Factores Causantes de Degradación Ambiental, México. ISSN: 1870-557X. Disponible en: <http://www.spentamexico.org/v10-n3/A1.10%283%291-9.pdf>

ANEXOS

Anexo 01: Operación de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Microorganismos <i>Penicillium sp</i> y <i>Aspergillus sp</i>	El género <i>Aspergillus</i> es un hongo filamentoso hialino, saprófito, perteneciente al filo Ascomycotase (Salar y Rua, 2014). Mientras tanto el género del <i>Penicillium</i> es una cepa microbiana común en bioprocesos orientados a la producción de metabolitos de interés (Gomes, s.f.)	Los géneros <i>Aspergillus sp</i> y <i>Penicillium sp</i> , se evaluó la capacidad de reducir aceites y grasas en aguas residuales del dren 3100 - Pimentel, para ello se aislará e identificará los microorganismos enfocándonos en la caracterización fisiológica y morfológica para la degradación en aguas residuales.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Penicillium sp</i> • <i>Aspergillus sp</i> • <i>Penicillium sp</i> y <i>Aspergillus sp</i> 	Concentración de microorganismo: <ul style="list-style-type: none"> • Fisiológicos: índice de crecimiento • Morfológicos: Tamaño y características 	Escala de razón
Degradación de aceites en aguas residuales	La biodegradación se convierte en una alternativa, naturalmente se lleva a cabo por microorganismos, tiene la ventaja de eliminar los aceites, grasas y otras sustancias en compuestos más simples y menos tóxicos, y si la biorremediación es completa los contaminantes son convertidos en CO ₂ , agua que no afectan al medio ambiente y pueden ser vertidos a los desagües o ríos (Pacheco, et.al., 2018).	Al extraer las grasas y aceites han tenido una validez positiva al utilizar el método de extracción de soxhlet, donde se concluye que este método es favorable teniendo un rendimiento en degradación de grasas y aceite.		Concentración de aceite obtenido del agua residual por el método soxhlet con el solvente de bencina de petróleo	Escala de razón

