



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Revisión sistemática: Biorremediación de suelos salinos
contaminados con petróleo por el consorcio bacteriano de
Pseudomona por la técnica de bioaumentación.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Fiestas Castro, Cecilia Nora Eliza (ORCID: 0000-0002-8479-7189)

Vásquez Villalobos, Walter Alexander (ORCID: 0000-0001-8732-9391)

ASESOR:

Mgtr. Garzón Flores, Alcides (ORCID: 0000-0002-0218-8743)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

CHICLAYO - PERÚ

2020

Dedicatoria

A nuestra querida familia por los ánimos, la motivación y fuerza dada por ellos para salir adelante en el desarrollo de nuestro trabajo de investigación, a nuestros asesores que participaron en el logro de esta investigación.

Cecilia y Walter

Agradecimiento

A Dios por darnos la oportunidad de seguir nuestros sueños, a nuestros padres por el amor, apoyo y sacrificio que hacen por nosotros, a nuestro asesor Mg. Garzón Flores, Alcides por su conocimiento, experiencia y orientación que nos permitió culminar este trabajo de investigación.

Cecilia y Walter

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. MÉTODOLÓGÍA	15
3.1 Tipo y diseño de investigación	15
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	16
3.3 Escenario de estudio	17
3.4 Participantes	19
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.6 Procedimientos	20
3.7 Rigor científico	23
3.8 Método de análisis de información	24
3.9 Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
V. CONCLUSIONES	42
VI. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS	50

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Matriz de categorías apriorísticas</i>	16
Tabla 2. <i>Participantes de información</i>	19
Tabla 3. <i>Resumen de criterios de búsqueda</i>	21
Tabla 4. <i>Remoción de hidrocarburos en los suelos por una sola Pseudomona</i>	28
Tabla 5. <i>Tratamiento de remoción de hidrocarburos con más de dos tipos de Pseudomonas</i>	33
Tabla 6. <i>Porcentaje de remoción de hidrocarburos totales por Pseudomona y otro microorganismo según los estudios</i>	39

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Proceso de elaboración de revisión sistemática	22
<i>Figura 2.</i> Porcentaje de uso de diferentes Pseudomonas en los estudios analizados	26
<i>Figura 3.</i> Hidrocarburos degradados por la Pseudomona Aeruginosa	32
<i>Figura 4.</i> Porcentaje de uso de la Pseudomona con otro microorganismo según estudios analizados	39

Resumen

El problema de la investigación fue ¿Es efectiva la bacteria del género *Pseudomona* en la biorremediación de suelos salinos contaminados con petróleo? cuyo objetivo fue realizar una revisión sistemática sobre la capacidad de la *Pseudomona* para biorremediar suelos salinos contaminados por petróleo, basándose en la participación de la bacteria en el proceso de biorremediación, siendo un trabajo de investigación de diseño narrativo de tópicos, los cuales se basaron en 50 artículos de investigaciones de las diferentes plataformas, de los cuales se determinó que la *Pseudomona* para la biorremediación radica en sus capacidades y características, siendo las *P. Aaeruginosa*, *P. Putida*, *P. Fluorescens*, entre otras protagonistas en la biorremediación, siendo eficaces de hasta un 98% de remoción de hidrocarburos, debido a la diversidad metabólica y resistencia a las altas concentraciones de sales, además de sus diversas características y capacidades para la remoción de hidrocarburos usándolos como sustratos y nutrientes, utilizando el contaminante fenantreno como fuente de carbono y energía, siendo capaz de degradar también naftaleno y antraceno, adaptando su metabolismo al ambiente contaminado, usando como nutrientes, sustrato de carbonato insoluble, intercambio gaseoso reducido y estrés oxidativo siendo condiciones para la formación de ramnolípidos con potencial biorremediador.

Palabras clave: Biorremediación, pseudomona, hidrocarburos, petróleo, remoción.

Abstract

The problem of the investigation was: Is the bacterium of the genus *Pseudomonas* effective in the bioremediation of saline soils contaminated with oil? whose objective was to carry out a systematic review on the capacity of *Pseudomonas* to bioremediate saline soils contaminated by oil, based on the participation of the bacteria in the bioremediation process. The research was based on a narrative design of topics, which were based on 50 research articles from different platforms, from which it was determined that *Pseudomonas* for bioremediation lies in its capacities and characteristics, being *P. Aaeruginosa*,

P. Putida, *P. Fluorescens*, among other protagonists in bioremediation, being effective up to 98% of hydrocarbon removal, due to the metabolic diversity and resistance to high salt concentrations, in addition to their diverse characteristics and capacities for hydrocarbon removal using them as substrates and nutrients, using the contaminant phenanthrene as a source of carbon and energy, being able to degrade also naphthalene and anthracene, adapting its metabolism to the contaminated environment, using as nutrients, insoluble carbonate substrate, reduced gas exchange and oxidative stress being conditions for the formation of ramnolipids with bioremediation potential.

