



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE CEPAS MICROBIANAS CON CAPACIDAD DE
DEGRADAR SUSTANCIAS OLEAGINOSAS PARA EL TRATAMIENTO DEL
EFLUENTE DE LA EMPRESA OLEOFLORES S.A.S DE AGUSTÍN CODAZZI, CESAR**

AUTOR (ES):

ANDRES JOEL MEJIA MENDOZA
MAIRA ALEJANDRA GÓMEZ SEPÚLVEDA

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2022**

www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia

**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE CEPAS MICROBIANAS CON CAPACIDAD DE
DEGRADAR SUSTANCIAS OLEAGINOSAS PARA EL TRATAMIENTO DEL
EFLUENTE DE LA EMPRESA OLEOFLORES S.A.S DE AGUSTÍN CODAZZI, CESAR**

AUTOR (ES):

ANDRES JOEL MEJIA MENDOZA
MAIRA ALEJANDRA GÓMEZ SEPÚLVEDA

DIRECTOR / ASESOR:

SANDY MILENA PINTO ROBLES
INGENIERA AMBIENTAL Y SANITARIA

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2022**

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTOS.....	8
INTRODUCCIÓN.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. JUSTIFICACIÓN.....	14
3. OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4. MARCO DE REFERENCIA	17
4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
4.3 MARCO CONCEPTUAL.....	28
4.5 MARCO LEGAL	31
4.6 MARCO INSTITUCIONAL	36
5. MARCO METODOLÓGICO	38
5.1. LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN	38
5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	38
5.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	38
5.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO	39
5.5. MUESTREO POBLACIONAL.....	39
5.5 DESARROLLO METODOLÓGICO	39
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	44
7. CONCLUSIONES	15
8. RECOMENDACIONES	17

9. BIBLIOGRAFÍA	18
ANEXOS.....	21



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Producción de palma de aceite en Colombia	27
Figura 2 Mapa De La Localización del Municipio Agustín Codazzi Y La Empresa OLEOFLORES S.AS.	30
Figura 3 Puntos de muestreo (entrada y salida de la laguna de oxidación)	44
Figura 4 Toma de muestras de agua	45
Figura 5 Toma de pH	46
Figura 6 Determinación de turbidez	46
Figura 7 Determinación de oxígeno disuelto	47
Figura 8 Determinación de alcalinidad	47
Figura 9 Determinación de cloruros	48
Figura 10 Determinación de dureza	48
Figura 11 Filtración	50
Figura 12 Secado y pesado	50
Figura 13 Pesaje prueba de grasas	51
Figura 14 Resultados de microorganismos no degradadores según ensayos	57
Figura 15 Resultados de microorganismos degradadores según ensayos	57
Figura 16 Resultados de microorganismos no degradadores según ensayos	510
Figura 17 Resultados de microorganismos degradadores según ensayos	511



LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Normatividad aplicable	31
Tabla 2 Resultados fisicoquímicos	52
Tabla 3 Base bibliográfica	55
Tabla 4 Cepas microbianas escogidas	63
Tabla 5 Intervalos de evaluación cualitativa	65
Tabla 6 Resultados de degradación de sustancias oleaginosas de los microorganismos aislados de la muestra de entrada	67
Tabla 7 Resultados de degradación de sustancias oleaginosas de los microorganismos aislados de la muestra de salida	70





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a DIOS principalmente por darnos la fuerza y la sabiduría para la realización de unos de los objetivos más importante dentro de mi vida profesional.

A mis padres César y Katty por todo su apoyo, amor y paciencia que me ha permitido lograr cumplir hoy un sueño más, gracias por educarme para ser responsable y esforzarme cada día más para ser mejor persona.

A mi esposo e hijo por ser un gran apoyo y motor en mi vida que me permite seguir adelante y esforzándome cada día más para conseguir mis metas profesionales y personales.

Maira Alejandra Gómez Sepúlveda

Este proyecto de grado investigativo lo dedico principalmente a Dios, por darme la fortaleza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

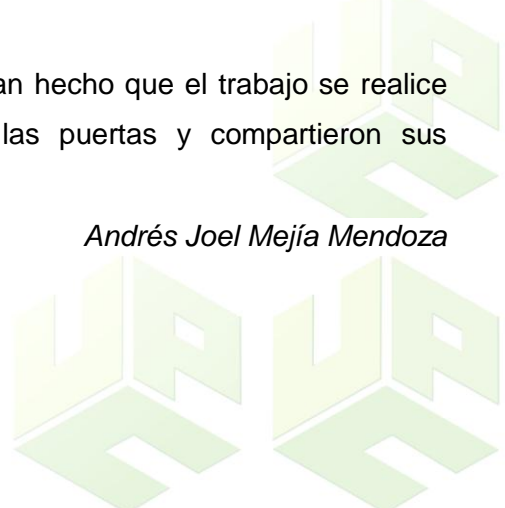
A mi madre Elizabeth Mendoza y mi hijo Andrés Arturo Mejía, por su apoyo, amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Me siento orgulloso y privilegiado de ser hijo y padre.

A mi padre que desde el cielo, me bendices grandemente cada día. Se que desde ahí me ves. Estos también son tus logros.

A mi hermano, mis hermanas, sobrinas, sobrino y cuñados por estar siempre presentes acompañándome y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa tan importante de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito, en especial, aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos para la culminación de esta tesis.

Andrés Joel Mejía Mendoza





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



AGRADECIMIENTOS

Quiero primeramente expresar mi gratitud a DIOS, que con su bendición y sabiduría guía siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre apoyándome.

Mis más profundos agradecimientos al personal del laboratorio de microbiología y del laboratorio de ingeniería ambiental y sanitaria de la universidad popular del Cesar por abrirnos las puertas y permitirnos utilizar sus instalaciones educativas.

De igual manera mis agradecimientos a mi directora de tesis la ing. Sandy pinto, al asesor microbiólogo Edén Araujo y la estudiante de microbiología Andrea Castro quienes con la enseñanza de sus conocimientos me permitieron crecer día a día de manera profesional, muchas gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, apoyo y dedicación incondicional.

Maira Alejandra Gómez Sepúlveda

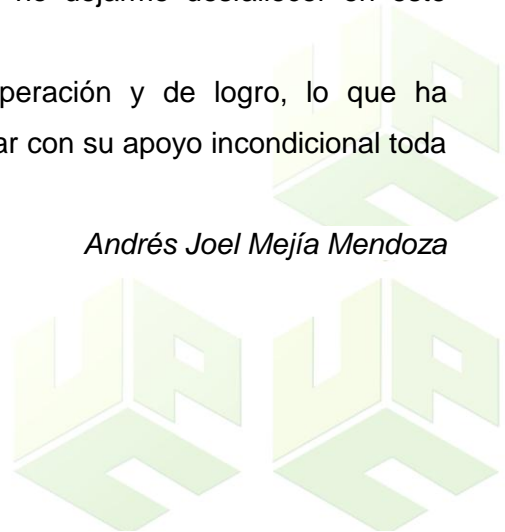
Al culminar otra etapa maravillosa de mi vida quiero agradecerles a todas las personas que de una u otra manera hicieron parte de este sueño, aquellos que caminaron junto a mí en todo momento y siempre fueron inspiración, motivación y fortaleza.

Está mención en especial es para Dios, mi madre, mi hijo, mis hermanos, mi prima Keynis, mi amiga Hidalid, mis profesores, amigos y compañeros.

A mi Novia por ser mi compañía día a día y no dejarme desfallecer en este proceso. Has sido un apoyo incondicional en mi vida.

Gracias por fomentar en mí el deseo de superación y de logro, lo que ha contribuido a la consecución de este título. Espero contar con su apoyo incondicional toda mi vida.

Andrés Joel Mejía Mendoza





RESUMEN Y ABSTRACT

Los aceites usados, tanto los comestibles como automotrices por lo general son vertidos en la red de alcantarillado, produciendo impacto sobre las aguas, afectando flora y fauna, tanto marina como terrestre (BECERRA., 2007). La empresa OLEOFLORES S.A.S inició la siembra de cultivo de palma de aceites en el año 1975 donde a lo largo de ese tiempo ha generado en la actualidad un impacto económico y social en la región, pero a la vez esta actuación de la empresa genera un impacto al medio ambiente como son (los ríos, el suelo y aire) en una gran escala. La investigación tuvo por objeto evaluar la efectividad de cepas microbianas con capacidad de degradar sustancias oleaginosas para el tratamiento del efluente de la empresa OLEOFLORES S.A.S de Agustín Codazzi – Cesar. Se realizó por tres fases: la primera, Caracterizar física, química y microbiológicamente el agua residual industrial provenientes de la empresa; clasificar las cepas microbianas basadas en su potencial de degradación de sustancias oleaginosas, y por último, determinar el porcentaje de remoción de sustancias oleaginosas en las aguas residuales seleccionando la cepa más efectiva para el proceso de degradación. Los microorganismos *Enterococcus spp* y *Acinetobacter spp*, mostraron los mejores resultados en cuanto a formación de hidrólisis lo que se traduce en un mayor porcentaje de remoción de aceites y grasas de las muestras de agua de la empresa. Sin embargo, el microorganismo *Acinetobacter spp*, presentó una mayor eficiencia en las dos concentraciones de aceite (5% y 10%).

Palabras claves: Aceite de palma, aceite vegetal, DQO, microorganismos degradadores, lipolíticos.





**Universidad
Popular del Cesar**

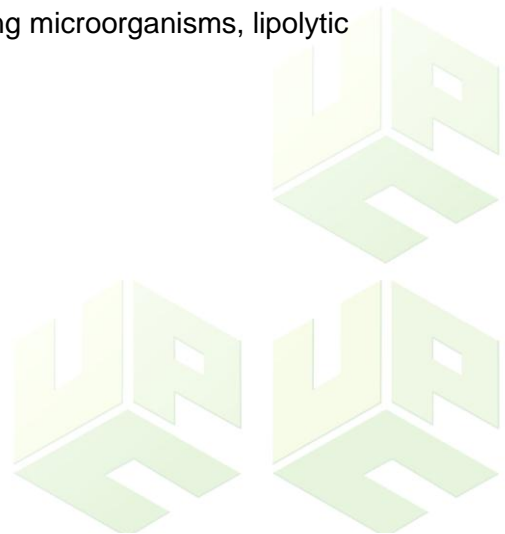
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



ABSTRACT

Used oils, both edible and automotive, are generally discharged into the sewage network, producing an impact on the waters, affecting flora and fauna, both marine and terrestrial (BECERRA., 2007). The company OLEOFLORES S.A.S began planting oil palm crops in 1975 where, throughout that time, it has currently generated an economic and social impact in the region, but at the same time, this action by the company generates an impact to the environment as they are (the rivers, the soil and the air) on a large scale. The purpose of the research was to evaluate the effectiveness of microbial strains with the capacity to degrade oily substances for the treatment of the effluent of the company OLEOFLORES S.A.S of Agustin Codazzi - Cesar. It was carried out in three phases: the first, physical, chemical, and microbiological characterization of the industrial wastewater coming from the company; classify the microbial strains based on their potential for degradation of oily substances, and finally, determine the percentage of removal of oily substances in the wastewater, selecting the most effective strain for the degradation process. The Enterococcus spp and Acinetobacter spp microorganisms showed the best results in terms of hydrolysis formation, which translates into a higher percentage of oil and fat removal from the company's water samples. However, the microorganism Acinetobacter spp, presented a higher efficiency in the two concentrations of oil (5% and 10%).

Keywords: Palm oil, vegetable oil, COD, degrading microorganisms, lipolytic



INTRODUCCIÓN

Los procesos de extracción y refinación del aceite generalmente se generan residuos líquidos (agua residual de los diferentes vertimientos de los procesos) que contienen restos de grasas y aceite, proteínas, carbohidratos, plaguicidas, gomas, mucilagos, metales, pigmentos, ácidos y sales, además de una alta concentración de sólidos en suspensión, que generan contaminación a nivel de las fuentes hídricas, debido que alteran el pH de los cuerpos de agua donde se vierten, disminuyen los niveles de oxígeno necesario para la supervivencia de muchos organismos, aumentan la demanda biológica (DBO) y química de oxígeno (DQO) e impiden el paso de la luz disminuyendo de este modo los procesos fotosintéticos, generando eutrofización y compuestos tóxicos.

La empresa OLEOFLORES S.A.S inició la siembra de cultivo de palma de aceites en el año 1975 donde a lo largo de ese tiempo ha generado en la actualidad un impacto económico y social en la región, pero a la vez esta actuación de la empresa genera un impacto al medio ambiente como son (los ríos, el suelo y aire) en una gran escala. La empresa está localizada en la hacienda de las flores en el municipio de Agustín Codazzi del departamento del Cesar. Los principales problemas que produce la empresa extractora de aceite de palma OLEOFLORES S.A.S., es la carga contaminante de aceites y grasas que son vertidos a la fuente hídrica, debido a que su producción se basa en la extracción de aceite vegetal de la palma africana generando aguas residuales industriales oleaginosas, lo que conlleva a una problemática ambiental.

El presente proyecto ayudó a reducir el impacto ocasionado por el vertimiento de las aguas residuales de la empresa palmera a cuerpos de agua de los cuales se abastecen ciertas comunidades, disminuyendo además los efectos a la salud que pueda desencadenarse del consumo de agua con esta carga contaminante industrial. Por otra parte, se ofreció un beneficio económico, pues fue rentable ya que los microgramos son naturales y de fácil acceso.

La investigación se estructura en nueve capítulos, divididos de la siguiente manera: en el capítulo número uno, se realiza la descripción del planteamiento del problema, el capítulo número dos menciona la justificación. El capítulo número tres menciona los objetivos de la investigación. El capítulo 4 encontramos el marco referencial.



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



El capítulo número cinco, hace referencia al marco metodológico, en el que se encuentra la descripción de la línea, sublínea, tipo, nivel, población y muestra que requiere el desarrollo de la investigación. Adicionalmente, se encuentra el desarrollo metodológico. El capítulo sexto son los resultados obtenidos y su respectivo análisis. Posteriormente, encontramos las conclusiones y recomendaciones, para finalmente encontrar la bibliografía empleada en la investigación.





1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los aceites usados, tanto los comestibles como los automotrices por lo general son vertidos en la red de alcantarillado, produciendo impacto sobre las aguas, afectando flora y fauna, tanto marina como terrestre. Hoy en día son considerados potencialmente peligrosos debido a su persistencia y habilidad de esparcirse en grandes áreas de suelo y agua (BECERRA., 2007).

Estos aceites son capaces de lograr en el agua y suelo una película que no permite el intercambio de oxígeno, lo que produce rápidamente una degradación de la calidad del ambiente, además existe el riesgo adicional de la liberación de agentes contaminantes tóxicos presentes como es el caso de los hidrocarburos policíclicos aromáticos, dioxinas, metales pesados, compuestos clorados, entre otros (BECERRA, 2007). En Colombia la mayor contaminación de los ecosistemas se presenta por la extracción y refinación del aceite crudo de palma, generalmente porque gran parte de las empresas encargadas de realizar estos procesos no cuentan con sistemas eficientes para el tratamiento de sus residuos (AGUALIMPIA., 2013)

La empresa OLEOFLORES S.A.S inició la siembra de cultivo de palma de aceites en el año 1975 donde a lo largo de ese tiempo ha generado en la actualidad un impacto económico y social en la región, pero a la vez esta actuación de la empresa genera un impacto al medio ambiente como son (los ríos, el suelo y aire) en una gran escala. La empresa está localizada en la hacienda de las flores en el municipio de Agustín Codazzi del departamento del Cesar.

Los principales problemas que produce la empresa extractora de aceite de palma OLEOFLORES S.A.S., es la carga contaminante de aceites y grasas que son vertidos a la fuente hídrica, debido a que su producción se basa en la extracción de aceite vegetal de la palma africana generando aguas residuales industriales oleaginosas, lo que conlleva a una problemática ambiental.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible que algunas cepas microbianas sean capaces de degradar sustancias oleaginosas producidas por las actividades de extracción del aceite de palma en la Empresa OLEOFLORES?

2. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de aceite de palma africana se destaca por su alta productividad con una gran demanda en el mercado nacional e internacional principalmente para la industria de biocombustibles. Adicional al incremento económico que ha traído la implementación y desarrollo del cultivo de palma en Colombia, se han identificado diferentes factores de riesgo ambiental ocasionados en cada uno de los procesos que hacen parte de la producción y agroindustria, afectando los principales recursos naturales; suelo, aire y agua, y desencadenando una serie de impactos negativos para el medio ambiente como: la erosión, contaminación, degradación y pérdida de la biodiversidad (Reyes L y Rodríguez A., 2017).

Actualmente en las diferentes industrias se han visto en la obligación de realizar una gestión para la implementación de tratamientos que permitan disminuir la concentración de los contaminantes provenientes de los diferentes procesos que se desarrollen, para dar cumplimiento con la resolución 631 de 2015, la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales, y a los sistemas de alcantarillado público para Colombia y con esto poder evitar sanciones debido al incumplimiento de estos parámetros (Pérez A y Ríos M., 2018).

Para solventar esta situación, y fomentar la protección medio ambiental, han surgido iniciativas globales de programas de certificación, algunas son exclusivas para el gremio Palmero, como el caso de la Certificación RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil - Mesa redonda del Aceite de Palma Sostenible), , o la más ampliamente implementada, la certificación ISCC (International Sustainability et Carbon Certification) que promueve el uso de energías de fuentes renovables y la mitigación del cambio climático, como bastión para la Sostenibilidad Ambiental de los gremios agroindustriales. Estas certificaciones surgen a causa de los graves sucesos de Degradación de Ecosistemas Naturales, la contaminación del Medio Ambiente y la Deforestación de Bosques Tropicales, hechos que han impuesto “requisitos” para la comercialización de los productos derivados de la Palma de Aceite en los países Desarrollados, especialmente Europa (EXTRACTORA EL ROBLE S.A.S., 2016)



**Universidad
Popular del Cesar**

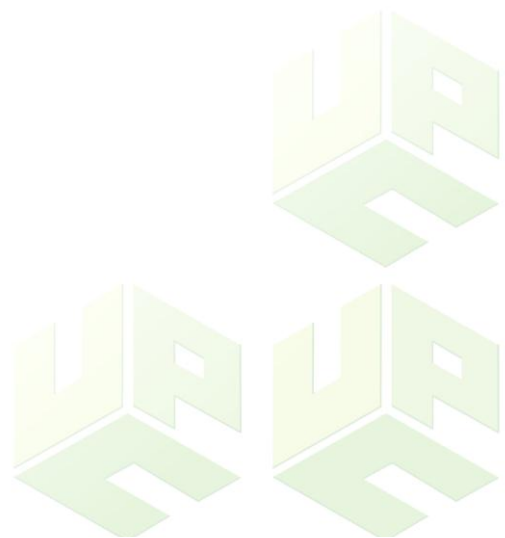
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Por su parte el proyecto surgió por la necesidad de aplicar un método que puede resultar muy efectivo en el caso de la degradación de compuestos oleaginosos, este sería el caso de la utilización de microorganismos que tengan la capacidad de degradar estos compuestos oleaginosos presentes en las aguas residuales industriales de la empresa OLEOFLORES S.A.S. Los microorganismos se han convertido en una solución porque ayudan con el proceso de degradación de los residuos contaminantes oleaginosos presentes en estas aguas residuales industriales.