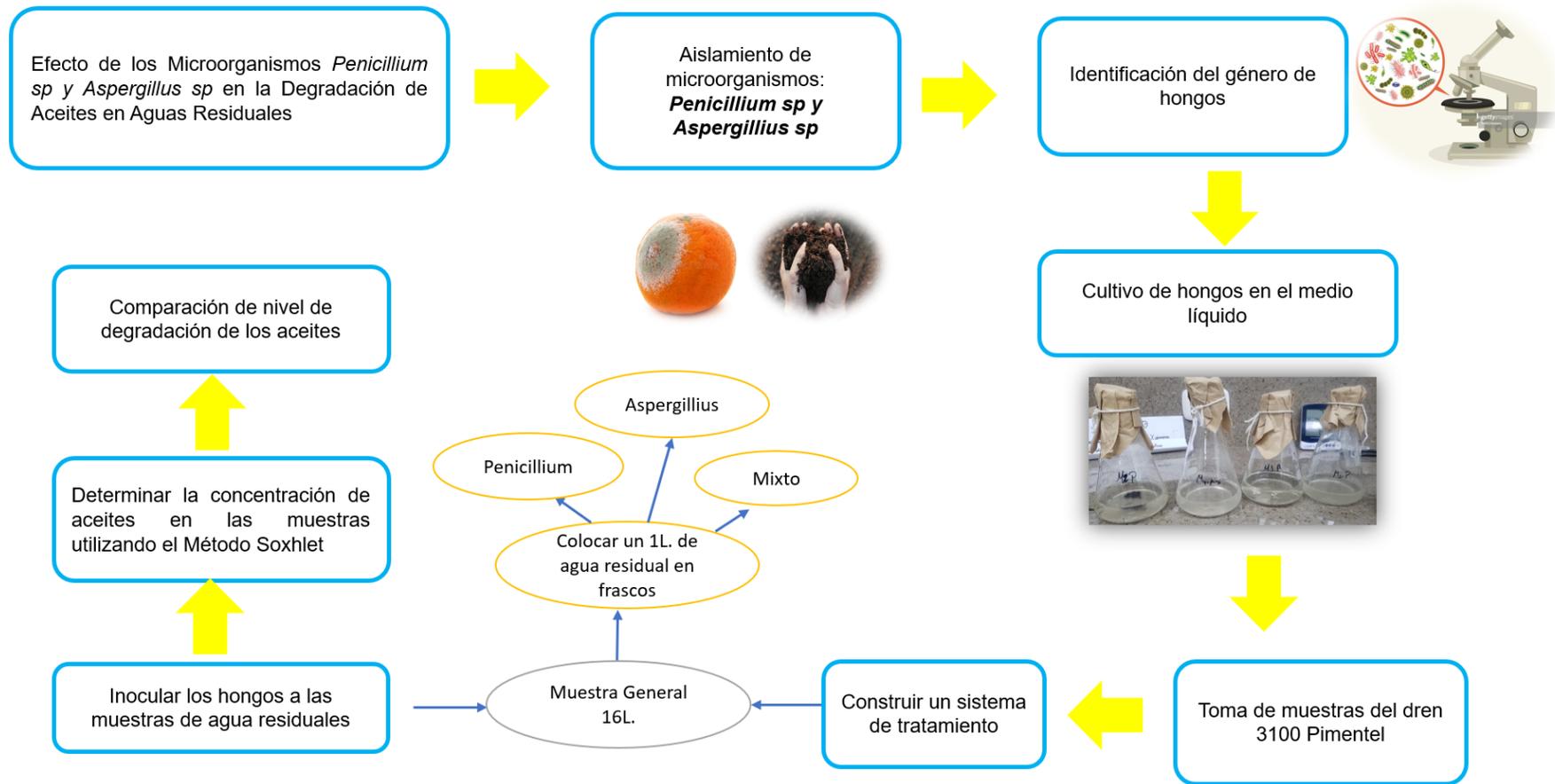
Fuente: Elaboración Propio

Anexo 02: Flujograma de técnicas e instrumentos de recolección de datos



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 03: Flujograma de procedimientos



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 04: Ubicación de la muestra general en Pimentel – Dren 3100