Keywords: Bioremediation, *pseudomonas*, hydrocarbons, petroleum, removal

I. INTRODUCCIÓN

Mundialmente la problemática de contaminación en suelos, agua y aire es generada principalmente por acciones antropogénicas, una de las que se puede señalar es la extracción de los recursos naturales, en este caso particularmente los hidrocarburos, globalmente la industria petrolera es una actividad importante en la economía, sin embargo es uno de los factores que causa grandes impactos al medio ambiente por derrame o dispersión durante las actividades de perforación, refinación y transporte, donde diferentes acontecimientos ha generado grandes daños a los recursos naturales (Mayz y Manzi, 2017, p. 30).

En el Perú, el derrame de hidrocarburos y las actividades propias de la industria ha generado impactos ambientales negativos en el suelo o cuerpos de agua, sobre todo en la selva peruana ocasionando efectos nocivos en los ecosistemas. Desde el 2000 hasta el 2016, el Perú ha sufrido 60 derrames de petróleo crudo en el Oleoducto Norperuano (Honty, 2016)

La Amazonía Peruana enfrenta esta problemática desde el 2014 donde los derrames de petróleo son frecuentes, generando daños económicos y sociales ambientales; donde el Gobierno Peruano realizó estudios toxicológicos de los habitantes de las cuatro cuencas de la selva norte, resultando que los habitantes tienen el organismo con plomo, cadmio, mercurio y otros metales pesados. Así mismo, los productos que cosechan en la zona como la yuca o la cocona se pudren desde la raíz ya que los suelos agrícolas están contaminados (El país internacional, 2018).

Infante (1998) los impactos en los suelos empiezan desde la etapa de exploración y explotación de los pozos petrolíferos, causando efectos importantes en la flora y fauna, así mismo en los suelos agrícolas, generando la preocupación económica y social por los suelos perdidos para la producción agrícola (Cavazos, Pérez, Mauricio, 2014, p. 540).

Las comunidades de Kukama y Kukamiria de la cuenca del río Marañón en Loreto donde sus actividades económicas principalmente son la agricultura y la pesca, los cuales tuvieron impactos negativos por el derrame de petróleo, generando daños

colaterales, donde los peces fueron afectados en cantidad y calidad perjudicando las ventas del pescado, el consumo del agua y peces del río contaminado y así, la salud y economía de las familias (Grados y Pacheco, 2016, p. 44).

En un ecosistema contaminado la atenuación de una cantidad de hidrocarburos puede darse de forma natural, por evaporación, foto-oxidación, emulsión, dispersión y biodegradación. Así mismo, el uso de bacterias metabolizadoras de hidrocarburos es actualmente una metodología con gran efectividad en la biorremediación de los suelos contaminados por hidrocarburos (Ramírez, Hidalgo, Ordinola, Vieyra, Palacios y Ordinola, 2016, pg. 21).

Ramírez et al (2016), algo semejante ocurre con la eficiencia de las cepas bacterianas aisladas del manglar para biorremediar suelos contaminados con petróleo donde sus resultados demuestran que tienen una gran capacidad para degradar el petróleo, teniendo un 68% de remoción de hidrocarburos totales. (p. 26).

Por ello, se propone presentar la investigación titulada “Revisión sistemática: Biorremediación de suelos contaminados por petróleo por el consorcio de la bacteria *Pseudomona* en suelos salinos con la técnica bioaumentación” se sabe que los hidrocarburos son combustibles fósiles, cada vez más utilizados en el mundo como generadores de diversas energías.

Actualmente el petróleo se vuelve cada vez más indispensable, ya que no solo mueven automóviles y maquinarias si no que son utilizados para el confort de la vida cotidiana y por lo tanto aumenta el riesgo de contaminación ya sea en la extracción, en los derrames tanto en el traslado y/o utilización de los hidrocarburos causando la contaminación de suelos como por ejemplo la infertilidad del suelo afectando el crecimiento de las plantas, se considera que son consecuencia de alteraciones morfológicas, anatómicas, fisiológicas y metabólicas, por ello es importante sintetizar diferentes investigaciones para poder analizar resultados aportando a vacíos de estudios en los diferentes tipos de biorremediación existentes.

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la

investigación fue ¿Es efectiva la bacteria del género *Pseudomona* en la biorremediación de suelos salinos contaminados con petróleo? los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿Cuál es el grado de degradación de petróleo por el consorcio del género *Pseudomona*?
- ¿Tiene algún efecto la salinidad en la actividad microbiana y en el proceso de biorremediación del suelo contaminado por petróleo?

El objetivo general fue: Analizar la capacidad de la *Pseudomona* para biorremediar suelos salinos contaminados por petróleo. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Identificar el porcentaje de remoción de petróleo por el consorcio de la *Pseudomona*.
- Determinar el efecto de la salinidad en la actividad microbiana y en el proceso de biorremediación de suelo contaminado por petróleo.

II. MARCO TEÓRICO

Cardenas (2019) evaluó el potencial de biorremediación de tres tipos de bacterias en suelos contaminados por hidrocarburos, siendo los consorcios bacterianos seleccionados *BRH-100P*, *Sparta* y *Coctel bacteriano* en el cual concluyó que en el tratamiento de BRH-100P tuvo una remoción de 62%, Sparta representó un 77% y Coctel bacteriano un 70% siendo todos los tratamientos eficaces para la remoción de hidrocarburos siendo aceptables en los límites máximos permisibles.