El presente proyecto ayudó a reducir el impacto ocasionado por el vertimiento de las aguas residuales de la empresa palmera a cuerpos de agua de los cuales se abastecen ciertas comunidades, disminuyendo además los efectos a la salud que pueda desencadenarse del consumo de agua con esta carga contaminante industrial. Por otra parte, se ofreció un beneficio económico, pues fue rentable ya que los microgramos son naturales y de fácil acceso.

Con los resultados de la investigación se benefició la empresa OLEOFLORES S.A.S porque permitió mejorar y reforzar el tratamiento de sus aguas residuales industriales.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



3. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

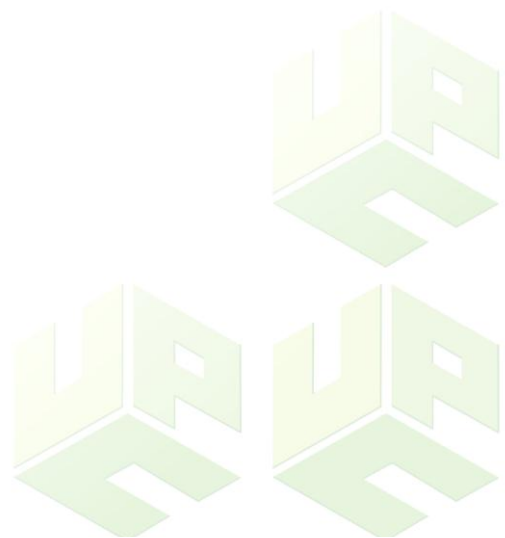
Evaluar la efectividad de cepas microbianas con capacidad de degradar sustancias oleaginosas para el tratamiento del efluente de la empresa OLEOFLORES S.A.S de Agustín Codazzi – Cesar.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Caracterizar física y químicamente el agua residual industrial provenientes de la empresa OLEOFLORES S.A.S extractora de semillas oleaginosas de palma africana.

Clasificar las cepas microbianas basadas en su potencial de degradación de sustancias oleaginosas.

Determinar el porcentaje de remoción de sustancias oleaginosas en las aguas residuales seleccionando la cepa más efectiva para el proceso de degradación.





4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Referencias como resultados de nuestra investigación que exponen la efectividad de algunos microorganismos en la degradación de residuos aceitosas o sustancias oleaginosas, siendo estos también efectivos para los tratamientos de los efluentes de empresas que cultivan palmas africanas y producen aceites vegetales en búsqueda de mejorar la calidad de aguas residuales vertidas.

CHIRRE J, PATIÑO A, ERAZO R, (2019), desarrollaron la investigación titulada: ESTUDIO DE LA BIODEGRADACIÓN DE RESIDUOS DE ACEITE LUBRICANTE RETENIDOS EN BENTONITA USANDO EL CONSORCIO BACTERIANO OIL EATING MICROBES (RHODOCOCCUS, PSEUDOMONAS Y BACILLUS), en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú, con la finalidad de evaluar la capacidad de biodegradación de una muestra de aceite lubricante automotriz atrapado en arcilla bentonita, utilizando el consorcio bacteriano Oil Eating Microbes (Rhodococcus pyridinivorans, Pseudomonas montielli y Bacillus sp.). Se realizó por medio de 2 fases. La primera fase, se hizo midiendo la concentración de biodegradación de hidrocarburos totales de petróleo, la primera se realizó durante 13 días y la segunda en 59 días. La segunda fase fue el análisis de sus resultados. En los resultados se evidenciaron rendimientos de menos del 2 % y 50 % para la primera y segunda prueba, respectivamente, lo que muestra la reducción de la contaminación de la arcilla bentonita contaminada. Esta investigación aporta una guía metodológica del comportamiento de ciertas bacterias ante compuestos de grasas, para así evitar al máximo errores en nuestra investigación.

AGUALIMPIA B, VICENTE J, ZAFRA A, (AÑO 2016), desarrollaron la investigación titulada: EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS NATIVOS PARA BIODEGRADACIÓN DE ACEITE Y GRASA EN EFLUENTES DE REFINERÍAS DE ACEITE DE PALMA; en la Universidad de Santander (UDES), con la finalidad de evaluar el uso de nuevos consorcios microbianos mixtos compuestos por levaduras y bacterias nativas para el tratamiento de efluentes de molinos de aceite de palma (POME) de un proceso de refinación de aceite. Se evaluó el uso de nuevos consorcios microbianos mixtos

compuestos por levaduras y bacterias nativas para el tratamiento de efluentes de molinos de aceite de palma (POME) de un proceso de refinación de aceite. Para ello, se evaluaron 31 aislados de levaduras y bacterias nativas que demostraron la capacidad de eliminar grasas, aceites y grasas, ya sea como organismos individuales o como inóculos mixtos, para el tratamiento de POME. Las caracterizaciones moleculares y bioquímicas revelaron que los aislamientos correspondían a *Candida*, *bacillus* y *Pseudomonas* géneros. Se establecieron y probaron siete inóculos mixtos, que contienen los 6 aislamientos más degradantes, para la remoción de aceite de palma en cultivo líquido, logrando una remoción de 68 a 84% después de 48 h. El inóculo constituido por todos los aislamientos produjo los mejores resultados con una reducción global de DQO de 1840 a 260 mg / L (84%), evidenciando un efecto sinérgico de los microorganismos. La investigación permite observar el comportamiento de varias cepas en términos de remoción y aporta una base metodológica para la realización del proceso.

PAZMIÑO S, Y Gisell A, (AÑO 2013), realizaron la investigación titulada: ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ACEITE DE PALMA. El cultivo de palma africana en el Ecuador tuvo 280 000 hectáreas sembradas para el 2013. El cultivo de aceite de palma puede traer consigo graves problemas ambientales como deforestación, pérdida de biodiversidad, contaminación del aire, descargas de agua residual contaminada entre otros. Dentro de los impactos más significativos de la extracción de aceite crudo de palma se encuentra la generación de agua residual, la cual posee gran concentración de materia orgánica, altas temperaturas y pH ácido. El método más común de tratamiento de este efluente es el sistema de lagunaje que consiste en lagunas dispuestas en serie, inicialmente anaerobias, seguidas por facultativas y finalmente aerobias donde a este último se utilizan macrofitas que permitan absorber los residuos orgánicos provenientes de la extracción de aceite crudo para disminuir la producción de metano considerado como uno de los contaminantes más pesados de efecto invernadero. La investigación aporta conocimientos relevantes en cuanto al uso de cepas microbianas como removedores de aceites y grasas en aguas residuales.



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



AGUALIMPIA V (año 2013), desarrolló la investigación titulada MICROORGANISMOS CON CAPACIDAD PARA DEGRADAR LAS GRASAS Y ACEITES VEGETALES PRESENTES EN EL EFLUENTE DEL PROCESO DE REFINACIÓN DE ACEITES DE C.I. SACEITES S.A.; para optar el título de MAESTRÍA EN QUÍMICA AMBIENTAL, en la Universidad Industrial de Santander (UIS), con la finalidad de evaluar la obtención de microorganismos con capacidad degradadora de grasas y aceites de origen vegetal, aislados del agua residual y residuos aceitosos sólidos de la trampa de grasas de —C.I. SANTANDEREANA DE ACEITES S.A. con la investigación lograron el aislamiento de 31 morfotipos de bacterias y levaduras a partir de muestras de residuos líquidos y sólidos de la empresa C.I. SACEITES S.A, los cuales mostraron capacidad para crecer en medio modificado con aceite de palma y soya, como única fuente de carbono, 14 de estos, se aislaron a partir del agua residual y 17 a partir de residuos aceitosos sólidos. Con la metodología utilizada, a partir de los residuos sólidos y líquidos de C.I. SACEITES S.A. se llegó a la selección de 8 levaduras pertenecientes a los géneros (*Yarrowia*) y (*Candida*) y 3 bacterias pertenecientes a los géneros (*Bacillus*) y (*Pseudomonas*), con potencial para la degradación de grasas y aceites de origen vegetal. Los Aislamientos SACL01, SACL09 pertenecientes al género (*Candida*), SACL 05, SACL 08 pertenecientes al género (*Yarrowia*), (SACB10 perteneciente al género (*Bacillus*) y SACL11 levaduras sin caracterización), presentaron la mayor capacidad para degradar grasas y aceites de origen vegetal presentes en un medio sintético. El inóculo mixto Mix7, conformado por los 6 mejores Aislamientos con capacidad degradadora, permitió disminuir en 48 horas la concentración de DQO en un valor promedio del 84%, en medio sintético, mientras que en un medio real de aguas residuales la disminución fue del 75% DQO y del 72% para grasas y aceites. Los resultados obtenidos en esta investigación permiten establecer que es posible aislar microorganismos del agua residual y residuos aceitosos sólidos de C.I. SACEITES S.A, que tienen la capacidad para degradar las grasas y los aceites de origen vegetal y demás materia orgánica presente en el efluente de esta empresa, en proporciones aceptables y bajo condiciones de laboratorio. La investigación es relevante, ya que permite observar el comportamiento de diversas cepas removedores de aceites y grasas y sus porcentajes de remoción.



OTÁLORA, M. F., PEÑA, J. L., MARTÍNEZ, M. M., & VARELA, A. (AÑO 2010), desarrolló la investigación titulada: PLANTACIÓN PALMAR DEL ORIENTE (VILLANUEVA, CASANARE) COLOMBIA, PALMERO CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION (CID) Revista Palmas, EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DEGRADADORA DE ACEITE POR BACTERIAS LIPOLÍTICA. La remoción de estas grasas puede realizarse mediante la preparación de un cultivo biológico lipolítico, el cual tome las grasas presentes en el residuo, las metabolice y permita aprovechar los nutrientes, minerales, carbohidratos y proteínas. En este estudio, realizado en la Plantación Palmar del Oriente (Villanueva, Casanare), se aislaron cepas microbianas nativas con actividad lipolítica de cada una de las lagunas de estabilización 1 A (14,8%); 1 B (24,07%); 2 (27,77%); 3 (12,96%); y 4 (20,37%). De estas cepas se seleccionaron seis, las cuales presentaron mayor actividad, tres pertenecientes al género (*Pseudomonas*), una al género (*Enterobacter*), otra al género (*Bacillus*) y otra al género (*Staphylococo*). Con estas cepas se preparó un inóculo y se realizaron pruebas en campo evaluando la remoción de grasas y aceite a partir de 8 tratamientos diferentes en volúmenes de 60 y 2 litros, incluyendo un tratamiento control. Simultáneamente se evaluó la degradación del aceite bajo condiciones controladas en un reactor de 5 litros, el cual se mantuvo en aireación constante; a todos estos ensayos se les realizaron mediciones de pH, temperatura y porcentaje de aceite y grasas (mg/l); con respecto a este último parámetro se analizó el contenido inicial (tratamiento control) a los 8, 15 y 30 días durante un período de un mes. El inóculo mixto de bacterias logra remover, como máximo, el 40% del aceite en el ensayo con canecas de 60 litros en un tiempo de 15 días a una temperatura de 33°C y pH de $7,0 \pm 0,2$; y un 20% de remoción de aceite se obtuvo con el ensayo en un reactor de 5 litros (bajo condiciones controladas). Este estudio es muy importante ya que establece las bases y porcentajes de análisis de resultados satisfactorios del proceso de remoción de aceite con bacterias en aguas residuales.

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales son las aguas usadas y los sólidos que por uno o por otro medio se introducen en las cloacas y son transportados mediante el sistema de



alcantarillado. La generación de agua residual es un producto inevitable de la actividad humana. El tratamiento y disposición apropiada de las aguas residuales supone el conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas de dichas aguas; de su significado y de sus efectos principales sobre la fuente receptora. (Vivanco, 2014.)

En general se consideran:

Aguas residuales domésticas: Los líquidos provenientes de las viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales. (Vivanco, 2014.)

Aguas residuales municipales: Los residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta de tratamiento municipal. (Vivanco, 2014.)

Aguas residuales industriales: Son aquellas provenientes de las descargas de industrias de manufactura. (Vivanco, 2014.)

Aguas negras: Las aguas residuales provenientes de inodoros, es decir, aquellas que transportan excrementos humanos y orina, ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales. (Vivanco, 2014.)

Aguas grises: Son las aguas residuales provenientes de tinajas, duchas, lavamanos y lavadoras, aportantes de DBO, sólidos suspendidos, fósforo, grasas y coliformes fecales, esto es aguas residuales domésticas, excluyendo las de los inodoros. (Vivanco, 2014.)

4.2.1.1 Características físicas de las aguas residuales

Color: Este término se refiere a la edad del agua residual, que puede ser determinada cualitativamente en función de su color y olor. El agua residual reciente suele tener un color grisáceo. Sin embargo, al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua residual cambia gradualmente de gris oscuro, para finalmente adquirir color negro. (Vivanco, 2014.)

Densidad: Se define la densidad de un agua residual como su masa por unidad de volumen, expresada en Kg/ m³. Es una característica física importante del agua residual dado que de ella depende la potencial formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación y otras instalaciones de tratamiento. (Vivanco, 2014.)



Olores: Normalmente, los olores son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar algo desagradable, que resulta más tolerable que el del agua residual séptica. (Vivanco, 2014.)

sólidos totales: Analíticamente, se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105 °C. Clasificación de sólidos totales: Sedimentables, Sólidos suspendidos, No sedimentables, Sólidos Totales o coloidales, sólidos disueltos. (Vivanco, 2014.)

Temperatura: La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos industriales. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y los 35°C. (Vivanco, 2014.)

Turbiedad: La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. (Vivanco, 2014.)

4.2.1.2 Características químicas

Agentes tensoactivos: Los agentes tensoactivos están formados por moléculas de gran tamaño, ligeramente solubles en agua y que son responsables de la aparición de espumas en las plantas de tratamiento y en la superficie de los cuerpos de agua receptores de los vertidos de agua residual. Tienden a concentrarse en la interfaz aire – agua. Durante el proceso de aireación del agua residual se concentran en la superficie de las burbujas de aire creando una espuma muy estable. (Vivanco, 2014.)

Demanda bioquímica de oxígeno: El parámetro de contaminación orgánica más ampliamente empleado, aplicable tanto a aguas residuales como a aguas superficiales, es la DBO a 5 días (DBO5), la determinación de este está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica.



Gases: Los gases que con mayor frecuencia se encuentran en aguas residuales brutas son el nitrógeno, el oxígeno, el dióxido de carbono, el sulfuro de hidrógeno, el amoníaco y el metano. Los tres primeros son gases de común presencia en la atmósfera y se encuentran en todas las aguas en contacto con la misma. (Vivanco, 2014.)

Existen otras características químicas como lo son:

- Alcalinidad
- Carbono orgánico total
- Compuestos orgánicos volátiles
- Cloruros
- Fósforo
- Metales pesados
- Metano
- Nitrógeno
- Oxígeno disuelto
- Pesticidas y productos químicos de uso agrícola
- PH
- Sulfuro de hidrógeno

Materia orgánica: Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal. Así como los compuestos orgánicos están formados normalmente por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno. Con la presencia, en determinados casos, de nitrógeno, también pueden estar presentes otros elementos como azufre, fósforo o hierro y proteínas. Las proteínas son los principales componentes del organismo animal, mientras que su presencia es menos relevante en el de organismos vegetales, están presentes en todos los alimentos de origen animal o vegetal cuando estos están crudos (Vivanco, 2014.)



4.2.3 Características biológicas

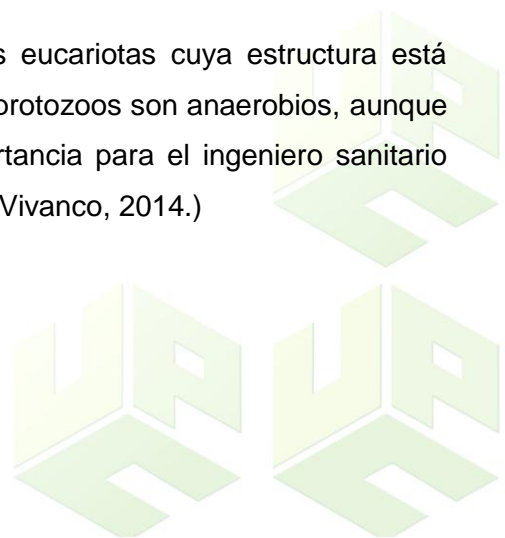
Agua residual: Es aquella que procede del empleo de un agua natural, o de la red, en un uso determinado. La eliminación de las aguas residuales se conoce por vertido. Según el Real Decreto 849/1986. (Barton et al. 2005. Méndez y Maier, 2008).

Algas: Las algas pueden presentar serios inconvenientes en las aguas superficiales, puesto que pueden reproducirse rápidamente cuando las condiciones son favorables. Éste fenómeno se conoce con el nombre de crecimiento explosivo, puede conducir a que ríos, lagos y embalses sean cubiertos por grandes colonias flotantes de algas. (Vivanco, 2014.)

Bacterias: El papel que desempeñan las bacterias en los procesos de descomposición y estabilización de la materia orgánica, tanto en el marco natural como en las plantas de tratamiento, es amplio y de gran importancia. Por ello resulta impredecible conocer sus características, funciones, metabolismos y proceso de síntesis. (Vivanco, 2014.)

Hongos: Los hongos son protistas, eucariotas, aerobios, multicelulares, no fotosintéticos y quimio heterótrofos. Muchos de los hongos son saprofitos: basan su alimentación en materia orgánica muerta. Junto con las bacterias, los hongos son los principales responsables de la descomposición del carbono en la biosfera. (Vivanco, 2014.)

Protozoos: Los protozoos son microorganismos eucariotas cuya estructura está formada por una sola célula abierta. La mayoría de los protozoos son anaerobios, aunque se conocen algunos aerobios. Los protozoos de importancia para el ingeniero sanitario son las amebas, los flagelos y los ciliados libres y fijos. (Vivanco, 2014.)





Plantas y animales: Las diferentes plantas y animales que tienen importancia para el ingeniero sanitario tienen tamaños muy variados: desde los gusanos y rotíferos microscópicos hasta los crustáceos macroscópicos. El conocimiento de estos organismos resulta útil a la hora de valorar el estado de lagos y corrientes, al determinar la toxicidad de las aguas residuales evacuadas al medio ambiente, y a la hora de determinar la efectividad de la vida biológica en los tratamientos secundarios empleados para destruir los residuos orgánicos. (Vivanco, 2014.)