Anexo 05. Descripción de todo el proceso para la realización de la tesis

Aislamiento de los siguientes microorganismos



Fuente: Elaboración propia

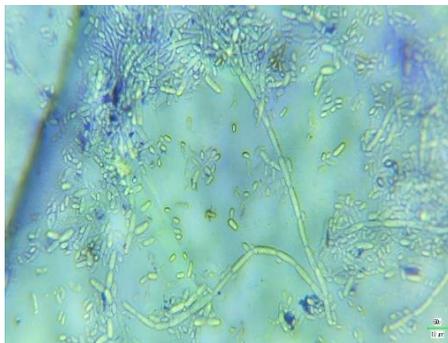


Fuente: Elaboración propia

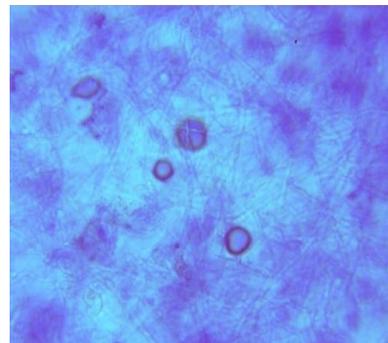


Fuente: Elaboración propia

Observación de hongos



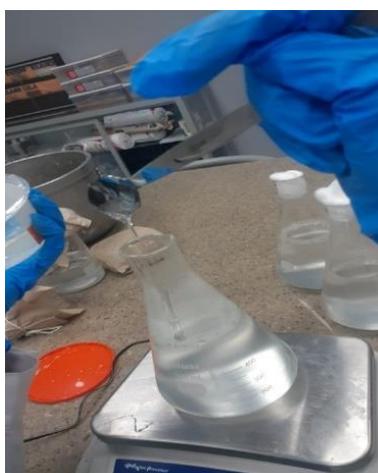
Penicillium sp



Aspergillus sp

Fuente: Elaboración propia

Cultivo de hongos en el medio líquido



Fuente: Elaboración propia

Incubación



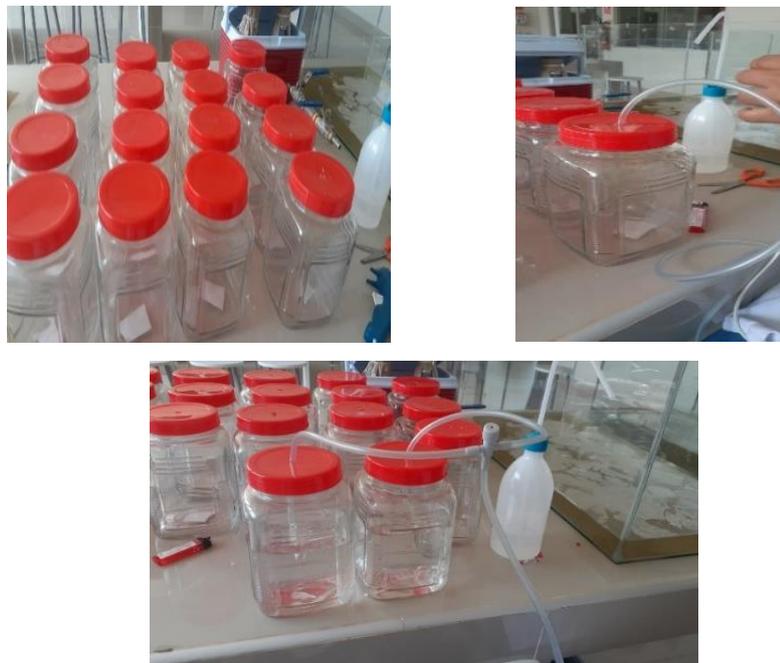
Fuente: Elaboración propia

Toma de muestra del dren 3100 Pimentel – Chiclayo



Fuente: Elaboración propia

Construir el sistema de tratamiento



Fuente: Elaboración propia

Inocular los hongos a las muestras de agua residuales



Fuente: Elaboración propia

Determinar la concentración de aceites en las muestras utilizando el Método Soxhlet



Fuente: Elaboración propia

Anexo 06: Resultados de análisis del método soxhlet

MUESTRA INICIAL	PESO DEL BALÓN INICIAL	PESO DEL BALÓN + GRASAS
Día 0	100.0033g	105.2305g

DÍA 03	PESO DEL BALÓN INICIAL	PESO DEL BALÓN + GRASAS
Aspergillus sp	179.7885g	180.4972g
Penicillium sp	191.7660g	192.0597g
Mixto	186.6818g	186.9436g

DÍA 06	PESO DEL BALÓN INICIAL	PESO DEL BALÓN + GRASAS
Aspergillus sp	179.7885g	180.1092g
Penicillium sp	191.7660g	191.8957g
Mixto	186.6818g	186.8286g

DÍA 09	PESO DEL BALÓN INICIAL	PESO DEL BALÓN + GRASAS
Aspergillus sp	179.7885g	179.9566g
Penicillium sp	191.7660g	191.8952g
Mixto	186.6818g	186.8082g

DÍA 12	PESO DEL BALÓN INICIAL	PESO DEL BALÓN + GRASAS
Aspergillus sp	179.7885g	179.9198g
Penicillium sp	191.7660g	191.8525g
Mixto	186.6818g	186.6812g

DÍA 15	PESO DEL BALÓN INICIAL	PESO DEL BALÓN + GRASAS
Aspergillus sp	179.7885g	179.9006g
Penicillium sp	191.7660g	191.8312g
Mixto	186.6818g	191.8312g