Yoplac y Tuesta (2018) sustentaron la prospección de especies arbóreas para fitorremediar suelos contaminados por hidrocarburos, indicando que las especies *Piptocoma discolor*, *Theobroma cacao*, *Jacaranda copaia*, *Cedrela Sp.* y *Schizolobium parahyba* son capaces de bioacumular HTP en sus tejidos de forma natural; sobresaliendo la *Theobroma cacao* con 7.171 y 6.162 mg/kg de HTP en la raíz y el tallo respectivamente.

Rivera et al (2018) en México, explicaron la Bioestimulación y biorremediación de recortes de perforación contaminados con hidrocarburos para conocer su capacidad de inducir la descomposición de hidrocarburos impregnados en los recortes de perforación y así lograr la biorremediación de estos, donde el contenido de HT disminuyó significativamente al mezclarse los recortes con el suelo donde se incubaron dentro de las celdas con la adición de N y P, teniendo una concentración hasta de 3000 mg/kg de HT, es es el LMP en suelos agrícolas por la norma Oficial Mexicana.

Hans (2018) evaluó la eficiencia de la degradación de hidrocarburos por hongos filamentosos aislados de un suelo contaminado, donde trato la germinación del *Raphanus Sativus* (Rabanito) en un suelo altamente tóxico, así mismo aisló 221 hongos filamentosos e identificó 14 géneros en los cuales el género *Helminthosporium* demostró ser hidrocarbonoclasticos, así mismo realizó el tratamiento con *Aspergillus Sp.* donde obtuvo el un mayor índice de germinación en 60 días, teniendo una remoción de hidrocarburos de 73% demostrando así la capacidad de biorremediar.

Cerna (2018) sustentó la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos usando el hongo *Penicillium janthinellum* utilizando la metodología de medición con un multiparámetro en los suelos tratados, donde realizó tres tratamientos obteniendo el 25%, 23% y 19% respectivamente, donde concluyó que en el primer tratamiento al agregarle bacterias tuvo una remoción mayor que los otros tratamientos con el 40%.

Mayz y Manzi (2017) enfatizaron una investigación con bacterias hidrocarburoclásticas del género *Pseudomonas* teniendo como finalidad la reducción de toxicidad del crudo derramado en el sitio que se encuentra la planta, obteniendo que las especies hidrocarburoclásticas del género *Pseudomonas* (*P. aeruginosa*, *P. fluorescens* y *P. putida*) tienen acción correctiva por su capacidad de utilizar hidrocarburos para biodegradar además pueden actuar como promotoras del crecimiento, haciendo disponible el fósforo y por la liberación de las fitohormonas AIA y citoquininas, por lo tanto, son un gran potencial para la limpieza de suelos contaminados con hidrocarburos.

Alvaro, Arocena, Martinez y Nudelman (2017) sustentaron la biodegradación aerobia de fracciones de hidrocarburos, donde estudiaron la velocidad de degradación en diferentes fracciones de petróleo incorporando biosólidos al suelo contaminado, por lo que se mostró una disminución de concentración de alcanos e hidrocarburos, indicando que la adición de biosólidos mejora la remoción de contaminantes.

Maceo, Torres, Alarcón y Salgado (2017) realizaron la germinación de *Paspalum densum* (cortadera) en un suelo contaminado por petróleo, ya que es una planta con la capacidad de reproducción, la gran longitud de su sistema radical y la adaptación que tiene en las sequías extremas, evaluando la germinación por 15 días de desarrollo teniendo dos tratamientos en el cual un suelo estaba contaminado y el otro no, el cual los resultados obtenidos fue que en los suelos contaminados por hidrocarburos disminuye el porcentaje de germinación un nivel de 13.32% de significancia.

Gerónimo y Vásquez (2017) en el Callao evaluaron el proceso de biorremediación aeróbica de un suelo contaminado por hidrocarburo en el cual emplearon lodos residuales siendo fuente de nutrientes, siendo el tratamiento por 90 días donde demostraron que la adición de los lodos residuales favoreció en la estimulación de los microorganismos nativos del suelo, los cuales degradan los hidrocarburos obteniendo una remoción de 46% y 49% de HTP respectivamente en los tratamientos planteados.

Cárdenas, Cabello, Valdiviezo y Munive (2017) realizaron la bioestimulación de bacterias autóctonas adicionando enmiendas en la degradación de cadenas hidrocarbonadas de suelos contaminados en la Refinería de petróleo Conchán en Lima, teniendo cuatro tratamientos con diferentes enmiendas (Guano de Isla, Cachaza, Cachaza - Guano y un tratamiento sin enmienda), obteniendo que en la bioestimulación con guano de Isla tuvo una mejor remoción de hidrocarburos con 80%, y en la bioestimulación con Cachaza solo proporcionó carbohidratos, nutrientes y materia orgánica. Así mismo realizaron una prueba post tratamiento con el cultivo *Zea Mays L.* (maíz) durante 30 días el cual observaron una coloración negra en cada planta y el tamaño de sus hojas menor a 14 y un contenido diminuto en materia orgánica seca.

Hernández, Navas e Infante (2017) sustentaron la fitorremediación de suelos contaminados con petróleo extra pesado utilizando *Megathyrsus maximus*, evaluaron dos tratamientos, en una muestra trasplantaron *Megathyrsus maximus* y la otra muestra sin planta. Donde las diferencias de resultados en los tratamientos fueron pequeñas pero significativas, obteniendo que en 120 días el contenido de hidrocarburos disminuyó un 17.1 % en el tratamiento con *Megathyrsus maximus* y en 9.8 % en el tratamiento sin planta.