Virus: Los virus son partículas parasíticas formadas por un cordón de material genético – ácido desoxirribonucleico (ADN) o ácido ribonucleico (RNA) con una capa de recubrimiento proteico no tienen capacidad para sintetizar compuestos nuevos. (Vivanco, 2014.)

4.2.2 Aguas industriales

Las aguas residuales industriales son las que proceden de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje. (Barton et al., 2005. Méndez y Maier, 2008).

4.2.3 Industria de la palma de aceite

La palma de aceite es la oleaginosa más productiva del planeta; una hectárea sembrada produce entre 6 y 10 veces más aceite que las demás. Colombia es el cuarto productor de aceite de palma en el mundo y el primero en América (FEDEPALMA, 2019). Actualmente, el cultivo de la palma de aceite se encuentra en 161 municipios de 21 departamentos. El origen de la palma de aceite se ubica en las costas del Golfo de Guinea en el África occidental. Se introdujo a la América Tropical por los colonizadores y comerciantes de esclavos portugueses, en los viajes transatlánticos del siglo XVI. Se estableció en San Salvador Brasil (FEDEPALMA, 2019).

En el año 1848, la palma de aceite entró a Asia por Java, y se dio comienzo a la más grande expansión por el mundo. En el Año 1932, Florentino Claes, introdujo la palma africana de aceite a Colombia y fueron sembradas con fines ornamentales (FEDEPALMA, 2019).

En el año 1945, se establece el primer cultivo comercial en Colombia, por la United Fruit Company, en la zona bananera del departamento del Magdalena. El cultivo de palma de aceite en Colombia ha tenido una expansión importante, producto de políticas gubernamentales que lo consideran un factor de desarrollo para la economía agraria y del país. Con un recorrido de más de cincuenta años, cuenta actualmente con una producción en cuatro zonas reconocidas, en donde la mayor parte de los productores están asociados a Fedepalma. Un aspecto que genera debate en el país es la sostenibilidad del sector en sus componentes económico, social y ambiental.

El objetivo de esta revisión es determinar si en el país se ha desarrollado una Palmicultura sostenible. Se concluye que este sector agrario es sostenible en lo económico para el gran productor, pero no es sostenible en lo social y ambiental, aunque hay avances puesto que se aspira a contar con certificaciones internacionales. Por lo general, el sector es considerado sostenible por parte de las entidades gubernamentales y del propio sector, salvo excepciones (FEDEPALMA, 2019).

4.2.3.1 Palma de aceite en Colombia

El cultivo comercial de palma de aceite (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*) inicia en Colombia hacia el año 1945, estando a la fecha en constante expansión. Para la década de 1960 existen unas 18.000 has en producción (García et al, 2013:79,80), y décadas después, en el año 2012, el área sembrada es de 452.435 has con un crecimiento de 5.9% respecto al año anterior (Fedepalma, 2012: 37). Colombia se ubica en el año 2010 como el primer productor de América Latina y el quinto del mundo con un 1.6% de la producción mundial (Superintendencia de Industria y Comercio, 2010: 3).

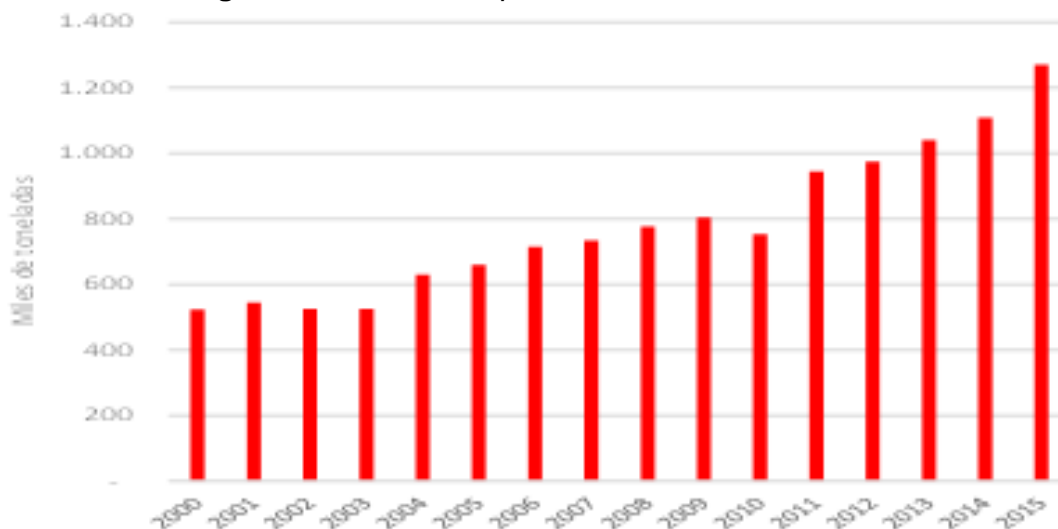
El cultivo de palma de aceite se promueve a partir del gobierno del presidente Andrés Pastrana (1998 – 2002) como uno de los ejes de desarrollo del país. Los derivados del fruto se destinan a la demanda nacional de grasas y aceites, así como a las exportaciones. Con los gobiernos de Álvaro Uribe (2002 – 2010) se define una nueva política y estrategia de desarrollo, en este caso la producción de biocombustibles (Konrad Adenauer Stiftung, 2008: 2), teniendo en cuenta que los rendimientos más altos de conversión en el país se dan con esta palma (Acevedo, 2012:100).



En el gobierno actual de Juan Manuel Santos, el sector hace parte del plan “Ola Agro”. De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial y Fedepalma (2011:6), del cultivo de palma existen unas 365.000 hectáreas distribuidas en 16 departamentos y 106 municipios, los cuales conforman cuatro zonas palmeras: zona Norte (Norte del Cesar, Atlántico, Guajira, Norte de Bolívar, Córdoba, Urabá Antioqueño y Sucre), Zona Central (Santander, Norte de Santander, Sur del Cesar, Sur de Bolívar), Zona Oriental (Meta, Cundinamarca, Casanare, Caquetá), Zona Occidental (Nariño, Cauca).

Colombia es el cuarto productor de aceite de palma del mundo y el primero de América. Según datos de la Federación Nacional de Cultivadores de Aceite de Palma (Fedepalma), en 2015 había más de 1.200 toneladas de palma producidas, 69 núcleos palmeros, 6000 productores y 170.794 empleos directos e indirectos, representados en el gráfico 1.

Figura 1 Producción de palma de aceite en Colombia



Fuente: Fedepalma, 2015



4.3 MARCO CONCEPTUAL

Alcantarilla: Tubería o conducto, en general cubierta, que normalmente no va llena, usada para acarrear las aguas negras y otros desechos líquidos (Marcilla, 2013).

Características Biológicas: Son las que definen debido al contenido de microorganismos presentes. Estas son: Bacterias, hongos, algas, protozoos, plantas, animales y virus (Marín, 2015).

Características Físicas: Son aquellas que se pueden detectar con los sentidos del gusto, el olfato, la vista y el tacto. Estas son: Sólidos totales, olores, temperatura, densidad, color y turbiedad (Marín, 2015).

Características Químicas: Son las que se presentan en el agua a razón de las concentraciones de elementos y compuestos químicos presentes en ellas. Estas son: Proteínas, hidratos de carbono, grasas, agentes tensoactivos, gases, metales pesados, entre otras (Marín, 2015).

Cepas Microbianas: Una cepa es una población o colonia de microorganismos de una sola especie descendientes de una única célula o que provienen de una determinada muestra en particular (Yirda, 2021).

Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO): Es la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradables en condiciones aeróbicas (César, 2016).

Demanda Química De Oxígeno (DQO): Se usa para medir el contenido de materia orgánica presente en aguas residuales o aguas naturales (César, 2016).

Efluentes: Aguas negras, agua o cualquier otro líquido parcial o totalmente tratado, o que se encuentra en su estado natural, como puede ser el caso de la corriente de salida de un depósito, estanque, etc. (Tchobanoglous, 1979).

Estanque De Estabilización: Estanque natural o artificial que recibe agua negras crudas o parcialmente tratadas, y en el que tiene lugar la estabilización por la acción de la luz del sol, del aire y los microorganismos (Tchobanoglous, 1979).

Materia Inorgánica: Son sustancias que provienen del contacto del agua, con las diferentes formaciones geológicas, así como los residuos de actividades humanas

(industrias); tales como PH, fósforo, nitrógeno, metales pesados entre otros (Cesar, 2016).

Materia Orgánica: Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos (Ingham, 2000).

Microorganismo: también llamado microbio, es un ser vivo o un sistema biológico que solo puede visualizarse con el microscopio (Ingham, 2000).

Oleaginosas: Las plantas oleaginosas son vegetales de cuya semilla o fruto puede extraerse de aceite, en algunos casos comestibles y en otros casos de uso industrial. Las oleaginosas más sembradas son la soja, la palma africana (Ingham, 2000).

Oxidación: La adición de oxígeno, la pérdida de hidrógeno o el aumento en la valencia de un elemento (Ingham, 2000).

Pretratamiento: Sistema que tiene como objeto remover el agua residual. Aquellas constituyentes que puedan causar dificultades de operación y mantenimiento en los procesos posteriores (César, 2016).

Proceso Aerobio: Es un proceso de respiración de oxígeno, en el cual el oxígeno libre es el único aceptor final de electrones, el oxígeno reducido y el carbono es oxidado, al igual que la materia orgánica o inorgánica (Carrera, 2016).

Proceso Anaerobio: El proceso anaerobio o fermentación lo definió Pasteur como la vida sin aire. Es la descomposición u oxidación de compuestos orgánicos, en ausencia de oxígeno libre, para obtener la energía requerida para el crecimiento y mantenimiento de los organismos anaerobios (Tchobanoglous, 1979).

4.4 MARCO CONTEXTUAL

Agustín Codazzi o simplemente Codazzi, conocida como la capital agro energética de Colombia, es un municipio localizado al norte del departamento del Cesar, limita al norte con San Diego, al oeste con El Paso, al sur con Becerril y al este con Venezuela (Alcaldía de Agustín Codazzi, 2018).

Es la tercera Ciudad en población e importancia del departamento del Cesar, Es un importante centro en producción agroindustrial, Agrícola y ganadera en el departamento, además es el Productor de carbón de Colombia. Posee una situación

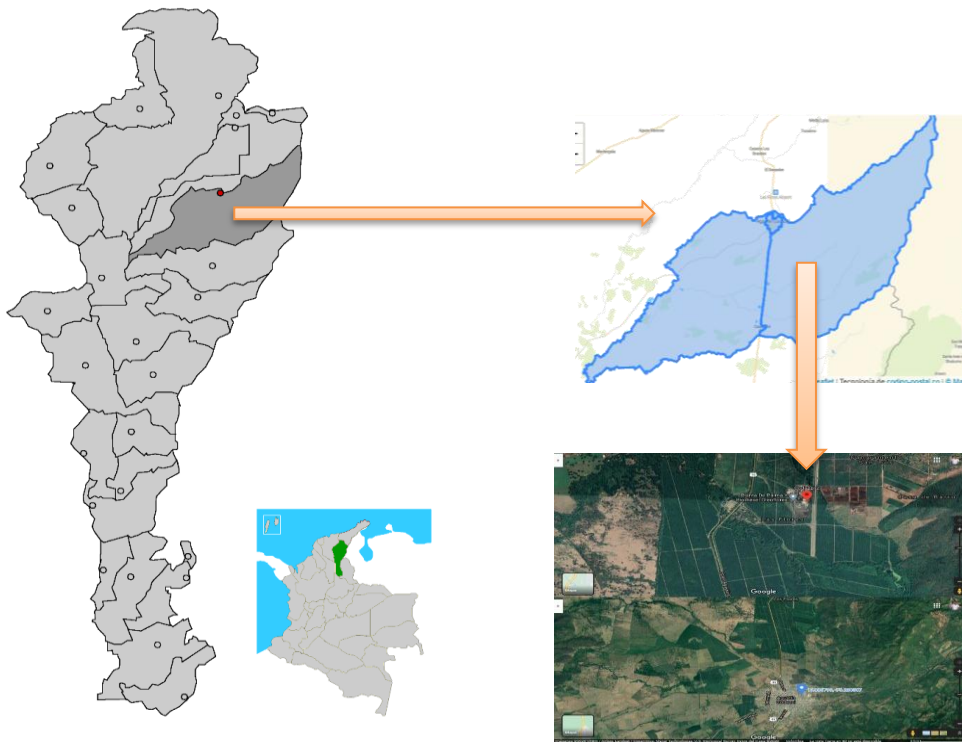
geográfica estratégica que favorece su integración con los mercados regionales y los principales centros exportadores del país (Alcaldía de Agustín Codazzi, 2018).

El Grupo Empresarial OLEOFLORES está ubicado en el predio LAS FLORES No 3 jurisdicción del municipio Agustín Codazzi Cesar, específicamente en la Cr. 58 No. 64-82, Agustín Codazzi.

OLEOFLORES está comprometido con los estándares de sostenibilidad, medioambiente y responsabilidad social, que garantizan la generación de valor para sus accionistas, asociados, colaboradores, clientes y proveedores, a través de modelos de desarrollo social e industrial (OLEOFLORES, 2015).

Figura 2

Mapa De La Localización del Municipio Agustín Codazzi Y La Empresa OLEOFLORES S.AS.



Fuente: Adaptado de Google maps, 2022



4.5 MARCO LEGAL

El marco normativo y la legislación que aborda la gestión ambiental están relacionados con la política ambiental, el ordenamiento territorial, la educación ambiental, la evaluación del impacto ambiental y la interrelación de los factores bióticos, estéticos y culturales sobre el ambiente. Por otra parte, existen normas que son voluntarias pero que certifican a las organizaciones ante los temas que hacen parte de la gestión ambiental estableciendo los requerimientos mínimos para llevar a cabo un sistema de gestión ambiental; estamos hablando precisamente de la ISO 14001:2015. En lo que toca a las empresas para poder ser certificadas con la ISO 14001:2015 y este a su vez sea efectivo, se debe garantizar la seguridad de que todas sus actividades, procesos y productos cumplan con la legislación ambiental vigente.

Tabla 1

Normatividad aplicable al proyecto

NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN	APLICABILIDAD
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA	ARTÍCULO 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.	En el proyecto, el artículo 79 de la constitución política es aplicable, debido a que si bien, todas las personas tienen derecho a un ambiente sano, deben protegerlo y participar en acciones con este fin, por esta razón, se desarrolla la investigación, para identificar si existe algún impacto negativo sobre este.



	<p>ARTÍCULO 80. El Estado aplicará el artículo 80 de la Constitución Política, debido a que se debe garantizar el uso sostenible de los recursos, y al realizar la investigación se garantiza que el recurso hídrico y el suelo donde se vierten las aguas residuales no presenten alguna afectación.</p> <p>Aplica el artículo 80 de la Constitución Política, debido a que se debe garantizar el uso sostenible de los recursos, y al realizar la investigación se garantiza que el recurso hídrico y el suelo donde se vierten las aguas residuales no presenten alguna afectación.</p>
<p>Ley 99 De 1993</p>	<p>Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.</p> <p>La ley 99 de 1993, aplica en que con esta se crean las autoridades ambientales competentes en materia ambiental, siendo las primeras en proteger los recursos naturales renovables.</p>
<p>Ley 23 De 1973</p>	<p>Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al presidente de la República para</p> <p>La Ley 23 de 1973, aplica en el ejercicio de la protección a los recursos naturales, principalmente agua y suelo que son los competentes en la</p>



	expedir el Código de los Recursos Naturales	investigación.
Ley 9 De 1989	Por la cual se dictan normas sobre planes de desarrollo municipal, compraventa y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones como la Constitución de zonas de reserva para la protección del medio ambiente y de los recursos hídricos.	La ley 9 de 1989, aplica ya que esta es base para la protección del recurso hídrico, las cuales deben ser contempladas en los PDM, y el municipio debe considerarlas.
Ley 9 De 1979	Código Sanitario Nacional. Se dictan Medidas Sanitarias, además de los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.	La ley 9 de 1979, es una base legal en nuestro proyecto, ya que esta controla los vertimientos de residuos que puedan afectar el ambiente, el cual es estudio de la investigación.
Ley 373 De 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	Aplica, ya que en la empresa a realizar la investigación debe conocerse y hacerse el uso eficiente de esta, reduciendo la pérdida del recurso hídrico.
Ley 388 De 1997	En su Art 33 especifica el ordenamiento territorial referente al reglamento de los usos del	Aplica, ya que, en la empresa, debe tener un permiso dispuesto para el uso del suelo



	suelo.	en monocultivos y para la descarga de aguas residuales a este sin generar impacto, siendo este último objeto de investigación.
Decreto Ley 2811 De 1974	Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. El ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo. Regula el manejo de los RNR, la defensa del ambiente y sus elementos.	El código de los RNR no puede faltar, pues este los protege y protege al medio ambiente, vigilando que las actividades no generen afectaciones.
Decreto 1867 De 1994	Por el cual se reglamenta el Consejo Nacional Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente	Este decreto, establece las autoridades en materia ambiental a las que se acude en caso de afectaciones a los RNR
Decreto 1753 De 1994	Define la licencia ambiental LA: naturaleza, modalidad y efectos; contenido, procedimientos, requisitos y competencias para el otorgamiento de LA.	Es de carácter relevante, ya que la empresa debe contar con sus licencias y permisos de vertimientos de las aguas industriales que vierten.
Decreto 1594 De 1984	El control se realiza a partir de la medición de la concentración de las sustancias descargadas a los cuerpos de agua y que afectan la calidad del agua. A partir de lo	Este decreto es importante, ya que determina las concentraciones de sustancias descargadas a cuerpos de agua, objeto de estudio en la



	dispuesto en esta Resolución la medición de las sustancias contaminantes se realizará en mg/L y no en kg día	investigación.
Decreto 1076 De 2015	Promueve el uso de las aguas residuales a través de los Planes de Reconversión a Tecnologías Limpias en Gestión de Vertimientos – PRTV y lo incluye en la gradualidad para el cumplimiento de la norma de vertimientos.	Es relevante, ya que da una base legal para el reúso de aguas residuales, la cual puede ser aplicada en la empresa donde realizaremos la investigación.
Decreto 3930 De 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III-Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones	Es relevante, ya que da un soporte legal del manejo que se le pueden dar a los residuos líquidos, lo que aplica en la empresa OLEOFLORES.
Resolución No. 0883 De 2018	Disposiciones aplicables a los vertimientos puntuales de aguas residuales.	Es relevante en la investigación, ya que determina condiciones y parámetros sobre el vertimiento de aguas residuales, propia de la investigación.