Fuente: Elaboración propia

Anexo 07: Gráficos

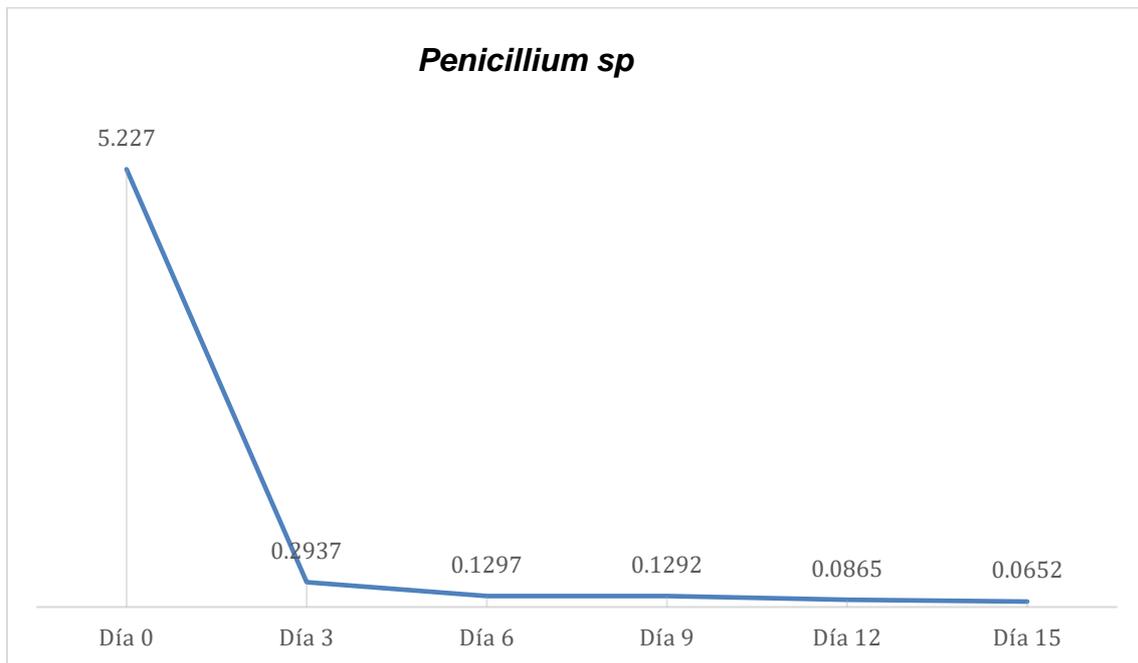


Gráfico N° 1. Concentración de aceites periódicamente presentes en el agua residual del dren 3100 – Pimentel, con el microorganismo *Penicillium sp*

Fuente: Elaboración propia

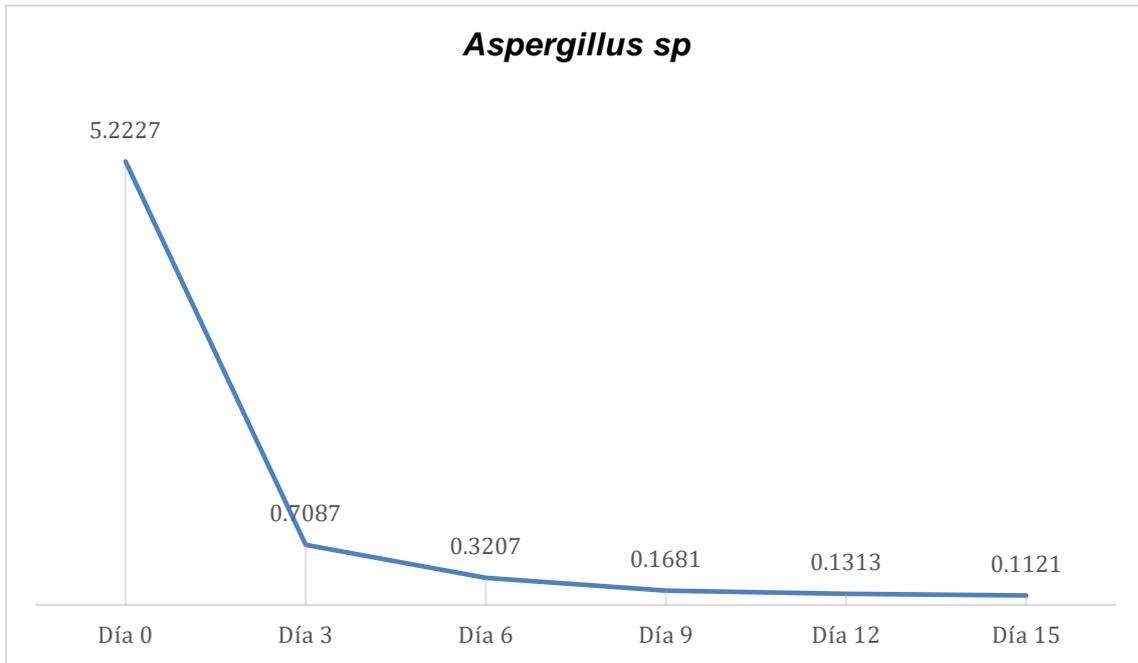


Gráfico N°2. Concentración de aceites periódicamente presentes en el agua residual del dren 3100 – Pimentel, con el microorganismo *Aspergillus sp*