Herrero (2016) realizó la comparación de métodos de descontaminación de suelos afectados por hidrocarburos, donde investigó y desarrolló los tratamientos de biorremediación basado en el landfarming además de determinar microorganismos presentes en el suelo contaminado para definir su capacidad de degradación el cual concluyó que el método es eficiente para la descontaminación de suelos contaminados por hidrocarburos así mismo la presencia de microorganismos hace

que la remoción acelere el proceso.

Bocángel (2016) evaluó la eficacia de un consorcio bacteriano que aisló en la base Peruana "Machu Picchu" - antártida en la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos, el consorcio fue integrado por *Pseudomonas putidas*, *Pseudomona sp.*, *Pseudomona aeruginosa*, *Stenotrophomonas rhizophila* y *Paenibacillus lautus* , lo cual realizó tres tratamientos uno con el consorcio psicrotolerante, el segundo con el consorcio bacteriano control positivo que lo conformó la *Pseudomona aeruginosa* y un *Bacillus subtilis* y el tercer tratamiento fue el control abiótico. Tuvo como resultado que en 180 días el consorcio de control positivo tuvo una remoción de 37.30%, el control abiótico un 11.96% y el psicrotolerante alcanzó el 58.41% de remoción siendo el más efectivo en la biorremediación de los suelos contaminados.

Vallejo, Sandoval, Garagoa y Bastos (2015) evaluaron el efecto de la bioestimulación sobre la biorremediación de hidrocarburos en suelos contaminados con alquitrán el cual se generó durante la producción del carbón vegetal artesanal. Realizaron dos tratamientos uno con fertilizante inorgánico compuesto, también urea más K_2HPO_4 , así mismo realizaron controles de atenuación natural y abiótico. Además, hizo un seguimiento de la biorremediación a través de mediciones fisicoquímicas y microbiológicas, donde concluyó que el tratamiento FIC tuvo un 28%, el tratamiento de Urea con un 24% y en el control de atenuación natural un 6%.

Buendía (2013) sustentó la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante el compost de aserrín y estiércol donde fueron empleados como sustrato en la planta indicadora de *Zea Mays L.* (maíz) en un periodo de dos meses teniendo como resultado el 25% de remoción de hidrocarburos presentes en el suelo.

Pérez, Castañeda, Castellanos, Jimenez, Tapia y Martínez (2011) evaluaron en México la degradación de antraceno utilizando la planta *Zea mays* (maíz) y *Phaseolus vulgaris* (frijol) para fitorremediar en 15 a 30 días de desarrollo. Teniendo el 84% de remoción de antraceno a los 30 días de desarrollo, además las raíces y tallo en las plantas tratadas tuvieron una longitud mayor.

Llanos (2011) evaluó la eficiencia de bacterias nativas del distrito de Pimentel, Lambayeque para la remediación de suelos contaminados por petróleo aplicando las técnicas de bioestimulación y bioaumentación obteniendo hasta un 45% de eficiencia.

Flores, Gómez y Martínez (2008) seleccionaron bacterias con la capacidad de degradar hidrocarburos encontrados en los manglares del caribe colombiano, donde 9 de 21 cepas fueron capaces de degradar el 68.6 % de hidrocarburos, donde los géneros *Klebsiella*, *Chromobacterium*, *Flavimonas*, *Enterobacter*, *Pseudomonas* y *Bacillus* las cuales tuvieron potencial enzimático para degradar hidrocarburos.

Según Acosta (2015) el suelo es un recurso natural de suma importancia, el cual permite la realización de diversas actividades agrícolas, forestales, ganaderas, etc. (Yoplac y Tuesta, 2018, p. 01). Así mismo, Chung (2008), la contaminación de suelos es un problema que cada día se vuelve más perjudicial ya sea por el uso de fertilizantes, químicos esto hace que aumente el rendimiento, pero con el uso excesivo, las altas concentraciones de contaminantes se vuelve muy perjudicial afectando directamente al suelo y agua ya sea en el desarrollo de un cultivo, la fertilidad de suelo en las distintas etapas de evolución de los cultivos y por otro lado afecta el agua ya que es el principal suministro para la agricultura y animales que se abastecen de o volviéndose en una grave amenaza para la salud principalmente afecta a zonas rurales agrícolas (p. 414).

Kraus (1998), El petróleo crudo se caracteriza por ser la formación de hidrocarburos, los cuales son compuestos de átomos de carbono e hidrógeno, así mismo, posee compuestos naturales de azufre, nitrógeno y oxígeno. Según Rosini (1960) cuando se menciona petróleo crudo se habla acerca del petróleo extraído de un pozo, siendo un producto de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica que con la alta presión y temperatura se puede convertir en gas natural, crudo y sus derivados citado en (Ángeles, 2018, pg. 03).