Resolución 1207 DE 2014	Se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas	Permite que podamos realizar un manejo eficiente de las aguas tratadas en la empresa y poder mitigar los impactos que se generen.
Resolución 0631 De 2015	Esta permite el control de las sustancias contaminantes que llegan a los cuerpos de agua vertidas por 73 actividades productivas presentes en ocho sectores económicos del país.	Da una base legal del control de la carga contaminante a los cuerpos de agua, lo que permite tener una guía sobre la investigación a realizar.

Fuente: Constitución Política de Colombia, 1991

4.6 MARCO INSTITUCIONAL

4.6.1 Aspectos importantes de la historia de la empresa OLEOFLORES S.A.S.

Más de 110 años de tradición en el campo colombiano, la historia del Grupo ha sido construida, día tras día, con el trabajo arduo y constante de varias generaciones de una misma familia. Nuestra historia se remonta a los orígenes mismos de la agroindustria en Colombia, a principios del pasado siglo XX, cuando Don Carlos Murgas Puche inició esta empresa, dedicando sus primeros esfuerzos a la ganadería extensiva, para luego incursionar en los cultivos transitorios, como arroz, sorgo y algodón.

En 1975, la empresa inicia el cultivo de palma de aceite con siembras propias localizadas en la Hacienda Las Flores, de propiedad del Grupo y ubicada en el municipio Agustín Codazzi, departamento del Cesar, comúnmente conocido como Codazzi.

En asocio con la multinacional inglesa New Britain Palm Oil Limited — desarrolladora y productora de semillas de palma de aceite, con sede en Papúa, Nueva Guinea—, el grupo produce, en sus jardines, la semilla de palma de aceite de alto rendimiento, denominada DAMI - LAS FLORES.

Descripción de la empresa GRUPO OLEOFLORES S.A.S. El Grupo Empresarial OLEOFLORES está comprometido con los estándares de sostenibilidad, medioambiente y

responsabilidad social, que garantizan la generación de valor para sus accionistas, asociados, colaboradores, clientes y proveedores, a través de modelos de desarrollo social e industrial.

Nuestras metas son ya una realidad. Convertir la agroindustria en un negocio rentable, focalizarnos en su desarrollo e invertir en ella con visión progresista y participativa, nos ha permitido consolidar nuestro proceso agropecuario y fortalecer el crecimiento industrial. Llevamos desarrollo a todas las regiones en las que hacemos presencia, compartiendo conocimiento y dándole valor económico agregado al trabajo y al esfuerzo de todos los que creen en la palma de aceite.

4.6.2 Misión

Somos un grupo agroindustrial, con presencia nacional e internacional, integrado en toda la cadena productiva de la palma de aceite, comprometidos con estándares de sostenibilidad, medioambiente y responsabilidad social, focalizados en garantizar la generación de valor para accionistas, asociados, colaboradores, clientes y proveedores, a través de modelos de desarrollo social e industrial.

4.6.3 Visión

Consolidados en el mercado global como grupo agroindustrial integrado de la palma de aceite, aspiramos aumentar nuestra competitividad, siendo innovadores y efectivos, basados en las mejores prácticas, con alto desarrollo tecnológico y elevado sentido social.

4.6.4 valores corporativos

RESPETO

Reconocemos, aceptamos, apreciamos y valoramos las cualidades de los demás y de todo lo que nos rodea.

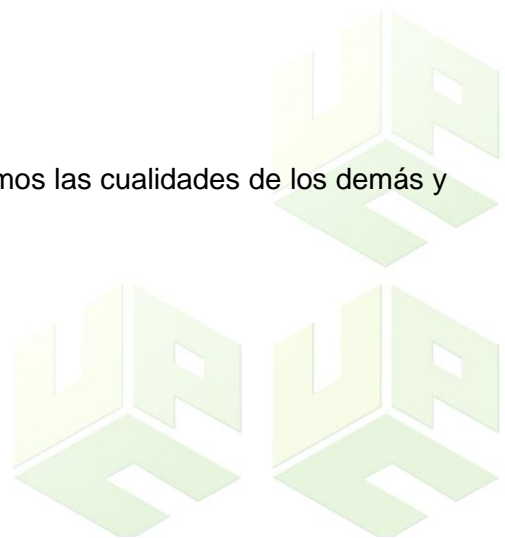
Comportamientos asociados al valor:

Respeto por la dignidad de las personas.

Respeto por las creencias.

Respeto por las ideas de los demás.

COMPROMISO



Somos conscientes de la importancia que tiene cumplir con el desarrollo de un trabajo dentro del plazo estipulado. Ponemos en juego nuestras capacidades para sacar adelante todo aquello que se nos ha confiado, y que nuestra conciencia ha aceptado.

Comportamientos asociados al valor:

Sentir como propios los objetivos de la Organización.

Apoyar e instrumentar las decisiones, comprometidos por completo con el logro de los objetivos.

Prevenir y superar obstáculos que interfieran con los objetivos.

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1. LÍNEA Y SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto se enmarcó en la Línea de investigación SOSTENIBILIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL, adscrita al programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Facultad Ingenierías y Tecnologías de la (universidad popular del cesar), además se ubicó en la sublínea de investigación TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS.

5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue de tipo explicativo dado que se hizo sobre el potencial de las cepas microbianas que lograron degradar y aislar residuos aceitosos contaminantes del efluente de la empresa OLEOFLORES. S.A.S. Los tipos de investigación explicativa se realizan con el objetivo de ayudar a los investigadores a estudiar el problema con mayor profundidad y entender el fenómeno de forma eficiente (Arias, 2012).

5.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de esta investigación fue experimental y de campo, dado que se realizaron muestreos del agua residual de la empresa OLEOFLORES. S.A.S en campo para aislar los microorganismos que tengan el potencial de degradar sustancias oleaginosas presentes en dichas aguas residuales y fue experimental, ya que se realizaron pruebas a nivel de laboratorio para establecer de manera clara la efectividad al momento de degradar sustancias oleaginosas de cada uno de los microorganismos que se utilizaron.



5.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población fue el agua industrial generada por las actividades de: esterilización, clarificación, hidrociclones y centrifugación biodiesel efectuadas en la plantación del predio N° 3: Las flores de la empresa OLEOFLORES. Según el permiso de vertimientos otorgado a la empresa por CORPOCESAR, en el año 2015, el caudal de agua residuales industriales generado por la planta extractora de aceite de palma y productora de biodiesel corresponde a 10 litros/ segundo incluyendo las aguas lluvia que se registran.

5.5. MUESTREO POBLACIONAL

La muestra fue probabilista de tipo aleatorio de cualquier actividad donde se generan las aguas residuales industriales de la empresa OLEOFLORES. Por lo anterior, se tomó como muestra un volumen de agua correspondiente a 50 litros.

5.5 DESARROLLO METODOLÓGICO

Las siguientes actividades respondieron al desarrollo del proyecto para alcanzar los objetivos.

5.6.1 FASE 1: Caracterizar física y químicamente el agua residual industrial provenientes de la empresa OLEOFLORES S.A.S extractora de semillas oleaginosas de palma africana.

Actividad 1.1 Toma de muestra del agua residual en la empresa OLEOFLORES S.A.S

Descripción: Para la toma de muestras de agua residual se siguió el instructivo para la toma de muestras de aguas residuales propuesto por el IDEAM, 2015:

-Antes de llenar el envase con la muestra, lavar 2 o 3 veces el recipiente con el agua que va a ser recolectada.

-Realizar la toma con cuidado para garantizar que los resultados analíticos representen la composición real.

-Llevar un registro con la información suficiente, que debe contener: nombre de quién toma la muestra, fecha, hora, localización, temperatura del agua, condiciones meteorológicas, nivel del agua.

-Refrigerar la muestra una vez recolectada.

-Tomar la muestra en el centro de la corriente a una profundidad media



Actividad 1.2 Toma de muestra del pH del agua residual.

Descripción: la metodología empleada para la toma del pH se realizó por medio de la guía propuesta por el IDEAM, 2007.

-Calibrar el pH-metro; primero con la solución buffer a pH 7 y segundo con la solución a pH 4 o como indiquen las instrucciones del equipo.

-En el sitio de captación de la muestra, introducir el termómetro y leer cuidadosamente el valor de la temperatura. Registrarlo en la cartera de campo junto con la hora y fecha de la toma.

-Limpiar con agua destilada y gasa el termómetro, esto como medida de mantenimiento preventivo del elemento.

-Tomar una muestra del agua residual recolectada y leer su valor de pH; registre la lectura en la cartera de campo junto con la hora y la fecha de la toma.

-Una vez haya concluido el paso anterior, apagar el lector de pH, lavar y secar el electrodo con el frasco lavador y la gasa respectivamente. Recordar mantener siempre el electrodo apagado cuando no esté en uso, igualmente sumergido en agua destilada para procurar una mayor vida útil.

Actividad 1.3 determinar la demanda química de oxígeno por el método refluo abierto

Descripción: La demanda química de oxígeno (DQO) determinó la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua residual, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. Y el método requiere los siguientes pasos:

-Colocar 50,0 mL de muestra en un balón de refluo de 250 mL (para muestras con DQO > 900 mg O₂/L, usar una porción más pequeña de muestra y diluir a 50,0 mL); agregar 1 g de HgSO₄, en presencia de perlas de vidrio para controlar la ebullición, y muy lentamente agregar 5.0 mL del reactivo de ácido sulfúrico, mientras se agita para disolver el HgSO₄.

-Enfriar y agitar para evitar la posible pérdida de materiales volátiles; agregar 25 mL de solución de K₂Cr₂O₇ 0.25N y mezclar. Acoplar el balón al condensador y abrir el flujo de agua refrigerante; agregar el remanente del reactivo de ácido sulfúrico (70 mL) a

través del extremo superior del condensador. Continuar la agitación mientras se agrega el reactivo de ácido sulfúrico. PRECAUCIÓN: Agitar muy bien la mezcla de reflujo antes de suministrar calor para prevenir el sobrecalentamiento en el fondo del balón y la formación de espuma.

-Cubrir el extremo superior del condensador con un vaso pequeño para prevenir la entrada de materiales extraños a la mezcla y dejar en reflujo durante 2 h. Enfriar y enjuagar el condensador desde la parte superior con agua destilada; desconectar el condensador y diluir la muestra al doble de su volumen con agua 137 destilada.

-Enfriar hasta temperatura ambiente y valorar el exceso de $K_2Cr_2O_7$ con FAS en presencia de 0,10 a 0,15 mL (2 o 3 gotas) de indicador de ferroina; aunque la cantidad de ferroina no es crítica, usar el mismo volumen para todas las titulaciones. Tomar como punto final de la titulación el primer cambio nítido de color azul-verdoso a café-rojizo; el color azul-verdoso puede reaparecer. El cambio de color no es tan marcado como en la titulación del blanco de reactivos debido a la mayor concentración de ácido en la muestra.

-De la misma manera, someter a reflujo y titular un blanco que contenga los reactivos y un volumen de agua destilada igual al volumen de muestra, por último, determinar de la solución estándar. Evaluar la técnica y la calidad de reactivos realizando la prueba con una solución estándar de ftalato ácido de potasio.

Actividad 1.4 Determinar la demanda biológica de oxígeno

Descripción: Se realizó por medio de la guía del IDEAM, 2015: DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO 5 días, INCUBACIÓN Y ELECTROMETRÍA

-Tome la muestra de tal manera que sea representativa del vertimiento en estudio. Utilice frascos plásticos de polipropileno de 2000 mL de capacidad. Refrigere la muestra a 4°C hasta el momento del análisis. Lleve las muestras a temperatura ambiente. Efectúe el análisis dentro de las 24 horas siguientes a la toma de la muestra.

-Llene la garrafa con agua destilada, la necesaria para el análisis, teniendo en cuenta que el gasto aproximado es de 300 mL por botella winkler y van a utilizar, 3 botellas para blanco, 3 botellas para cepa más agua de dilución, 3 botellas para estándar, 4 botellas para muestras y 1,5 L adicionales.

-Reserve el volumen de agua destilada desde el día anterior.



-Airee el agua por dos horas mínimo, utilizando la bomba de los acuarios, que se encuentra disponible en el lugar de trabajo.

-Verifique que la temperatura del agua de dilución sea de $20 \pm 30^{\circ}\text{C}$

-Controle la temperatura, midiéndose con el oxímetro a una muestra que se toma en una botella Winkler, repita el proceso hasta llegar a 19°C

-Agregue 1 mL de cada una de las siguientes soluciones, por cada litro de agua de dilución a preparar: Solución tampón de fosfatos, Solución de sulfato de magnesio, Solución de cloruro de calcio, Solución de cloruro de hierro (III).

5.6.2 FASE 2: Clasificar las cepas microbianas basadas en su potencial de degradación de sustancias oleaginosas.

Actividad 2.1 Clasificar las cepas microbianas con potencial de degradación por medio de la revisión bibliográfica de artículos colombianos.

Descripción: Por medio de la revisión bibliográfica de artículos de interés y antecedentes citados previamente del país, se hizo la clasificación de las cepas microbianas con mayor potencial de degradación de aceites y grasas y se implementaron en la investigación propia, la cual se realizó en una matriz con la finalidad de ordenar la información y poder facilitar su interpretación.

Actividad 2.2 Realizar la síntesis de las cepas microbianas con mayor porcentaje de remoción

Descripción: Una vez identificadas las cepas con mayor porcentaje de remoción, plasmadas en la tabla anterior, se procedió a escoger las 3 que mantengan el porcentaje de remoción de aceites y grasas más alto, pues estas fueron las escogidas para la investigación.

5.6.3 FASE 3: Determinar el porcentaje de remoción de sustancias oleaginosas en las aguas residuales seleccionando la cepa más efectiva para el proceso de degradación.

Actividad 3.1 Determinar el comportamiento de las cepas microbianas basadas en resultados de laboratorio.

Descripción: para lograr determinar el comportamiento de las cepas microbianas se procedió a realizar los siguientes pasos:



- Aislamiento de bacterias degradadoras: Las muestras de agua residual se utilizaron para el aislamiento de bacterias y levaduras con capacidad biodegradadora de grasas y aceites vegetales.
- Posteriormente se seleccionó un medio que permitiera degradar o propiciar la hidrólisis de aceites vegetales provenientes de la misma empresa, siendo este la lecitina.
- Por último, se observó la hidrólisis que se generó en el medio de cultivo evaluando el comportamiento de manera cualitativa con los intervalos propuestos por Daza (2005), para de esta manera cuantitativamente establecer el porcentaje de remoción.

Actividad 3.2 Valorar las cepas microbianas con mayor porcentaje de degradación de grasas y aceites en el agua residual

Descripción: Realizar el análisis de los datos organizados en la actividad 3.1 y a partir de allí, se determinó cuál es la cepa microbiana que ha demostrado mayor porcentaje de degradación en el agua residual proveniente de la empresa OLEOFLORES, objeto de la investigación, pues de esta forma se evidenció cual es la cepa microbiana que mayor porcentaje de remoción demostró en términos de degradación de sustancias oleaginosas de las aguas residuales de la empresa.



6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

6.1 Caracterizar física y químicamente el agua residual industrial provenientes de la empresa OLEOFLORES S.A.S extractora de semillas oleaginosas de palma africana.

6.1.1 Toma de muestra del agua residual en la empresa OLEOFLORES S.A.S

Antes de realizar la toma de muestras se establecieron los puntos de muestreo, estos fueron definidos estratégicamente a la entrada y salida de las lagunas de oxidación de la institución OLEOFLORES para cumplir con el objeto de investigación. Las imágenes a continuación permiten evidenciar los puntos de muestreo definidos:

Figura 3

Puntos de muestreo (entrada y salida de la laguna de oxidación)



Fuente: Autores, 2022

Una vez definidos los puntos de muestreo se procedió a tomar la muestra de agua residual. La toma de muestras se realizó en la empresa OLEOFLORES el día 25 de agosto del 2022 desde las 8 de la mañana hasta las 10 de mañana de forma consecutiva. Se tomaron 4 muestras de agua residual en la entrada de la laguna de oxidación y 4 muestras en la salida, para un total de 8 muestras de agua residual.

Para la toma de muestras de agua residual se siguió el instructivo para la toma de muestras de aguas residuales propuesto por el IDEAM, 2015, el cual se detalla a continuación:

Las muestras tomadas fueron puntuales, se ubicaron en la sombra y se taparon para evitar alteraciones en estas debido a agentes externos.

Los recipientes donde se tomaron las muestras fueron lavados tres veces para garantizar que no fuesen alteradas.

Se llevó un registro con la información suficiente, que debe contener: nombre de quién toma la muestra, fecha, hora, localización, temperatura del agua, condiciones meteorológicas, nivel del agua. Por último, se refrigeró la muestra una vez recolectada.

Figura 4

Toma de muestras de agua



Fuente: Autores, 2022

Una vez tomadas las muestras estas fueron transportadas dentro de una cava refrigerada a los laboratorios de ingeniería ambiental y sanitaria de la universidad popular del cesar, para su posterior análisis.

6.1.2 Toma de parámetros fisicoquímicos

- **Determinación de pH**

Para la determinación del pH se realizó con el método del pHmetro. Para esto, se introdujo el dispositivo en la muestra de entrada y salida del agua residual, y posteriormente se esperaron 3 minutos para garantizar la lectura de este.

Figura 5

Toma de pH



Fuente: Autores, 2022

- **Determinación de Turbidez**

Para la determinación de la Turbidez se utilizó un turbidímetro. En este, se añadió una cantidad de muestra de cada punto en un tubo de ensayo, se ingresó al dispositivo y se esperó tres minutos para garantizar la estabilidad del valor arrojado.

Figura 6

Determinación de Turbidez



Fuente: Autores, 2022

- **Determinación de oxígeno disuelto**



Para la determinación del oxígeno disuelto se utilizó un detector de oxígeno disuelto digital PCE-PHD 1 de la Universidad Popular del Cesar, posteriormente se introdujo el aparato en las dos muestras de agua.

Figura 7

Determinación de oxígeno disuelto



Fuente: Autores, 2022

- **Determinación de alcalinidad**

Para la determinación de la alcalinidad se elaboró una solución H_2SO_4 A 0,02N a partir de H_2SO_4 a 1N. Posteriormente, se agregaron de 3 a 4 gotas de fenolftaleína a las muestras de agua tomadas en la salida y entrada de la laguna de oxidación y se esperó para observar el color de la muestra.