Fuente: Elaboración propia

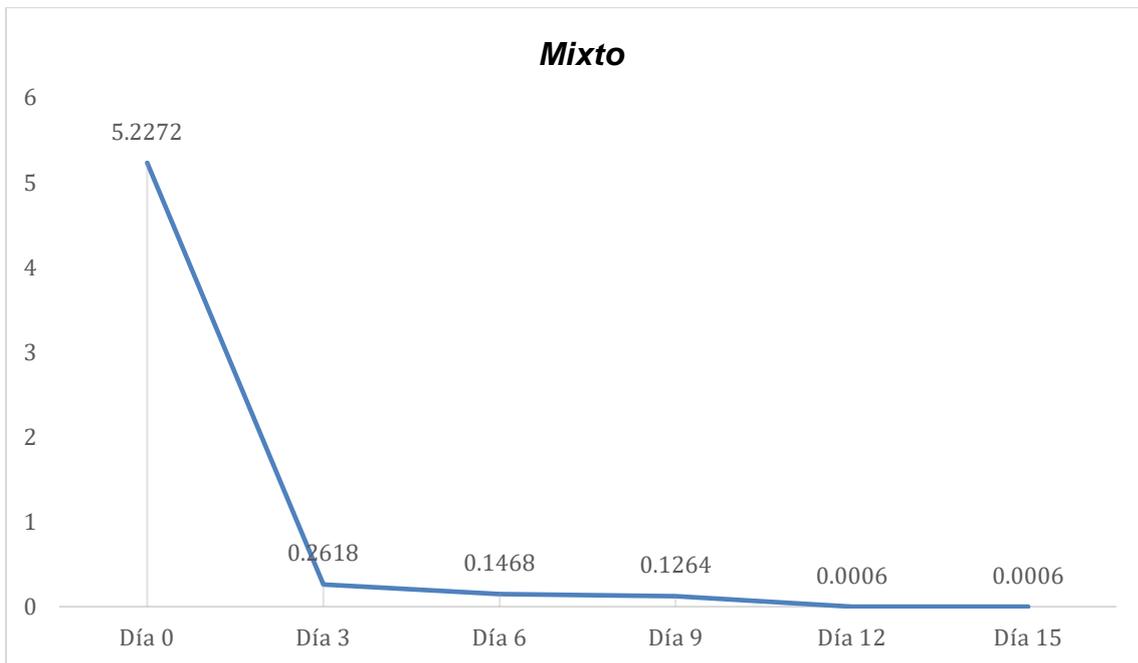


Gráfico N°3. Concentración de aceites periódicamente presentes en el agua residual del dren 3100 – Pimentel, inoculando el microorganismo *Penicillium sp* y *Aspergillus sp*

Fuente: Elaboración propia

Anexo 08: Tabla de comparación de la eficiencia de los microorganismos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* en la degradación de aceites en aguas residuales.

MUESTRAS	NIVEL DE DEGRADACIÓN DE ACEITES (Porcentaje)
<i>Penicillium sp</i>	98%
<i>Aspergillus Sp</i>	97%
<i>Penicillium sp + Aspergillus sp</i>	99%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 09: constancia de validación de análisis del método soxhlet



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE ANÁLISIS DEL MÉTODO SOXHLET

Nombre del Experto: Ing. Cesar Augusto Monteza Arbulú
Especialidad: Ingeniería Química

Quien suscribe, mediante la presente hago constar que realicé la supervisión del análisis del método soxhlet ejecutados en el Laboratorio de la Universidad Pedro Ruiz Gallo, el día 3 Noviembre hasta el 21 de Noviembre, y ejecutados estos análisis cada 3 días para la obtención de datos del trabajo de investigación "EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS *Penicillium sp* y *Aspergillus sp* EN LA DEGRADACIÓN DE ACEITES EN AGUAS RESIDUALES DEL DREN 3100 PIMENTEL, CHICLAYO – 2022", elaborado por las estudiantes Carranza Carhuajulca, Xiomara Nicole y Saavedra Huamán, Jackeline Del Pilar aspirantes al título de Ingeniería Ambiental, una vez indicadas las supervisiones y observaciones en el análisis del método soxhlet reúne los requisitos suficientes y necesarios para ser considerados válidos y confiables.

LAMBAYEQUE, 23 DE NOVIEMBRE DEL 2022

Atentamente:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Monteza', is written over a horizontal line.

Ing. Cesar Augusto Monteza Arbulú
Ingeniero Químico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MONTEZA ARBULÚ CÉSAR AUGUSTO, 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: "Efecto de los Microorganismos Penicillium sp y Aspergillus sp en la Degradación de Aceites en Aguas Residuales del Dren 3100 Pimentel, Chiclayo - 2022", cuyos autores son CARRANZA CARHUAJULCA XIOMARA NICOLE, SAAVEDRA HUAMAN JACKELINE DEL PILAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, 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, 10 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MONTEZA ARBULÚ CÉSAR AUGUSTO DNI: 16681280 ORCID: 0000-0003-2052-6707	Firmado electrónicamente por: MARBULUCA el 12- 12-2022 09:52:21

Código documento Trilce: TRI - 0438592