Velásquez (2017) los hidrocarburos en las etapas de explotación, extracción y transportes es muy probable que generen contaminación afectando a la fertilidad a través de la toxicidad directa al suelo y por ende a los organismos presentes en el, reduciendo la retención de humedad y/o nutrientes, cambiando el pH y la salinidad, además la toxicidad de hidrocarburos alifáticos y aromáticos son variables, pero los de menor peso molecular son los más tóxicos (p.153).

En referencia a Perú, el sector petrolero es importante para la economía, sin embargo, la contaminación por este tipo de sustancias es cada vez mayor afectando la flora, fauna y salud humana, por ello es importante que se conozca la realidad y por ende los procesos que salen afectados como la agricultura, economía, la degradación del ambiente, con ello problemas sociales (Velásquez, 2017, p. 154).

Una alternativa de solución, es el uso de metodología biológica de biorremediación, se basan en el aprovechamiento de la actividad de microorganismos autóctonos del suelo para llevar a cabo la descomposición de los HC, a fin de reducir la concentración de los mismos hasta niveles permitidos sin la generación de compuestos nocivos, la biorremediación de los suelos, se basa en el empleo de organismos vivos como levaduras, bacterias, hongos, microalgas, plantas y sistemas biológicos o enzimas (Rivera, Rivera, Andrade, Heyer, De la Garza, Castro, 2018, p. 250).

Diversos microorganismos tienen la capacidad de degradar hidrocarburos dependiendo de las características y el contenido de materia orgánica que tenga el suelo, los hidrocarburos de mayor peso molecular y de menor solubilidad se absorben en los microporos de las partículas del suelo, siendo inaccesible como fuente de energía y carbono para los microorganismos. Tras esta situación existen surfactantes que actúan logrando incrementar la biodisponibilidad mediante el acto paralelo de desorción y solubilización del contaminante. Sin embargo, la toxicidad e inhibición puede disminuir el potencial del uso en la biorremediación (Riojas, Torres, Mondaca, Balderas y Gortáres, 2010, p. 04).

La biorremediación es el proceso en el que los microorganismos (bacterias, hongos, algas, etc.) autóctonos o inoculados degradan, metabolizan, transforman o mineralizan los contaminantes. Los procesos biorremediadores pueden ser de periodos a largo plazo (natural), o puede ser en menor tiempo aumentando la biomasa microbiana (bioaumentación y bioestimulación), (Miliarium Aureum, 2004, p. 02).

La biorremediación se puede dar por la bioestimulación, siendo una técnica donde se adicionan macro y micronutrientes estimulando el crecimiento microbiano para aumentar la población de microorganismos en el suelo ayudándose de las condiciones ambientales. También se da en la bioaumentación, donde consiste en adicionar microorganismos autóctonos cultivados en laboratorio capaces de hacer el proceso degradador, Esta tecnología ha sido muy estudiada a nivel laboratorio, sin embargo, poco se ha implementado a grandes escalas ya que por sí sola, esta tecnología presenta la desventaja de desarrollar procesos antagónicos con los microorganismos nativos, una vez que comienza el proceso de degradación (Godleads, Prekeyi, Samson y Igelenyah, 2015, p.02).

También se desarrolla un método de biorremediación llamado Bioventeo este es una evolución de la tecnología de extracción de vapores está desarrollada para remover hidrocarburos volátiles opera mediante la inyección de oxígeno, para remover los compuestos no acuosos de la fase líquida este puede funcionar con alta humedad y tamaño de partícula fina. las consideración más importantes en el bioventeo son el volumen del oxígeno y la velocidad de inyección al suelo, estas técnicas se dan en in situ es decir, se realiza en el mismo sitio en donde se encuentra la contaminación (Metcalf y Eddy, 1996).

Así mismo existe la atenuación natural que a pesar de no estar considerado como técnica de remediación la incluyen en las técnicas in situ, consistiendo en la biotransformación natural usando los procesos físico- químico reduciendo así concentraciones de contaminantes por dispersión, volatilización y dilución. Además, esta técnica puede ser desarrollada con la presencia o ausencia de oxígeno (Ponce, 2014, p. 32).

Por otro lado, hay técnicas desarrolladas ex situ, esta técnica requiere de excavación, remoción antes de su tratamiento que se pueda realizar en el mismo sitio, dentro de estas tenemos: Landfarming, Biopilas, Biosuspensión.

El tratamiento del terreno o Landfarming, es una técnica donde se excavan los suelos contaminados extendiéndolos en un área amplia, adecuando condiciones para los lixiviados, promoviendo así la degradación de los hidrocarburos por los microorganismos, la cual es una técnica que se usa mayormente para la biorremediación de lodos contaminados por hidrocarburos (Suárez, 2013, p. 28).

Biopilas, es un tratamiento de biorrecuperación en condiciones no saturadas, consta en la reducción de la concentración de contaminantes derivados del petróleo, la técnica consiste en la formación de pilas con material biodegradable, formado por suelos contaminados y materia orgánica (compost) en condiciones favorables para la biodegradación de los contaminantes. La ventaja de esta técnica es que es muy eficiente en el tratamiento de residuos con bajas concentraciones de hidrocarburos, y por ser un sistema cerrado permite un mayor control de las condiciones climatológicas y así un mejor resultado en el proceso (Suárez, 2013, p.29).