Figura 8

Determinación de la alcalinidad



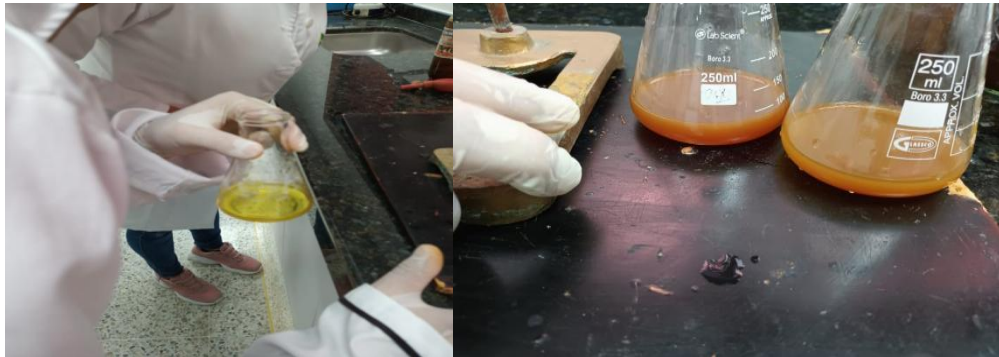
Fuente: Autores, 2022

- **Determinación de Cloruros**

Se preparó una solución con 2,54 gr de Nitrato de plata, así mismo, se necesitó 3gr de K_2CrO_4 al 5% para realizar 60ml de solución indicadora.

Figura 9

Determinación de cloruros



Fuente: Autores, 2022

- **Determinación de dureza**

Según como lo indica la guía, se necesitó preparar una solución titulante. Para la elaboración de la solución titulante se necesitan 3,723gr de $EDTA-Na_2 \cdot 2H_2O$ y 0,4gr de NaOH aforando hasta 1000ml.

Figura 10

Determinación de dureza



Fuente: Autores, 2022



- **Determinación prueba de grasas**

La prueba de grasas fue una de las más esenciales realizadas en el laboratorio. Entre los materiales utilizados se encuentran embudo de separación, embudo de vidrio, cilindro graduado, papel filtro, matraz Erlenmeyer, varilla de agitación, aro metálico y soporte universal.

Para su determinación se siguió el procedimiento que se describe a continuación:

Se midió con un cilindro graduado 150mL de la muestra de agua residual de la entrada y salida de la laguna de oxidación, se filtró para eliminar los sólidos suspendidos que pudiera contener las muestras, así mismo para evitar la formación de emulsiones y pérdida de analito. Se realizó un trasvase de las muestras al embudo de separación y se adicionaron 5mL de cloroformo. Se agitó vigorosamente el embudo de separación por 5min aproximadamente.

Durante la agitación se liberó constantemente la presión dentro del embudo, esto se logró retirando la tapa, ya que al agitar un disolvente volátil aumenta su presión de vapor, lo cual genera una sobrepresión en el embudo y puede provocar que el tapón se libere bruscamente perdiendo muestra de agua residual. Se dejó reposar por aproximadamente 10min para la separación de las fases. Se separó el extracto orgánico y se filtró empleando un embudo de vidrio con el papel filtro humedecido con sulfato de sodio, recogiendo el filtrado en un matraz Erlenmeyer previamente pesado.

Se adicionó 5mL de cloroformo y se repitió el procedimiento hasta completar la adición de 15mL de cloroformo.

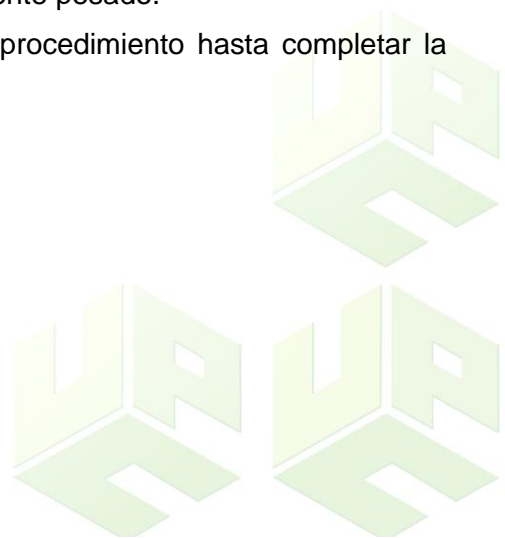


Figura 11

Extracción y filtración



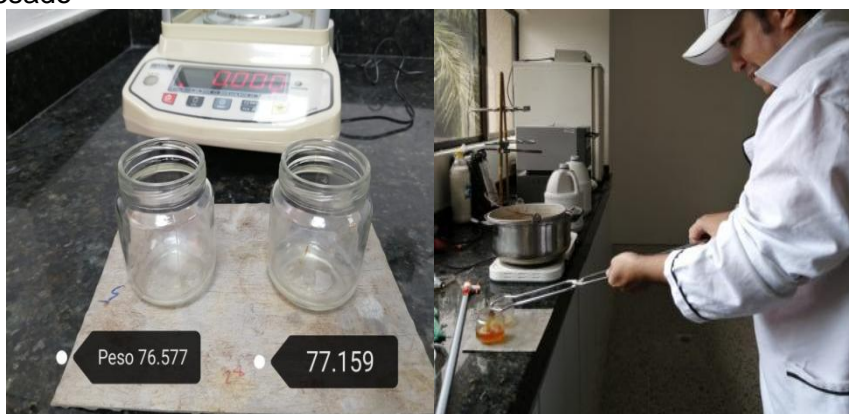
Fuente: Autores, 2022

Seguido se llevó a la estufa a una temperatura de 105 °C hasta peso constante.

Se dejó enfriar y se pesó el residuo seco

Figura 12

Secado y pesado



Fuente: Autores, 2022

Los resultados de la prueba de grasa para la muestra de entrada mostraron lo siguiente:

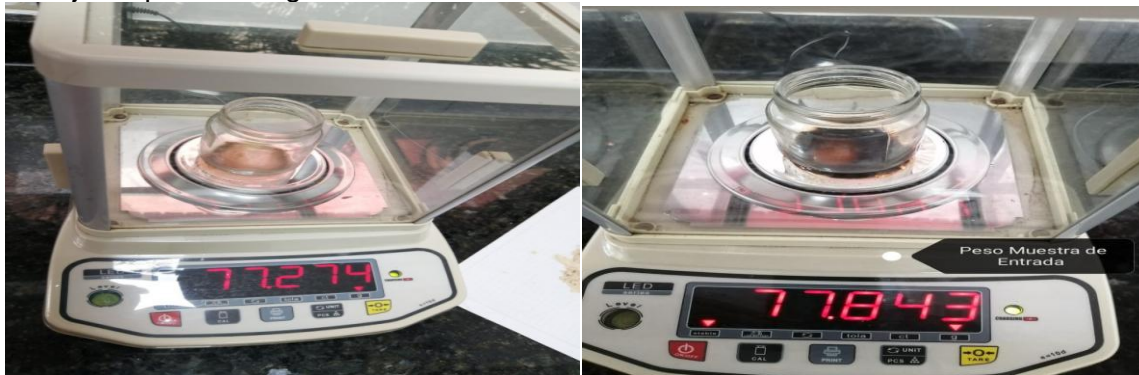
$$\text{Grasas} = \frac{77.843 \text{ gr}}{76.577 \text{ gr}} = 1.266 \text{ gr}$$

Los resultados de la prueba de grasa para la muestra de salida mostraron lo siguiente:

$$\text{Grasas: } \frac{77.274 \text{ gr}}{77.159 \text{ gr}} = 0.115 \text{ gr}$$

Figura 13

Pesaje de prueba de grasas



Fuente: Autores, 2022

6.1.3 determinación de la demanda química de oxígeno por el método refluo abierto

Para la determinación de la demanda química de oxígeno de las muestras de agua residual, estas fueron transportadas al laboratorio Nancy Flórez, y se realizó por medio del método SM 5220 C - Reflujo cerrado – Volumétrico. En los anexos se evidencia los resultados de esta evaluación proporcionados por el laboratorio.

6.1.4 Determinar la demanda biológica de oxígeno

Para la determinación de la demanda biológica de oxígeno de las muestras de agua residual, estas fueron transportadas al laboratorio Nancy Flórez, y se realizó por medio del método SM 5210 B, SM 4500-O H - Incubación 5 días. En los anexos se evidencia los resultados de esta evaluación proporcionados por el laboratorio.

6.1.5 Recopilación de los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos

Los impactos ambientales generados por el cultivo de la palma y de manera particular, por el proceso industrial de extracción de aceite, ha sido objeto de constante análisis, lo que genera múltiples polémicas (Khokthong et al., 2019; Meijaard et al., 2018). Dentro de los principales problemas derivados del proceso de extracción de aceite, se encuentra la generación de aguas residuales. Cada tonelada de racimos de fruta fresca requiere alrededor de 1,5 m³ de agua durante su procesamiento y cerca del 50 % del agua se convierte en descarga (Zhang et al., 2008), originada del proceso de clarificación



y condensado del esterilizador (Thani et al., 1999). El residuo líquido proveniente de la extracción de aceite de palma está compuesto por sólidos totales, sólidos en suspensión, grasas y aceites (Hassan & Puteh, 2007), Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Co y Cd, carbohidratos, compuestos nitrogenados (Santosa, 2008) y materia orgánica (Sundram et al., 2003).

A continuación la tabla permite evidenciar los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos caracterizados en la primera fase de desarrollo.

Tabla 2

Resultados fisicoquímicos

Parámetros	Entrada	Salida	Parametros establecidos por la norma 0631 2015
pH	4.43	8.43	6,00 a 9,00
Temperatura	29°C	28.1°C	X
Alcalinidad	26 MG/L	12 MG/L	Analisis y reporte
Cloruros	20 MGCL/L	19,143 MGCL/L	500,00 MG/L
Dureza	160 MG/L	80 MG/L	Analisis y reporte
Oxígeno disuelto	0,5 MG/L	0,2 MG/L	X
Turbiedad	>7000NTU	639NTU	Analisis y reporte
Grasas	8440 MG/L	766.66 MG/L	40,00 MG/L
DQO	50906 MG/L	2334 MG/L	550,00 MG/L
DBO₅	31425 MG/L	949 MG/L	300,00 MG/L
Sólidos suspendidos totales	18090,0 MG/L	838,0 MG/L	300,00 MG/L

Fuente: Autores, 2022

Conforme a los resultados obtenidos por medio de las caracterizaciones fisicoquímicas, se puede evidenciar que, en el caso del pH del agua que se encuentra en la entrada de la laguna de oxidación, esta es ácida, con un valor de 4,46, que según la investigación de Perez, (2019), suele salir de la planta ligeramente ácido con un pH entre 4 y 5 debido a los ácidos orgánicos que se forman por procesos de fermentación y condensados de esterilización propios de las actividades de la producción de aceite de palma, además, suele salir a una temperatura relativamente alta debido a que una gran



parte de este proviene de vapores condensados utilizados en el proceso de clarificación. Sin embargo, para la salida de la laguna de oxidación, el agua residual de la muestra presentó un pH de 8,43 ligeramente alcalino, lo cual se puede deber a que el pH ingresa ácido debido a la generación de ácidos orgánicos durante el proceso de fermentación como lo vimos en el primer resultado, pero según Din et al., 2006, en las lagunas de oxidación se presenta un medio apto ya que el pH elevado junto con otros factores como la radiación solar favorece la disminución o mortalidad de las bacterias. Matsumoto & Sánchez (2010), por otro lado, estas bacterias en el proceso de degradación de la materia orgánica generan el aumento de este pH para las sistemas metanogénicos y facultativos superando el estado básico, pero bajo un comportamiento normal durante el proceso de tratamiento y junto a esta la disminución de la temperatura, lo cual se observa en los resultados obtenidos para estos dos parámetros.

En el caso de la alcalinidad los resultados para la muestra de entrada de la laguna de oxidación mostraron un valor de 26mg/L, lo cual según Hernández, (2008), está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio o el amoníaco. Para el caso de la muestra de la salida esta es menor con un resultado de 12mg/L, debido al tratamiento ofrecido.

Para los cloruros se obtuvo valores similares para ambas muestras. Los cloruros son sales que resultan de la combinación de un átomo de cloro en su estado de oxidación Cl⁻ y otro elemento metálico, y están presentes en todas las fuentes de agua. En el caso del proceso de palma de aceite, este se presenta en las actividades de lixiviación de sales, por lo que la concentración de este aumenta. Según (Márquez, 2018), un alto contenido de cloruros en el agua para uso industrial puede causar corrosión en las tuberías metálicas y en las estructuras.

Referente a la turbidez del agua, se observó un resultado de 7000 NTU para la muestra de entrada, a causa de los diversos procesos de extracción, como la clarificación principalmente, que genera sólidos los cuales terminan suspendidos en el agua. Según la OMS (2019), la turbidez refleja el contenido de sustancias coloidales, minerales u orgánicas en el agua, por lo que puede ser indicio de contaminación. Adicionalmente, elevados niveles de turbidez pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la



desinfección, estimulando la proliferación de bacterias. Para el caso de la muestra de salida, la turbidez disminuyó considerablemente, sin embargo, aun se presenta en concentraciones altas. Esto se debe según la guía de tratamiento de aguas residuales cap. 2. (2003), a que, las lagunas de estabilización operan con concentraciones reducidas de biomasa que ejerce su acción a lo largo de periodos prolongados, lo que ocasiona eliminación de la materia orgánica como resultado de una serie compleja de procesos físicos, químicos y biológicos, entre los cuales se pueden destacar dos grandes grupos, la sedimentación de los sólidos en suspensión, que suelen representar una parte importante (40-60 % como DBO5) de la materia orgánica contenida en el agua residual, produciendo una eliminación del 75-80 % de la DBO5 del efluente (Romero, 1999), y las transformaciones biológicas que determinan la oxidación de la materia orgánica contenida en el agua residual. Comportamiento que además, está relacionado con la concentración de SST obtenidos para ambas muestras.

Las grasas siendo un parámetro importante en la caracterización, presentó valores similares en ambas muestras, producto de los diversos procesos entre estos la clarificación. Sin embargo, elementos como las grasas y aceites son menos biodegradables (López, 2018). El agua residual de la extracción de palma presenta concentraciones de grasas y aceites alrededor de 4 000 mg L⁻¹. Por lo que la degradación de materia orgánica de la Laguna resulta más compleja. Para la muestra 2 disminuyó un poco debido a que se redujo las partículas en forma de suspensión, esto al adherirse a superficies aniónicas de menor tamaño presentes en el agua (Ahmad et al., 2006). Por último, el caso de la DBO5 se puede determinar que esta se debe al grado de contaminación de las aguas residuales, si bien, Martínez (2018), menciona que: La DBO es un proceso biológico y por lo tanto es delicado y requiere mucho tiempo. Como el proceso de descomposición depende de la temperatura, se realiza a 20°C durante 5 días de manera estándar, denominándose DBO5. Con carácter general, cuanto más contaminación, más DBO, es por esta razón que, en la primera muestra es más alto su contenido y después de salir de la laguna de oxidación, esta disminuye considerablemente. Lo mismo ocurre con la DQO, la cual es mayor en la muestras de entrada.



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



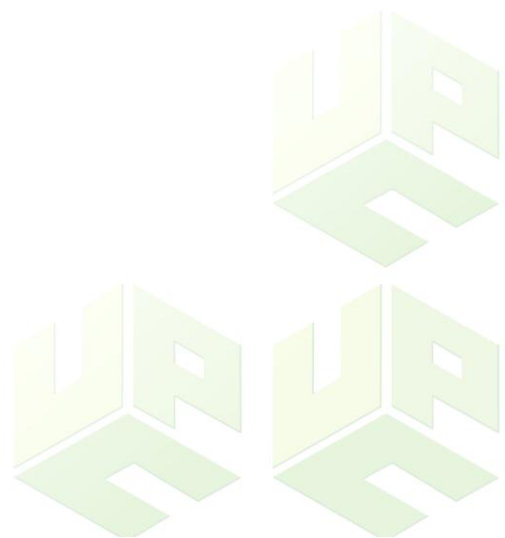
6.2 Clasificación de las cepas microbianas basadas en su potencial de degradación de sustancias oleaginosas.

6.2.1 Clasificación de las cepas microbianas con potencial de degradación por medio de la revisión bibliográfica de artículos colombianos.

Por medio de la revisión bibliográfica de artículos de interés y antecedentes citados previamente del país, se hizo la clasificación de las cepas microbianas con mayor potencial de degradación de aceites y grasas.

Tabla 3

Base bibliográfica





Autor	Título	Año	Resumen	Enlace
Agualimpia , e. et. Al,	Microorganismo s Con Capacidad Para Degradar Las Grasas Y Aceites Vegetales Presentes En El Efluente Del Proceso De Refinación De Aceites De C.I. aceites S.A	201 5	En este trabajo se planteó como objetivo general: Obtener a partir de residuos aceitosos sólidos y líquidos, microorganismo s con capacidad para degradar las grasas y aceites vegetales presentes en el efluente del proceso de refinación de aceites de —C.I. SACEITES S.All.	http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2013/147491.pd f

Para lograr dicho objetivo se planteó, aislar bacterias y levaduras con potencial para la degradación de grasas y aceites vegetales, a partir de residuos líquidos y sólidos obtenidos del proceso de refinación de C.I. SACEITES S.A

Flores, et. Al.	Selección De Bacterias Con Capacidad Degradadora De Hidrocarburos	201 9	A partir de sedimentos del Caribe colombiano se realizaron 31	http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v37n1/v37n1a04.pdf
-----------------	---	----------	---	---



Aisladas A Partir
De Sedimentos
Del Caribe
Colombiano

aislamientos
bacterianos en
medio
mínimo de sales
suplementado
con
hidrocarburos
(ACPM o
petróleo crudo)
como única
fuente de
carbono. Las
cepas aisladas
se sometieron a
pruebas de
selección en
diferentes
concentraciones
de hidrocarburos
y se escogieron
once de ellas

tolerantes al
crudo y ACPM
en un ámbito del
1-8% v/v.

Salgado, et. Al	Bacterias Rizosféricas Con Potencialidades Fisiológicas Para Eliminar Materia Orgánica De Aguas residuales	201 2	En el trabajo se caracterizan las potencialidades de 58 cepas bacterianas, obtenidas de la rizosfera de plantas hidrófitas de Typha dominguensis, para la remoción de materia orgánica, con el fin de ser utilizadas posteriormente como	https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v28n1/v28n1a2.pdf
--------------------	---	----------	---	---

				herramientas en el tratamiento de aguas residuales.	
				Evaluación de la capacidad degradadora de aceite por bacterias lipolíticas en el lodo residual de la extracción de aceite de palma	
Otálora, M. et. Al,		2015	Palmar del Oriente (Villanueva, Casanare), se aislaron cepas nativas con actividad lipolítica de cada una de las lagunas de estabilización 1 A (14,8%); 1 B (24,07%); 2 (27,77%); 3 (12,96%); y 4		file:///E:/Downloads/796-Texto-796-1-120120719.pdf

(20,37%). De estas cepas se seleccionaron seis, las cuales presentaron mayor actividad, tres pertenecientes al género *Pseudomonas*, una al género *Enterobacter*, otra al género *Bacillus* y otra al género *Staphylococcus*.

Fuente: Autores, 2022



Una vez terminada la revisión bibliográfica se logra concluir que en los procesos de extracción y refinación del aceite generalmente se generan residuos líquidos (agua residual de los diferentes vertimientos de los procesos) que contienen restos de grasas y aceite, proteínas, carbohidratos, plaguicidas, gomas, mucilagos, metales, pigmentos, ácidos y sales, además de una alta concentración de sólidos en suspensión, que generan contaminación a nivel de las fuentes hídricas, debido que alteran el pH de los cuerpos de agua donde se vierten, disminuyen los niveles de oxígeno necesario para la supervivencia de muchos organismos, aumentan la demanda biológica (DBO) y química de oxígeno (DQO) e impiden el paso de la luz disminuyendo de este modo los procesos fotosintéticos, generando eutrofización y compuestos tóxicos.

Sin importar el tipo de tratamiento biológico que se utilice para la transformación o degradación de grasas y aceites, todo ellos son llevados a cabo por grupos de bacterias, hongos levaduriformes y filamentosos, a través de reacciones metabólicas mediadas por un conjunto de enzimas entre las que se destacan, lipasas, fosfolipasas, esterases etc., (Li, et al. 2005). Estas enzimas tienen la función específica de hidrolizar las grasas, el cual es el primer mecanismo empleado por los microorganismos para transformar o degradar las grasas, facilitando la biodisponibilidad de estas, al reducir su complejidad molecular y tamaño polimérico hasta monómeros de ácidos grasos.

La bibliografía anterior muestra que es posible degradar más del 80% de las grasas y demás materia orgánica contaminante presentes en vertimientos de empresas de extracción y refinación de aceites, o industrias relacionadas, utilizando cepas de bacterias de los género *Pseudomona* y *Bacillus* y levaduras de los géneros *Candida* y *Yarrowia*, con actividad lipolítica, aisladas a partir de la misma fuente de contaminación.

Por otra parte, se evidenció que las bacterias aisladas *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter agglomerans subgrupo 6*, *Staphylococcus spp.* y *Bacillus spp.*, bajo condiciones areólicas controladas presentan baja capacidad degradadora de grasa y aceites.

Así las cosas se tomaron 4 tipos de bacterias *Enterococcus spp*, *Pseudomonas spp*, *Serratia spp* y *Antinomiceto* para llevar a cabo la degradación de las grasas y aceites de aguas residuales provenientes de la empresa OLEOFLORES y sus procesos de



producción de aceite de palma, estas fueron escogidas principalmente por su eficiencia para llevar a cabo esta tarea según las investigaciones consultadas.

6.2.2 Síntesis de las cepas microbianas con mayor porcentaje de remoción

Una vez identificadas las cepas con mayor porcentaje de remoción, plasmadas en la tabla anterior, se procedió a escoger las 5 que mantengan el porcentaje de remoción de aceites y grasas más alto, y se realizó su descripción.

Tabla 4

Cepas microbianas escogidas

Cepa	Porcentaje de remoción	Descripción
<i>Enterococcus spp</i>	80-90%	La especie <i>Enterococcus</i> engloba un conjunto de especies semejantes a los <i>Streptococos</i> y cuyo hábitat suele ser el intestino. La más aislada en clínica son <i>E. faecalis</i> (80-90%) y <i>E. faecium</i> (5%), fue introducida en la taxonomía a mediados de los años 80's. Con anterioridad, los <i>Enterococos</i> pertenecían a la especie <i>Streptococcus</i> . Según la clasificación de Lancefield, los <i>enterococos</i> se engloban en el grupo serológico D. Los <i>enterococos</i> son cocos grampositivos, anaerobios facultativos, inmóviles y catalasa.
<i>Pseudomonas spp</i>	90%	En la limpieza del petróleo y sus derivados, <i>P. aeruginosa</i> ha demostrado ser uno de los métodos más ecológicos, debido a que es rentable y convierte a los hidrocarburos en subproductos inocuos como el dióxido de carbono y el agua



		(Prakash & Irfam, 2011). Es eficiente en la remoción de hidrocarburos del petróleo en suelo contaminado, registrándose 90% para C10 y 69% para C20+ (Safdari et al., 2017). En la biorremediación de contaminantes del petróleo en zonas costeras, presenta un 100% de índice de emulsificación frente al petróleo crudo con reducción de la tensión superficial a 26,5 mN/m (Cheng et al., 2017).
Serratia spp	80%	Santona et al. (2018) y Pizzolante et al. (2018) identifica un alto número de bacterias, algunas de ellas encontradas en los frutos y en el aceite final, mientras otras, serían identificadas en las aguas de las lavadoras o en algunos de los reservorios de la almazara. Las bacterias encontradas en el aceite pertenecían a los géneros <i>Serratia</i> sp. Y <i>Staphylococcus</i> sp. También se encontró bacterias del género <i>Serratia</i> en los frutos de las aceitunas, por lo que éstas podrían considerarse como reservorio de esta especie bacteriana.
Antinomiceto	80%	Son producidas por un gran número de microorganismos, a partir de los cuales se obtienen para fines comerciales y el desarrollo de tratamientos biológicos; un ejemplo típico son las lipasas producidas por los géneros de: <i>Pseudomonas</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Serratia</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Candida</i> , entre otros, que se utilizan en la industria textil, de los detergentes y farmacéutica



		(Macris, et al.1996), Mansee, et al. 2004; Muñoz, et al. 2005).
<i>Bacillus spp</i>		Según Venosa et al. (1999), la bacteria <i>Bacillus spp</i> es una bacteria Gram negativa que parece encontrarse más adaptadas a fuentes de carbono. Haritash et al. (2009), estudiaron la biodegradación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), y encontraron eficiencias de remoción en intervalos del 60% al 80%, evidenciadas en formación de hidrolisis por parte de las colonias. Por otra parte, La biodegradación de los aceites fue observada tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas por <i>Bacillus Spp</i> y se concluyó que la tasa puede ser mejorada por pretratamiento físico y químico en los medios de cultivo.

Fuente: Autores, 2022

Aluyor, et al. 2009), plantea que la biodegradación de grasas y aceites vegetales por los microorganismos, es un proceso que puede ser utilizado en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de extracción y refinación de aceites y grasas, debido a que, este tipo de tratamiento permite una remoción de contaminantes entre un 70%-100% , generando subproductos seguros para el medio ambiente, gracias a que los microorganismos responsables del proceso de degradación, tienen la maquinaria enzimática para incorporar las grasas a su metabolismo hasta convertirlas en CO₂ y agua. (Saifudin, et al.2006).

Por otra parte, cabe resaltar que, para la realización de los análisis microbiológicos, el Laboratorio de microbiología de la Universidad Popular del Cesar proporcionaron dos microorganismos los cuales fueron: *Pseudomonas spp* y *Serratia spp*, estos con la finalidad de ser usados como control, para de esta manera determinar el

porcentaje de remoción de sustancias oleaginosas en las aguas residuales de cada muestra.

6.3 Determinar el porcentaje de remoción de sustancias oleaginosas en las aguas residuales seleccionando la cepa más efectiva para el proceso de degradación.

6.3.1 Determinar el comportamiento de las cepas microbianas basadas en resultados de laboratorio.

Para lograr determinar el comportamiento de las cepas microbianas se realizó el siguiente procedimiento:

El día 30 de agosto, se inocularon las muestras de entrada diluidas a 10^{-1} y 10^{-5} y muestras de salida diluidas a 10^{-1} y 10^{-3} a los medios de cultivo nutritivo PLATE COUNT (SPC).

Una vez inoculadas las muestras se procedió a incubar a 36°C durante 24 horas. El día 1 de septiembre, se hizo tinción de Gram, a las colonias encontradas en las cajas Petri, para posteriormente observar en el microscopio y determinar la morfología de los microorganismos presentes. Una vez identificadas las colonias se dio paso con el proceso de resiembra en agar nutritivo.

Por otra parte, las colonias de microorganismos seleccionadas en la primera siembra se incubaron a 36°C durante 96 horas, el día 2 de septiembre.

Pasado el tiempo establecido se hizo revisión macroscópica de las colonias que crecieron en las diferentes cajas de Petri, observándose el patrón y textura de crecimiento de las diferentes colonias de microorganismos.

Posteriormente se realizó tinción de Gram a las diferentes colonias de microorganismos, después se hizo observación al microscopio. Una vez realizado este procedimiento se prepararon los medios selectivos (agar sangre y agar Baird Parker) y se hizo la debida conservación al frío en la nevera estéril del laboratorio de microbiología para evitar la contaminación de factores externos.

Cuatro días después de la preparación de los medios de cultivos se realizó la inoculación de las colonias de microorganismos puros que obtuvieron del proceso de resiembra. El día 15 de septiembre se hizo una observación macroscópica de las



características de crecimiento y texturas de las diferentes colonias de microorganismos y posteriormente una tinción de Gram para la identificación al microscopio las colonias que crecieron en los medios selectivos.

Una vez realizado todo el proceso de identificación de los microorganismos con potencial de degradación de sustancias oleaginosas se procedió el día 22 de septiembre a elaborar el medio de cultivo de Agar Lecitina con concentraciones de 5% y 10% de aceite vegetal de palma, realizándose la inoculación de los diferentes microorganismos seleccionados.

El día 24 de septiembre se realizó lectura a las 40 horas de incubación a 36°C de los diferentes medios de cultivo y se observó cuáles de las bacterias inoculadas pudieron realizar una correcta hidrólisis del aceite presente en ese medio.

Se consideró prudente prolongar el tiempo de incubación a 96 horas para observar si se daba una mejora en el proceso de hidrólisis, esta segunda lectura de confirmación se realizó el día 27 de septiembre.

Por último, se observó la hidrólisis que se generó en el medio de cultivo evaluando el comportamiento de manera cualitativa con los intervalos propuestos por Daza y Maestre (2005), para de esta manera cuantitativamente establecer el porcentaje de remoción. La tabla a continuación permite conocer los porcentajes establecidos:

Tabla 5

Intervalos de evaluación cualitativa

Porcentajes (%)	Valoración cualitativa
0	No apreciable
1 a 30	Regular
31 a 49	Buena
50 a 100	Muy buena

Fuente: Daza y Maestre, 2005

De esta manera, se realizó el proceso de observación de la hidrólisis de cada colonia y se anotaron los resultados.

6.3.1.1 Resultados de degradación de sustancias oleaginosas de los microorganismos aislados de las muestras.



El procedimiento de observación de hidrólisis se realizó para cada una de las muestras (entrada y salida), y se realizó la valoración cualitativa de acuerdo con los intervalos propuestos por Daza, et, al, (2005), la tabla a continuación permite conocer los resultados de la degradación para cada tipo de muestra

Tabla 6

Resultados de degradación de sustancias oleaginosas de los microorganismos aislados de la muestra de entrada

Bacterias con potencial de degradación de sustancias oleaginosas	Concentración de aceite al 5% repetición 1	Concentración de aceite al 5% repetición 2	Concentración de aceite al 10% repetición 1	Concentración de aceite al 10% repetición 2
<i>Bacillus spp</i>	No apreciable	No apreciable	No apreciable	No apreciable
<i>Acinetobacter spp</i>	Muy buena	Buena	Buena	Muy buena
<i>Pseudomonas spp</i>	No apreciable	No apreciable	No apreciable	No apreciable
<i>Serratia spp</i>	No apreciable	No apreciable	No apreciable	No apreciable
<i>Antinomiceto(1)</i>	No apreciable	No apreciable	No apreciable	No apreciable

Fuente: Autores, 2022

Como se evidencia en la tabla, el microorganismo *Bacillus spp* obtuvo un porcentaje de degradación del 0% de las sustancias oleaginosas según Daza y Maestre (2005), ya que, en ninguno de los ensayos ni sus repeticiones fue apreciable la hidrólisis para este. Lo mismo ocurrió con los microorganismos *Antinomiceto*, *Serratia spp*, y *Pseudomonas spp*. Entre las razones del resultado se encuentra que quizá estos microorganismos no crecen en los agares donde fueron inoculados o que el tiempo del procedimiento no fue adecuado.

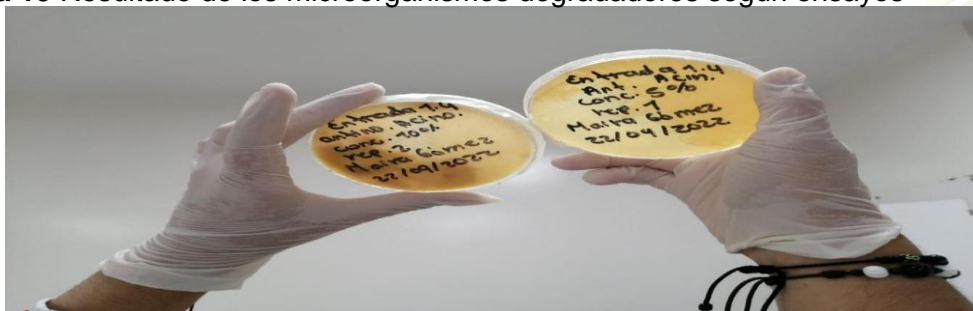
Figura 14 Resultados de microorganismos no degradadores según ensayos



Fuente: Autores, 2022

Por otra parte, según (Muñoz, 2005), estos microorganismos pertenecen a las lipasas hidrolizan triglicéridos que bajo ciertas condiciones catalizan la reacción inversa, a partir de los cuales se obtienen para fines comerciales y el desarrollo de tratamientos biológicos; un ejemplo típico son las lipasas producidas por los géneros de: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Aspergillus*, *Serratia*, *Rhizopus*, *Candida*, entre otros, que se utilizan en la industria textil, de los detergentes y farmacéutica (Macris, et al.1996), Mansee, et al. 2004; Muñoz, et al. 2005), por lo que probablemente las condiciones del agua residual provenientes de la industria OLEOFLORES no poseen las características necesarias para ser degradadas por estos microorganismos.

Figura 15 Resultado de los microorganismos degradadores según ensayos

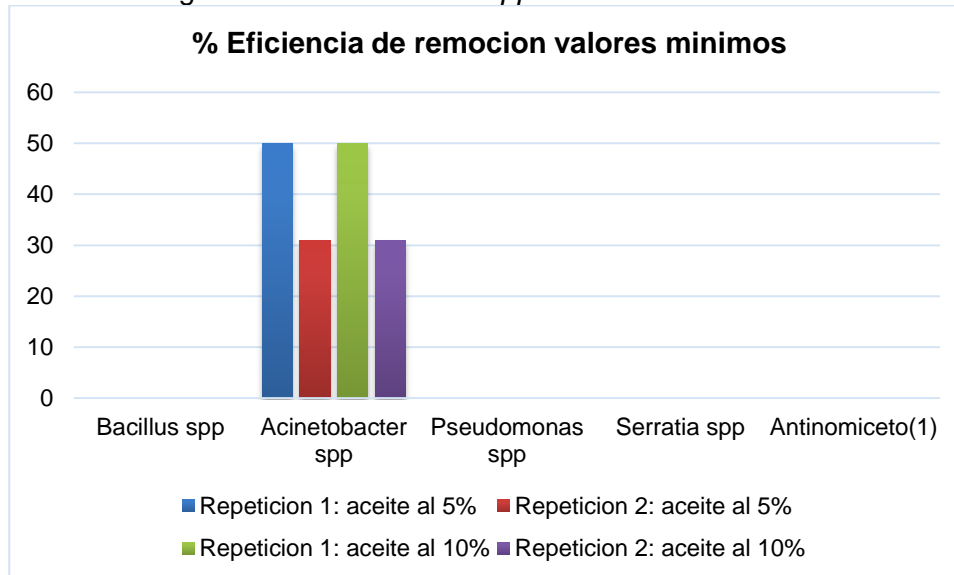


Fuente: Autores, 2022

Sin embargo, como se evidenció en la tabla el microorganismo *Acinetobacter spp* mostró resultados favorables para realizar la hidrólisis en la muestra con porcentajes de remoción de sustancias oleaginosas del 50 al 100% en la primera y segunda repetición con concentraciones de aceite del 5 y el 10%, y del 31 al 49% en la segunda y primera repetición con concentraciones de aceite del 5 y el 10% respectivamente. Por ende, fue el microorganismo que mejor resultado presentó y el único en términos de remoción de sustancias oleaginosas. En la siguiente gráfica se observa los valores mínimos de remoción que alcanzó el microorganismo.

Figura 16

Eficiencia del microorganismo *Acinetobacter spp* en muestra de entrada valores mínimos



Fuente: Autores, 2022

Como se evidencia el microorganismo *Acinetobacter spp* mostró resultados de hidrólisis traducidos en porcentajes de remoción mínimos de 50% y 31% para sus repeticiones.

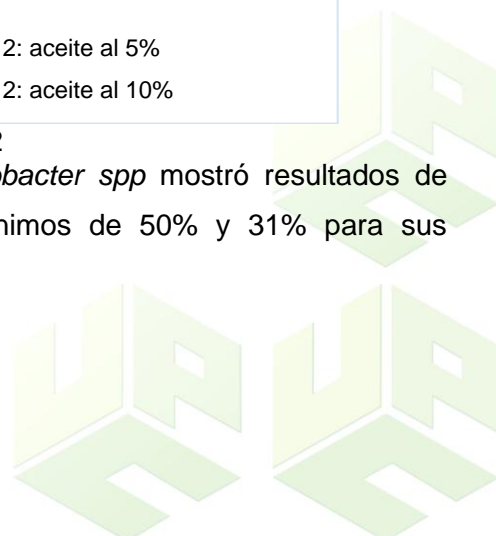
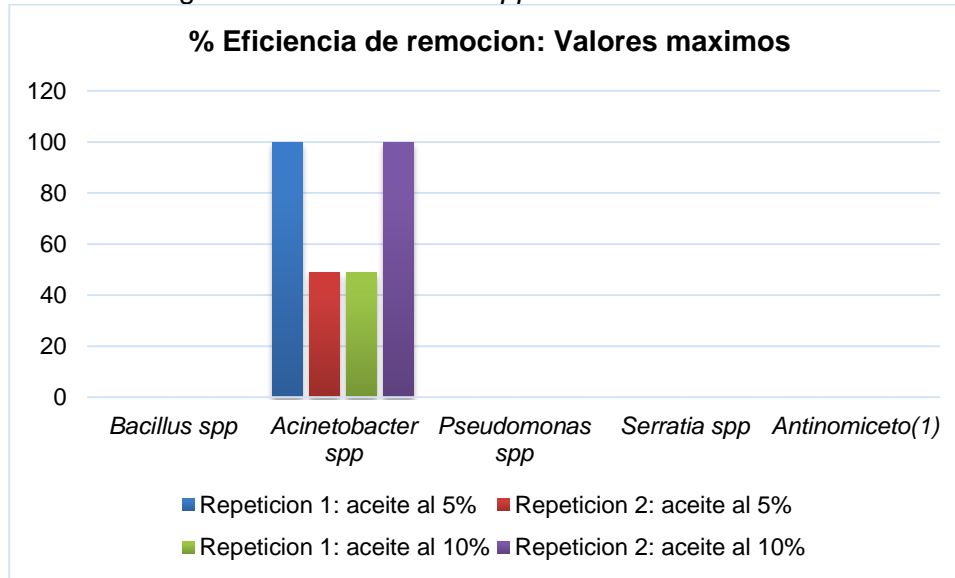


Figura 17

Eficiencia del microorganismo *Acinetobacter spp* en muestra de entrada valores máximos



Fuente: Autores, 2022

Como se evidencia el microorganismo *Acinetobacter spp* mostró resultados de hidrólisis traducidos en porcentajes de remoción máximos de 49% y 100% para sus repeticiones.