También la biosuspensión es un sistema reactor en el cual se excava el suelo contaminado después se introduce en un reactor añadiendo nutrientes, agua y cultivos microbianos para que empiece la degradación, en comparación con otros procesos de remediación los reactores de suspensión tienen mayor contacto con los contaminantes, el agua, los nutrientes y los microorganismos presentes es por ello que es más efectiva (Ponce, 2014, p. 37).

Así mismo, Leahy y Colwell (1990) para la biorremediación el grupo microbiano más activo por su variedad de especies, géneros y versatilidad metabólica son las bacterias. Los *Xenobióticos* más comunes para la biorremediación de suelos y agua son: *Pseudomonas spp*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Nocardia* y *Bacillus*. El género *Sphingomonas* a comparación con la *Pseudomona putida*, *P. fluorescens* y *P. aeruginosa*, presenta mayor velocidad de degradación de diferentes hidrocarburos aromáticos polinucleares, así mismo la cepa *Pseudomona paucimobilis* es caracterizada por su efectividad de mineralizar fenantreno, fluoranteno, xileno,

tolueno, bifenilos, salicilato y hasta pesticidas (Brutti, Beltrán y García, 2018, p. 140).

Martínez (2004) la *Pseudomona aeruginosa* es una especie de bacterias Gramnegativas aeróbicas, con motilidad unipolar, con la capacidad de crecer en combustibles, ya que se nutre de hidrocarburos generando corrosión microbiana (Abasolo y Morante, 2019, p. 32).

Así mismo, genéticamente la *Pseudomona* es voluble, posee operones, transposones y plásmidos, permitiendo la transferencia de genes y con ello la rápida adaptación en ecosistemas contaminados, también tiene genes que recopilan enzimas que realizan la mineralización donde al producir surfactantes o tensoactivos en la fase estacionaria la *Pseudomona aeruginosa* solubilizar los compuestos hidrofóbicos (Gómez et al, 2008, p. 78).

Al utilizar la *Pseudomona spp* para la biorremediación se tiene en cuenta que al pertenecer a una población nativa ya está interactuando con otros microorganismos formando así conjuntos microbianos, estableciéndose procesos simbióticos como la *Pseudomona spp* y *Arthrobacter* para degradar fluoreno sin acumular de 9-fluorenona, metabolito de oxidación intermedia o de mutualismo en cultivos mixtos de *Rhodococcus erythropolis*, *Bacillus cereus* y *Pseudomonas fluorescens* para la degradación de hidrocarburos poliaromáticos (Gómez, Gutiérrez, Hernández, Losada, Mantilla y Hernández, 2008, p. 78).

Hong (2002) otra especie de bacteria utilizada para degradar hidrocarburos es la *Sphingomonas wittichii RW1*, que en condiciones anaeróbicas tiene la capacidad de transformar el diclorobenceno, produciendo el metabolito clorocatenol y el tetraclorodibenceno. También las *Cianobacterias* contribuyen a la degradación de suelos por hidrocarburos, según Abed, Safi, Koste, Beer, Nahhal, Rullkotter y García (2002) las especies *Phormidium* y *Oscillatoria* en siete días tienen la capacidad de degradar el n-octadecano y el ristano en un 25 y 34%, respectivamente (Torres, 2003, p. 04).

No obstante, los hongos también han sido estudiados en el proceso de degradación de hidrocarburos, como el hongo *Penicillium janthinellum* que tiene las cualidades tecnológicas como la producción de enzimas tales como celulasas, xilanasas y proteasas, el cual tiene la capacidad hasta del 40% de remoción de HTP siendo eficiente para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos (Cerna, 2018, p. 16).

Según Boldu, Vervoort y Groenestijn (2002) el hongo *Cladophialophora* sp. No es capaz de degradar el benceno, pero si tiene la capacidad de degradar compuestos alcalinizados (tolueno, etilbenceno y xileno). El mecanismo de degradación es una mezcla de asimilación y cometabolismo, siendo el tolueno y el etilbenceno la fuente de carbono y energía, actuando la enzima monooxigenasa encargándose de degradar el tolueno, etilbenceno y el xileno. (Torres, 2003, p. 04).

Con respecto a la técnica de fitorremediación para la recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos, Liu, Jadeja, Zhou, y Liu, (2012) existe una amplia diversidad de especies como: *Aristata del gaillardia*, *Echinacea purpurea*, *Lastón*, *Fire Phoenix* y *Medicago sativa*, ya que son capaces de reducir los niveles de TPH Y PAH eliminando hasta el 49.42% por su variación en la biomasa de las plantas (Peña, Zambrano, Baquerizo, Antón y Solórzano, 2019, p. 222).

Brutti et al (2018) *Cynodon dactylon* (los pastos) son especies vegetales que son más sugeridas como plantas eficientes para la degradación de hidrocarburos, ya que poseen un sistema radical fibroso, abarcando una amplia área de superficie por unidad de volumen de suelo, además que prolifera cerca de la superficie donde se localiza la mayor concentración de HDP (p. 206).

Leersia hexandra Swartz (Oryzaceae, Poaceae) es un pasto que crece en zonas contaminadas con petróleo, siendo una especie endémica del estado de Tabasco México, siendo una opción significativa para el desempeño en la contaminación de suelos debido a su crecimiento en humedales, por su raíz rizomatoso y largos estolones fibrosos, teniendo la capacidad de producir biomasa vegetal y fitorremediar Gleysoles con petróleo en ambientes tropicales inundables teniendo hasta en 66% de HTPF y 87% de HTPI de remoción, respectivamente en los suelos contaminados por hidrocarburos (Arias, Rivera, Roldán, Aceves, Quintero y

Hernández, 2016, p. 22).

La *Paspalum Densum* (cortaderas) es una planta herbácea que tiene el sistema radical fibroso de forma continua y densa rizosfera, se caracteriza por su adaptabilidad a condiciones extremas, hasta logrando germinar después de incendios con el fin de eliminar plantas indeseables de los pastizales, así mismo tiene la capacidad de crecer en suelos contaminados por petróleo remediándolos en diferentes periodos de tiempo (Maceo, Torres, Alarcón y Salgado, 2017, p. 26).

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación:

Este proyecto de investigación fue de tipo aplicada, según (Chávez, 2007, p.134), nos dice que la investigación aplicada tiene como fin principal resolver un problema en un corto plazo, de forma empírica basándose en conocimientos teóricos y evidencias, aplicar acciones concretas e inmediatas para enfrentar un problema, por lo tanto se refiere a una acción immanente y no al desarrollo de la teoría y sus resultados, ya que en nuestra investigación contamos con diversos antecedentes, teorías, métodos de biorremediación, esto hace que se genere confusión en los investigadores gracias a esta investigación queremos aportar para esclarecer la eficiencia de los microorganismos en la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos a toda la comunidad investigadora.

El diseño de investigación:

El presente proyecto de investigación fue de diseño narrativo de tópicos, donde Creswell (2005) menciona que el diseño narrativo es como un esquema de investigación, además una manera de intervenir al narrar una historia con secuencia de acontecimientos. Así mismo, según Mertens (2005) de tópicos está orientado en un tema, que conlleva a tener sucesos o fenómenos (Salgado, 2007, p. 73). Puesto que en la investigación plasmada se adquieren diferentes acontecimientos de manera secuencial para llevar a cabo el desarrollo de los objetivos dados, así mismo llegar a una conclusión de la diversa información adquirida siendo una manera compleja de llegar a una solución para los suelos contaminados por hidrocarburos.

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

Para este proyecto de investigación se elaboró una matriz para la caracterización de la tesis (tabla 1), donde se mencionan las categorías y subcategorías, así como los criterios que se tendrán en cuenta para sintetizar y analizar la información adjuntada y recopilada en el desarrollo de la investigación.

Tabla 1. Matriz de categorías apriorísticas

Objetivos específicos	Problemas específicos	Categoría	Sub categoría	Unidad de análisis
Identificar el grado de degradación de petróleo por el consorcio de la Pseudomonas.	¿Cuál es el grado de degradación de petróleo por el consorcio de la Pseudomonas?	Parámetros	- Tiempo - % de remoción	Ali et al, 2018. Charles et al, 2017. Chebbi et al, 2017. González José, 2011. Ebadi et al, 2017. Khudur et al, 2019. Martino et al, 2012. Pérez Marco, 2018. Zhoua et al, 2017. Varjani et al, 2018. Taccari et al, 2012. German et al, 2020. Patowarya et al, 2018. Kuang-Yi et al, 2015. Furmanczyk et al, 2017. Zhenga et al, 2018. Suna et al, 2019. Wang et al, 2013. Bracho et al, 2013. Fernández et al, 2006. Marc Viñas Canals, 2005.

<p>Determinar el efecto de la salinidad en la actividad microbiana y en el proceso de biorremediación de suelo contaminado por petróleo.</p>	<p>¿Tiene algún efecto la salinidad en la actividad microbiana y en el proceso de biorremediación del suelo contaminado por petróleo?</p>	<p>Biorremediación</p>	<p>- Tiempo - % de remoción - Crecimiento microbiano</p>	<p>Vega et al, 2016. Yuri Puicon, Jasmin E. Hurtado, 2017. Bach. Roberto Junior Ugaz Llontop, 2019. Leslie Vicenta Yaya Chileno, 2017. Xu et al, 2016. Pasumart hi et al, 2013. Huachi Laura, 2016. Mukherjee, 2007. Ramadass et al, 2019. Blaise et al, 2016. Li et al, 2020. Meng et al, 2018. Mayz y Lorna, 2017. Ta-Chen et al, 2010. Sorkhoh et al, 2011. Rivadeneira y Cedeño, 2016. Ramírez et al, 2012.</p>
--	---	------------------------	--	---

Fuente: Elaboración propia

3.3 Escenario de estudio

3.3.1 Suelos salinos

Los suelos salinos suelen tener una estructura dura y grumosa por la interacción del sodio con las partículas del suelo donde el alto contenido de sodio y potasio en los suelos tienen un impacto significativo entre el suelo y el agua que conducen la erosión teniendo una pérdida de vegetación, así mismo los suelos salinos alcanzan un pH de 8.5 y la conductividad eléctrica es mayor a 4 dS/m (decisiemens por metro), la salinización de suelos es la acumulación de sales presentes en el suelo lo cual hace que el crecimiento de las plantas sea limitado, además es aplicable a la presencia de solutos inorgánicos, como metales alcalinos y alcalinotérreos, como el sodio y el calcio, también los aniones asociados como el cloruro, sulfato y carbonato (Amelié, 2019, p. 03).