Lo anterior se fundamenta en Bhumibhamon y colaboradores (2002), quienes emplearon cepas de *Acinetobacter spp*, en cultivo puros y en cultivo mixto, para tratar aguas contaminadas con residuos aceitosos de una fábrica extractora y refinadora de aceite de palma, mediante procesos de agitación y aeración continua, lograron una remoción de más del 80% de las grasas y aceites presentes en estos residuos líquidos, comprobando la efectividad de esta cepa en la remoción.

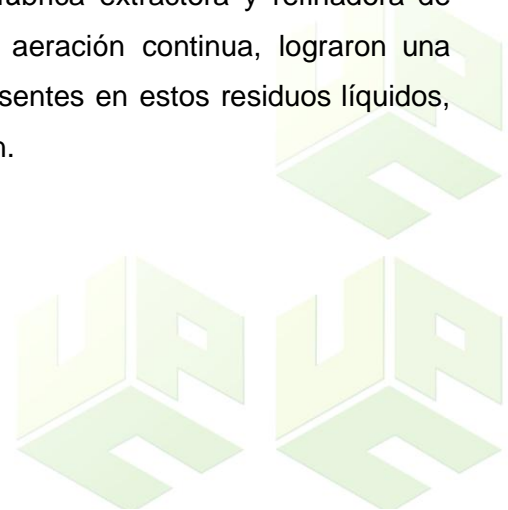


Tabla 7

Resultados de degradación de sustancias oleaginosas de los microorganismos aislados de la muestra de salida

bacterias con potencial de degradación de sustancias oleaginosas	Concentración de aceite al 5% repetición 1	Concentración de aceite al 5% repetición 2	Concentración de aceite al 10% repetición 1	Concentración de aceite al 10% repetición 2
<i>Enterococcus spp</i>	Muy buena	Buena	No apreciable	Regular
<i>Pseudomonas spp</i>	No apreciable	No apreciable	No apreciable	No apreciable
<i>Serratia spp</i>	No apreciable	No apreciable	No apreciable	No apreciable
<i>Antinomiceto(2)</i>	No apreciable	No apreciable	No apreciable	No apreciable

Fuente: Autores, 2022

Como se evidencia en la tabla, el microorganismo *Pseudomonas spp* obtuvo un porcentaje de degradación del 0% de las sustancias oleaginosas según Daza y Maestre (2005), ya que, en ninguno de los ensayos ni sus repeticiones fue apreciable la hidrólisis para este. Lo mismo ocurrió con los microorganismos *Antinomiceto*, *Serratia spp*.

Lo anterior se fundamenta en (López, 2018), quien menciona que las bacterias aisladas *Pseudomonas spp*, *Serratia Spp*, entre otras, bajo condiciones controladas areobicas de laboratorio presentan baja capacidad de degradar grasas y aceites. El autor, realizó ensayos con aguas residuales de una planta de tratamiento de residuos provenientes del aceite de palma, obteniendo porcentaje mínimos (5%-10%), en remoción de aceites y grasas para las muestras.

Figura 18

Resultados de microorganismos no degradadores según ensayos

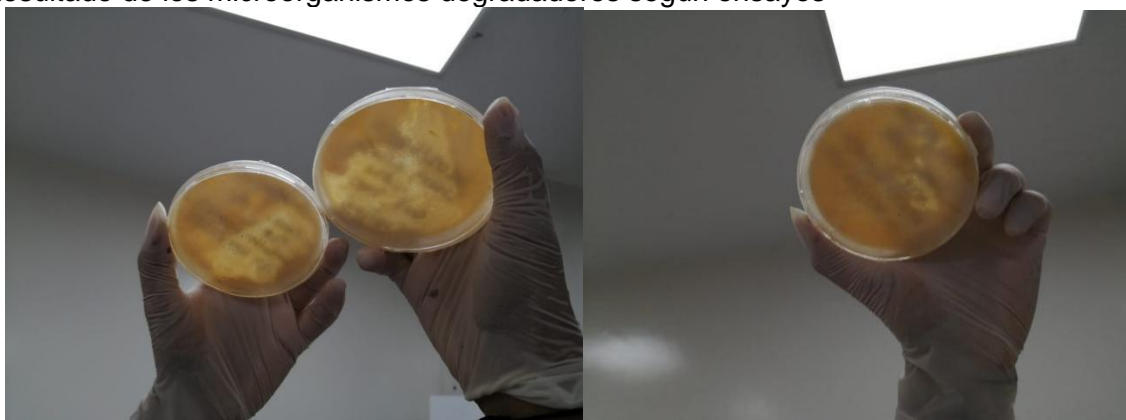


Fuente: Autores, 2022

Por otra parte, se observó que solo el microorganismo *Enterococcus spp* mostró formación de hidrólisis en la primera repetición con concentraciones de aceite al 5% con valoración cualitativa de “muy buena” lo que podría estar en un intervalo del 50% al 100% de porcentaje de degradación de grasas y aceites provenientes de las muestras. Adicionalmente en la repetición numero dos para la misma concentración de aceite mostró un resultado de remoción con intervalos entre el 31% al 49%.

Figura 19

Resultado de los microorganismos degradadores según ensayos



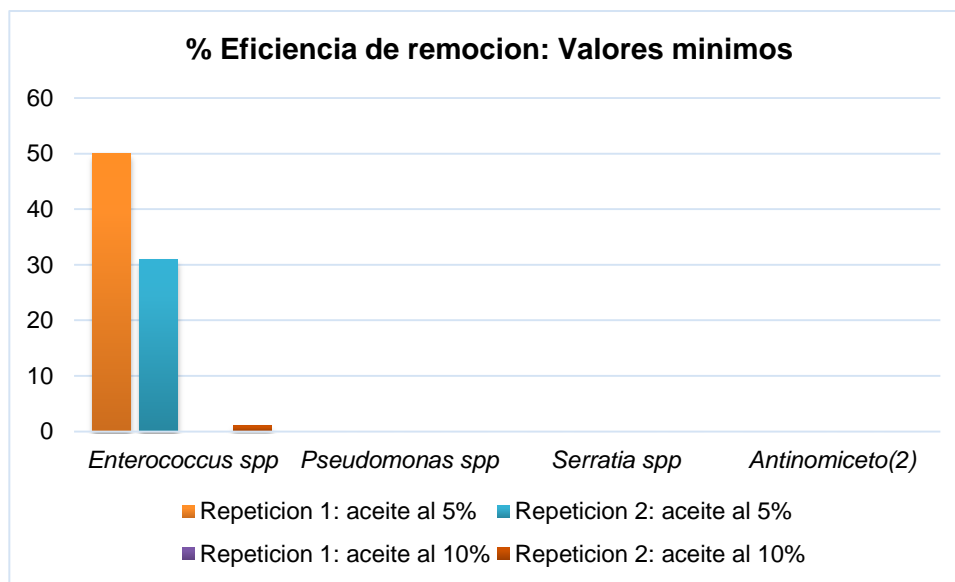
Fuente: Autores, 2022

Para el caso de la remoción en las concentraciones del 10% de aceites y grasas, este microorganismo mostró para la primera vuelta un comportamiento despreciable, es

decir, del 0% de eficiencia, pero en la segunda repetición una valoración cualitativa regular, con un porcentaje del 1% al 30%. Por lo que puede deducirse que si bien, este microorganismo presenta un porcentaje de remoción de aceites y grasas, este puede estar influenciado o dependerá de la concentración de estas, siendo útil para bajas concentraciones, por ejemplo mejores al 10%, y su efectividad disminuirá conforme este parámetro.

Figura 20

Eficiencia del microorganismo *Enterococcus spp* en muestra de salida valores mínimos

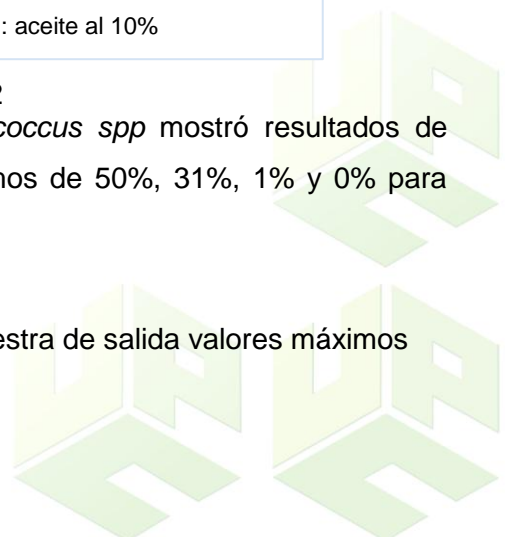


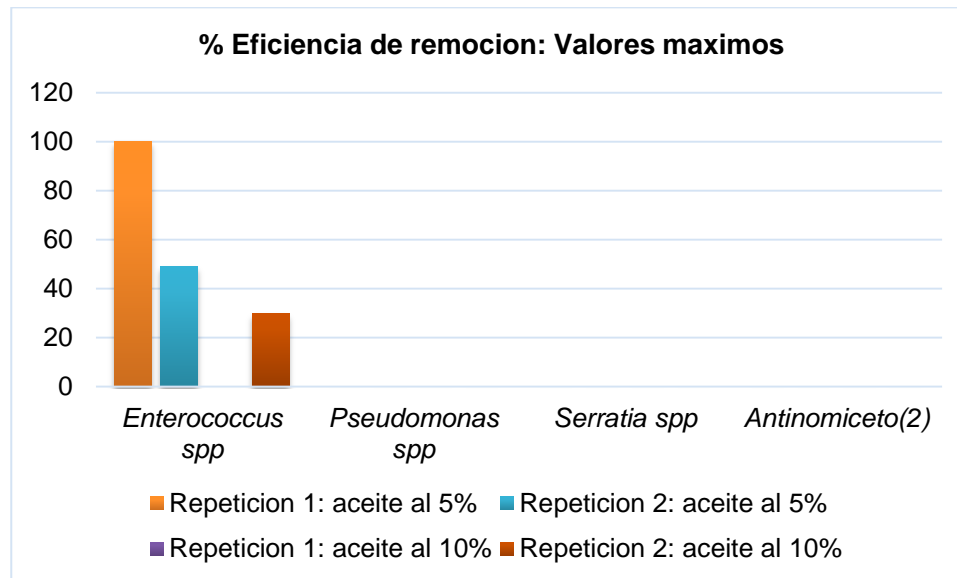
Fuente: Autores, 2022

Como se evidencia el microorganismo *Enterococcus spp* mostró resultados de hidrólisis traducidos en porcentajes de remoción mínimos de 50%, 31%, 1% y 0% para sus repeticiones.

Figura 21

Eficiencia del microorganismo *Enterococcus spp* en muestra de salida valores máximos





Fuente: Autores, 2022

Como se evidencia el microorganismo *Enterococcus spp* mostró resultados de hidrólisis traducidos en porcentajes de remoción máximos de 100%, 49% y 30% para sus repeticiones.

Lo anterior puede referenciarse mediante (Aguilimpia, 2015), quien realizó una investigación con el objetivo de conocer la capacidad degradadora de aceites de muña de la colonia *Enterococcus spp*, quien evidenció que se presenta la frecuencia de halos de inhibición sobre la bacteria anaerobia facultativa *Enterococcus Spp* a las 48 horas, obteniendo remociones solo de un 50% y de un 10% en concentraciones más elevadas del aceite.

6.3.2 Valoración de las cepas microbianas con mayor porcentaje de degradación de grasas y aceites en el agua residual

Al realizar el aislamiento directamente de encontramos diferentes colonias de microorganismos nativos de las aguas residuales de la empresa OLEOFLORES S.A pero solo se pudieron evaluar e identificar al microscopio (7) microorganismos, de los cuales solo 2 bacterias pudieron ser efectivos para degradar sustancias oleaginosas y los (2) microorganismos de control que nos facilitó el laboratorio de microbiología no degradaron en ninguna concentración (5% y 10%) de aceite vegetal de palma, por lo que se deduce



que las especies de los géneros de *Pseudomonas Spp* y *Serratia Spp* que tiene el laboratorio de microbiología en su cepario no tienen capacidad lipolítica.

Por otra parte, los microorganismos *Enterococcus spp* y *Acinetobacter spp*, mostraron los mejores resultados en cuanto a formación de hidrólisis lo que se traduce en un mayor porcentaje de remoción de aceites y grasas de las muestras de agua de la empresa. Sin embargo, el microorganismo *Acinetobacter spp*, presentó una mayor eficiencia en las dos concentraciones de aceite (5% y 10%), en comparación con la primera de estas, quien está sujeta a la concentración, ya que, a mayor sea este, menor será su remoción.

Según Aqualimpia (2015), estas enzimas tienen la función específica de hidrolizar las grasas, el cual es el primer mecanismo empleado por los microorganismos para transformar o degradar las grasas, facilitando la biodisponibilidad de estas, al reducir su complejidad molecular y tamaño polimérico hasta monómeros de ácidos grasos.

Con relación a la capacidad mostrada por la bacteria pertenecientes al género *Bacillus*, existen investigaciones que muestran resultados similares, ejemplo de ello son los reportes realizados por: a) (Bhumibhamon, et al 2002) quien utilizando mezclas de microorganismos nativos de aguas residuales, logró porcentajes de disminución entre el 72 y el 80%, en la concentración de grasas, aceites y en la materia orgánica (DQO), presentes en agua residual de empresas de la industria aceitera de palma, en 48 horas de evaluación.

Se confirmó macroscópicamente que los microorganismos inoculados en el medio de cultivo de lecitina tuvieron o no la capacidad de degradar residuos oleaginosos en concentración de 5% y 10%. En la muestra de entrada y la de salida se puede observar que el microorganismo realiza una hidrólisis del medio, por la observación de hidrólisis presentes en el medio de cultivo en la concentración de aceite vegetal de palma al 10%.

Macroscópicamente se observó que las cepas microbianas que tienen en los laboratorios de microbiología de la Universidad no son lipolíticas, ya que a las 96 horas de incubación, estos no degradaron el aceite vegetal de palma presente en el medio de cultivo en concentraciones del 5% y 10% respectivamente.



Por otra parte, a las 96 horas de incubación de los microorganismos se observó que se presentó una degradación total o parcial del medio en el caso de los microorganismos *Acinetobacter spp* y *Enterococcus spp* de estos resultados se puede inferir que a las 96 horas de incubación hay degradación de los microorganismos en una concentración de aceite al 5% en su totalidad. También se podría considerar que el medio de cultivo lecitina utilizado para degradación de sustancias oleaginosas no le dio las condiciones necesarias para el desarrollo e hidrólisis a los microorganismos seleccionados previamente.

7. CONCLUSIONES

La toma de muestras se realizó en la empresa OLEOFLORES el día 25 de agosto del 2022 desde las 8 de la mañana hasta las 10 de mañana de forma consecutiva. Los resultados de las caracterizaciones fisicoquímicas, en el caso del pH del agua que se encuentra en la entrada de la laguna de oxidación, esta es ácida, con un valor de 4,46, y a la salida ligeramente alcalino de 8,43 lo cual se puede deber a que el pH ingresa ácido debido a la generación de ácidos orgánicos durante el proceso de fermentación. En el caso de la alcalinidad los resultados para la muestra de entrada de la laguna de oxidación mostraron un valor de 26mg/L, para la muestra de la salida esta es menor con un resultado de 12mg/L. Referente a la turbidez del agua, se observó un resultado de 7000 NTU para la muestra de entrada, a causa de los diversos procesos de extracción, como la clarificación principalmente, que genera sólidos los cuales terminan suspendidos en el agua, para el caso de la muestra de salida, la turbidez disminuyó considerablemente, sin embargo, aun en concentraciones altas. Las grasas siendo un parámetro importante en la caracterización, presentó valores similares en ambas muestras, producto de los diversos procesos entre estos la clarificación. El agua residual de la extracción de palma presenta concentraciones de grasas y aceites alrededor de 4 000 mg L⁻¹. Por lo que la degradación de materia orgánica de la Laguna resulta más compleja. Para la muestra 2 disminuyó un poco debido a que se redujo las partículas en forma de suspensión, sino adherirse a superficies aniónicas de menor tamaño presentes en el agua.



Para el segundo objetivo específico, por medio de la revisión bibliográfica de artículos de interés y antecedentes citados previamente del país, se hizo la clasificación de las cepas microbianas con mayor potencial de degradación de aceites y grasas y se implementaron en la investigación propia. La bibliografía anterior muestra que es posible degradar más del 80% de las grasas y demás materia orgánica contaminante presentes en vertimientos de empresas de extracción y refinación de aceites, o industrias relacionadas, utilizando cepas de bacterias del género *Pseudomonas* y *Bacillus*, con actividad lipolítica, aisladas a partir de la misma fuente de contaminación. Por otra parte, se evidenció que las bacterias aisladas *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter agglomerans subgrupo 6*, *Staphylococcus spp.* y *Bacillus spp.*, bajo condiciones areobicas controladas presentan baja capacidad degradadora de grasa y aceites. Por otra parte, cabe resaltar que, para la realización de los análisis microbiológicos, el Laboratorio de microbiología de la Universidad Popular del Cesar proporcionaron dos microorganismos los cuales fueron: *Pseudomonas spp* y *Serratia spp*, estos con la finalidad de ser usados como control, para de esta manera determinar el porcentaje de remoción de sustancias oleaginosas en las aguas residuales de cada muestra.

Finalmente, los microorganismos *Enterococcus spp* y *Acinetobacter spp*, mostraron los mejores resultados en cuanto a formación de hidrólisis lo que se traduce en un mayor porcentaje de remoción de aceites y grasas de las muestras de agua de la empresa. Sin embargo, el microorganismo *Acinetobacter spp*, presentó una mayor eficiencia en las dos concentraciones de aceite (5% y 10%), en comparación con la primera de estas, quién está sujeta a la concentración, ya que, a mayor sea este, menor será su remoción. Como resultado de los ensayos se puede establecer que es posible aislar microorganismos del agua residual y residuos aceitosos, que tienen la capacidad para degradar las grasas y los aceites y demás materia orgánica en proporciones aceptables, permitiendo así tener el inóculo con actividad específica, para ser utilizado en un sistema biológico complementario al fisicoquímico, para el tratamiento de estos desechos en la empresa —OLEOFLORES y reducir la concentración de DQO. Sin embargo, se hace necesario continuar investigando para optimizar el proceso de uso de la mezcla de microorganismos aislados, especialmente en cuanto al diseño de los reactores,

aumento de los tiempo de retención, incorporación de nutrientes que estimulen la actividad de los microorganismos y búsqueda de cepas termoresistente.

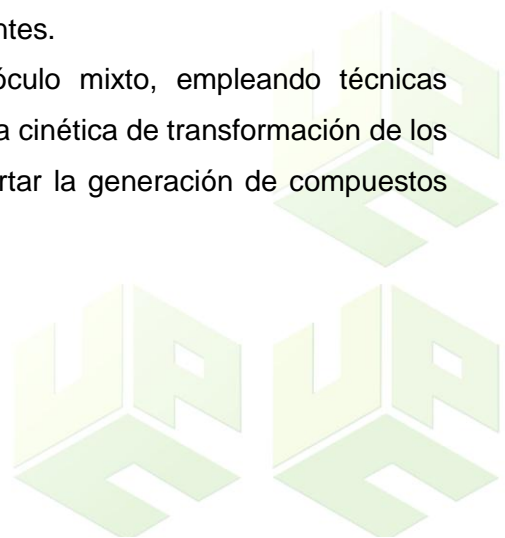
8. RECOMENDACIONES

Como recomendación a la empresa OLEOFLORES se podría agregar un tratamiento secundario después de la trampa de grasa utilizando un reactor con las condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo de los microorganismos previamente identificados como lipolíticos y al mismo tiempo cumplir la función principal de un tratamiento secundario la degradación de la materia orgánica. Por otra parte cuando se proceda hacer el proceso de desinfección del agua residual, se presente con menos carga contaminante y por ende, genere un menor impacto negativo en el lugar donde la empresa realiza sus vertimientos de aguas residuales previamente tratadas.

Se recomienda ampliar las investigaciones donde se empleen concentraciones de aceite vegetal provenientes de diversas industrias con porcentajes mayores al 10%, de esta manera se evaluará la eficiencia de remoción por parte de los microorganismos en concentraciones más altas.

Realizar pruebas de degradación complementarias, empleado dentro del inóculo mixto, cepas de Hongos filamentosos y la estimulación con nutrientes, con el fin elevar la eficiencia en la disminución de los diferentes contaminantes.

Realizar pruebas de biodegradación con el inóculo mixto, empleando técnicas analíticas de mayor precisión, que permitan establecer la cinética de transformación de los compuestos presentes en la matriz de interés y descartar la generación de compuestos tóxicos





9. BIBLIOGRAFÍA

- Abass, O.A., Ahmad, T.J., Suleyman, A., M., Mohamed I.A., and Zahangir, A. (2016). Removal of oil and grease as emerging pollutants of concern (EPC) in wastewater stream. *IIUM Engin J.* 12(4):161-169.
- Abd El-Gawad HS (2014). Oil and grease removal from industrial wastewater using new utility approach. *Adv Env Chem.* 2014; 2014:1-6.
- ABNER, A. (2013). Bacterias lipolíticas [en línea]. Bolivia: D. Rafael, 2013. Obtenido de <http://www.uprm.edu/ciag/inpe/ruminantia/ruminantia3-1-2008.pdf>
- Agualimpia B; Vicente J; Zafra A; (2016), EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS NATIVOS PARA BIODEGRADACIÓN DE ACEITE Y GRASA EN EFLUENTES DE REFINERÍAS DE ACEITE DE PALMA. Tomado de: [file:///C:/Users/Ricardo%20Perez/Downloads/ba161c\(1\)+\(1\).en.es.pdf](file:///C:/Users/Ricardo%20Perez/Downloads/ba161c(1)+(1).en.es.pdf)
- American Water Works Association (2010). CALIDAD Y TRATAMIENTO DEL AGUA. Manual de suministro de agua comunitaria.
- Ansola, G. (2013) Concentración de nutrientes en halófitos acuáticos utilizados en depuración de agua residual.
- ARANGO, O (2015). "Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea en sistemas anaerobios tipo uasb "[en línea], 2009, (Colombia) 124(2), pp. 1900- ISSN 1098-1208. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n2/v7n2a04.pdf>
- Bala DJ, Lalung J, Ismail N. (2014). Biodegradation of palm oil mill effluent (POME) by bacterial. *Int J Sci Res Pub*; 4(3):22-6.
- Bavor, H. (2010). Wetland Systems in water pollution control.
- Benítez S, Bentley J, Bustamante P, Sánchez L, Corrales L. Aislamiento de los microorganismos cultivables de la rizosfera de *Ornithogalum umbellatum* y evaluación del posible efecto biocontrolador en dos patógenos del suelo. *NOVA.* (Bogotá-Colombia); 2007;5: 101-212.



- Carrera J, (2016). PROCESOS BIOLÓGICOS AEROBIOS
- Contreras G. Actividad antimicrobiana del Aceite Esencial de *Mintostachys mollis* (muña) frente a bacterias enteropatógenas. Tesis de bachiller para Biólogo. Lima: UNALM; 1983
- FERNANDEZ, S.J.M (2005) Estructura y función de los lípidos: Grasas animales, vegetales y marinas. Disponible en: <http://www.ual.es/docencia/jfernand/ATA/Tema4/Tema4-Estructura y Funcion Lipidos.pdf>
- Galvín, R; (2015). CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LAS AGUAS. Obtenido en: <file:///E:/Downloads/componente48099.pdf>
- HAS, M.S; YACOB, S Treatment of Palm Oil Wastewaters 2006. University Putra Malaysia, Serdang, Malaysia Yos hihito Shirai Kyushu Institute of Technology, Kitakyushu, Japan Yung -Tse Hung Cleveland State University, Cleveland, Ohio, U.S.A
- Ingham, E.R. (2010). The soil f Ingham, E.R. ood web. Chapters 1-6 In: Soil Biology Primer. Soil and Water Conservation Society. Rev. Edition. Ankeny Iowa
- Lazcano C, (2016). Biotecnología Ambiental de Aguas y Aguas Residuales
- M. Dario, 2016. Obtenido de <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/averroes/html/migracion-hosting.html>
- Munares M. Estudio del aceite esencial de muña en almacenaje de papa como inhibidor de brotamiento de microorganismos. Tesis de bachiller para Ingeniero en Industrias Alimentarias. Lima: UNALM; 1983
- Ojonoma O, Udeme I. Bioremediation of palm oil mill effluent (POME) (2014). polluted soil using microorganisms found in organic wastes. Int J Biotechnol. 2014; 3:32-46.
- PAZMIÑO S, (2013), ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ACEITE DE PALMA.
- PÉREZ, S .R. M; CAMACHO, P. M. I. GÓMEZ, M.J.M; Ábalos, R. A; Viñas, M.; Cantero, M D (2008) Aislamiento y selección de una cepa bacteriana degradadora de hidrocarburos a partir de suelos contaminados con petróleo Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 39, No. 1

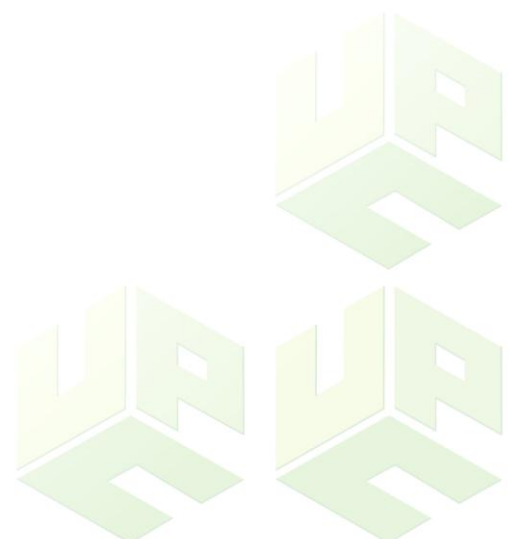


**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

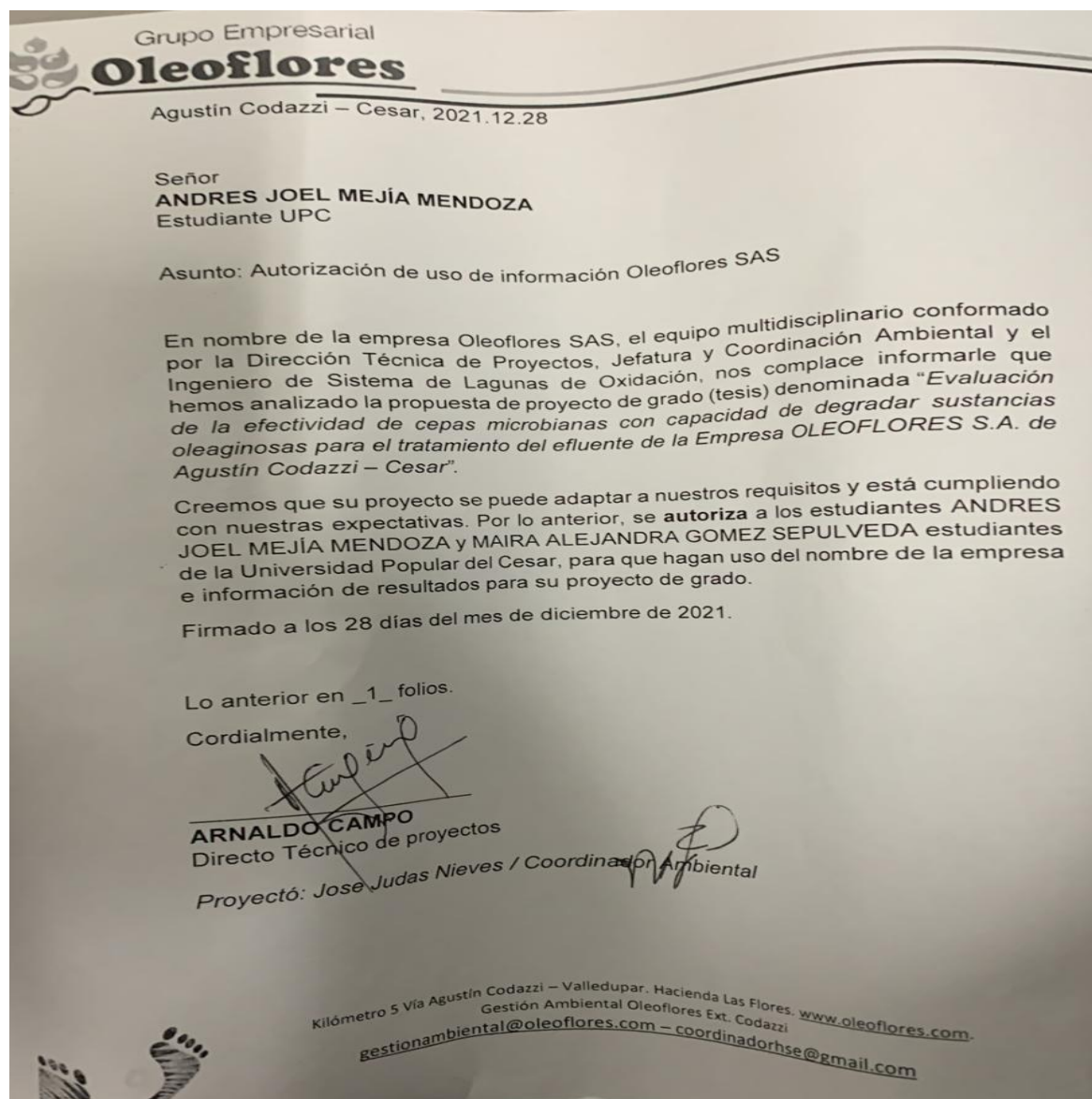


- PÉREZ, S .R. M; CAMACHO, P. M. I. GÓMEZ, M.J.M; ÁBALOS, R. A; VIÑAS, M.; CANTERO, M D (2008) Aislamiento y selección de una cepa bacteriana degradadora de hidrocarburos a partir de suelos contaminados con petróleo
Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 39, No. 1
- Ramos, P; et al. (2010). Conservación, recuperación y usos de las aguas residuales.
- USDA (2015). Oilseeds: World markets and trade. Washington, DC: United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service; p. 38.
- Yirda, A, (2021). Definición de Cepa. Recuperado de: [//conceptodefinicion.de/cepa/](http://conceptodefinicion.de/cepa/). Consultado el 1 de abril del 2021.



ANEXOS

Anexo 1. Permiso De La Empresa OLEOFLORES S.A Firmado Por Sus Representantes



Anexo 2. Resultados de parámetros DBO y DQO por parte de Nancy Flórez.

Laboratorio Ambiental y de Alimentos
Nancy Flórez García
Confiable en toda prueba

COD: RO-104 Ver: 10 del 11 de Abril de 2022

INFORME DE ENSAYOS
Nº 72181

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
EMPRESA : MARIA ALEJANDRA GÓMEZ SEPULVEDA
DIRECCIÓN : Cr. 58 No. 64-82
CONTACTO : MARIA GÓMEZ
CARGO : ESTUDIANTE

NIT : 1065841072
CIUDAD : CODAZZI
TELÉFONO : 3233514501

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA
NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA
LUGAR DE MUESTREO : OLEOFLORES
PUNTO DE MUESTREO : ENTRADA
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S.
PROC. DE MUESTREO : N.S.

CODIGO : 220999875
LOTE : N.A.
REGISTRO INVIMA : N.A.

HORA MUESTRA : 08:00
MUESTREO : 2022/09/20
RECEPCIÓN : 2022/09/20
INICIO ENSAYOS : 2022/09/21
FINAL ENSAYOS : 2022/09/28
INFORME : 2022/09/28

Fisicoquímico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O ₂ /L (A)	SM 5210 B, SM 4500-O-H - Incubación 5 días	2,00	2022/09/21	300,00	31425
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O ₂ /L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2022/09/26	550,00	50906

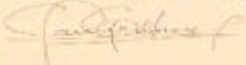
Especificación: RESOLUCIÓN 6931 DEL 2015 ART 12 (ELABORACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL) - (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE)

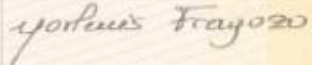
NOTA :
La muestra a la que se refieren los resultados que figuran en este informe de ensayos, excepto la fecha de recepción, fecha de inicio de ensayos, fecha final de ensayos y fecha de informe han sido proporcionados por el cliente o un tercero de conformidad con las directrices del cliente. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra y por tanto se refieren única y exclusivamente a dicha muestra. El Laboratorio no es responsable del origen o la fuente de dónde ha sido extraída la muestra.
La muestra no cumple con los parámetros de la especificación para: DBO y DQO.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado N.R: Parametro no requerido por la especificación (SNA) Subcontratado No Acreditado
(A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.
El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indique que el Laboratorio Subcontratado no le ha suministrado en el certificado de análisis entregado.
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.
Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros indicados con (A) según Resolución Nº 0398 de 02 de mayo 2019 " por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCÍA SAS., para producir información cuantitativa, física, química y biológica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.
La información consignando en los campos de Información del Cliente e Información de la Muestra (Lugar de Muestreo, Punto de Muestreo, Tipo de Muestra y Fecha de Muestreo) es definida por el cliente. Adicionalmente para la matriz agua envasada además los campos Lote y Registro Sanitario.
Para los informes de ensayo que conlleven declaración de conformidad, esta será realizada basado en la regla de decisión "Declaración (Binaria para una Regla de Aceptación Simple" conforme a lo descrito en la Guía para Establecer Reglas de Decisión en la Declaración de Conformidad ILAC-G8/09/2019.

Autorizó Informe de Ensayos


DANIEL GOMEZ CUITIVO


YORDANIS FRAYOZO





Laboratorio Ambiental y de Alimentos
Nancy Flórez García
Confiable a toda prueba

COD: RO-104 Ver: 10 del 11 de Abril de 2022

**INFORME DE ENSAYOS
Nº 72182**

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
 EMPRESA : MARIA ALEJANDRA GOMEZ SEPULVEDA
 DIRECCIÓN : Cr. 58 No. 64-82
 CONTACTO : MARIA GÓMEZ
 CARGO : ESTUDIANTE
 NIT : 1065841072
 CIUDAD : CODAZZI
 TELÉFONO : 3233514501

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA
 NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA
 LUGAR DE MUESTREO : OLEOFLORES
 PUNTO DE MUESTREO : SALIDA
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
 PLAN DE MUESTREO : N.S
 PROC. DE MUESTREO : N.S
 CODIGO : 220999876
 LOTE : N.A
 REGISTRO INVIMA : N.A
 HORA MUESTRA : 08:00
 MUESTREO : 2022/09/20
 RECEPCIÓN : 2022/09/20
 INICIO ENSAYOS : 2022/09/21
 FINAL ENSAYOS : 2022/09/28
 INFORME : 2022/09/28

Fisicoquimico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A)	SM 5210 B, SM 4500-O H - Incubación 5 días	2,00	2022/09/21	300,00	949
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A)	SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico	20,0	2022/09/26	500,00	2334

Especificación: RESOLUCIÓN 0631 DEL 2015 ART 12 (ELABORACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL) - (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE)

NOTA :
 La muestra a la que se refieren los resultados que figuran en este informe de ensayos, excepto la fecha de recepción, fecha de inicio de ensayo, fecha final de ensayos y fecha de informe han sido proporcionados por el cliente o un tercero de conformidad con las directrices del cliente. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra y por tanto se refieren única y exclusivamente a dicha muestra. El Laboratorio no es responsable del origen o la fuente de donde ha sido extraída la muestra.
 La muestra no cumple con los parámetros de la especificación para: DBO y DQO.
 N.A: No Aplica N.S: No Suministrado N.R: Parametro no requerido por la especificación (SNA) Subcontratado No Acreditado
 (A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método
 Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.
 El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.
 No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.
 Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado
 Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.
 Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros indicados con (A) según Resolución Nº 0398 de 02 de mayo 2019 * por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCIA SAS, para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.
 La información consignando en los campos de Información del Cliente e Información de la Muestra (Lugar de Muestreo, Punto de Muestreo, Tipo de Muestra y Fecha de Muestreo) es definida por el cliente. Adicionalmente para la matriz agua envasada además los campos Lote y Registro Sanitario.
 Para los informes de ensayo que conllevan declaración de conformidad, esta será realizada basado en la regla de decisión "Declaración Binaria para una Regla de Aceptación Simple" conforme a lo descrito en la Guía para Establecer Reglas de Decisión en la Declaración de Conformidad ILAC-G8:09/2019.

Autorizó Informe de Ensayos

[Firma] *[Firma]*





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Anexo 3. Evidencias fotográficas





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Ingeniería
Ambiental y Sanitaria**