En los suelos salinos y en los suelos sódicos la partícula de arcilla se disgrega, la salinidad presente en el suelo impide la actividad microbiana, la biomasa y la composición de especies del microbioma, así mismo la salinidad no solo perjudica al crecimiento de las plantas si no debilita la estabilidad de la clorofila alterando la fotosíntesis (Nayer Azam y Narges, 2019, p. 5).

Además, los suelos salinos entran en una retroalimentación negativa de la pérdida del carbono orgánico del suelo, ya que la disminución de la fertilidad y las actividades microbianas enzimáticas conducen a una menor producción de biomasa, lo que afecta negativamente a la distribución y la estabilidad de los agregados en el suelo y promueve una mayor fracción de los aportes de la planta en la materia orgánica acumulada (Daliakopoulos, Tsanis, Koutroulis, Kourgialas, Varouchakis, Karatzas y Ritsema, 2016, p. 733).

3.3.2 Pseudomona

La *Pseudomona* es una bacteria de gramnegativo el cual corresponde a las proteobacterias, además es conocida por la versatilidad metabólica y su capacidad de colonizar grandes nichos ecológicos, como la rizosfera, así mismo una de sus características que destaca es su alta resistencia intrínseca a los antibióticos y antisépticos lo cual se da por la baja permeabilidad de la membrana externa (Chevalier, Bouffartigues, Bosilis, Maillot, Lesouhaitier, Feuilloley, Orange, Dufour y Cornelis, 2017, p. 699).

El grupo de bacterias *Pseudomona* son patógenas oportunistas que producen mono y di ramnolípidos, donde su vía de biosíntesis involucra a la manosiltransferasa RblB y RhIC. Así mismo, diversos estudios señalan que la producción de ramnolípidos en *Pseudomona aeruginosa* es controlado por la regulación genética (transcripcional y postranscripcional) del sistema caracterizado por la secreción y detección de moléculas de señal autoinductores (Somoza, Wong, Blanco, Pérez, Mora, Mora, Rivas, De la Portilla, Lugo, Vaca, Del Aguila y Yañez, 2019, p. 3).

3.4 Participantes

Crespo y Salamanca (2007) menciona que, en la investigación cualitativa, para obtener mejores datos y de dónde los obtenemos es la selección de los participantes del estudio, los cuales nos resultan desconocidos cuando lo iniciamos y es la propia información obtenida la que va guiando el muestreo abordando la selección según sea el objetivo de la investigación y los distintos tipos de muestreo utilizados en los estudios naturalistas.

En el presente proyecto de investigación los participantes fueron los diversos artículos que se encontraron dentro de las plataformas ScienceDirect, Scopus, Scielo, Google académico, Pubmed y concytec donde en las cuales se encuentran revistas indexadas, siendo parte del estudio para llegar a los objetivos trazados.

Tabla 2. *Participantes de información*

Plataformas de información	
ScienceDirect (30)	Artículo científico (45)
Scopus (5)	
Google académico (2)	
Scielo (8)	Tesis (5)
Pubmed (1)	
Concytec (4)	

Fuente: Elaboración propia

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Arzuaga, Piñerez y Luquez (2015) mencionaron que la investigación tiene como base el método científico, donde se incluyen técnicas de observación, reglas para el razonamiento y la predicción, ideas para la experimentación y una manera adecuada para dar resultados, así mismo una técnica es básicamente observar atentamente el fenómeno para adquirir información y ser analizada.

Técnicas: Análisis documental

Tamayo Y Silva (2019) mencionaron que, en el análisis documental a diferencias de otras técnicas, se encarga de recopilar datos de fuentes secundarias como libros, boletines, revistas, folletos, etc. Sobre información de interés. Así mismo en esta técnica el instrumento que se usa para profundizar el conocimiento de la exploración es la ficha de registro de datos.

En este proyecto de investigación se realizó un análisis documental en torno a los procesos de la información recopilada para adoptar y decidir sobre el tema a tratar y los aspectos para evaluar, los criterios y la coordinación entre los participantes implicados.

Instrumentos: Descripción ficha de análisis (Anexo 1)

3.6 Procedimientos

El presente proyecto de investigación se desarrolló en tres fases, así como se muestra en la figura 1, teniendo en cuenta la técnica, los criterios, selección y el análisis para sistematizar la información recopilada.

Tabla 3. Resumen de criterios de búsqueda

Tipo de documento	Cantidad	Palabras clave de búsqueda	Criterios de inclusión	Criterios de inclusión
Artículo científico	45	bioremediation, saline soils or microorganisms	Artículos publicados en los años 2015 – 2020	Artículos publicados antes del 2014
			Artículos publicados en Plataformas de revistas indexadas	Artículos no publicados en Plataformas de revistas indexadas
			Artículos publicados en Latinoamérica	Artículos publicados en países que no son parte de Latinoamérica
Tesis	5	biorremediación de suelos con microorganismos	Artículos publicados en inglés Artículos que tengan representatividad de datos a base de sus resultados	Artículos publicados en idiomas diferentes al inglés Artículos que no representan sus resultados

Fuente: Elaboración propia

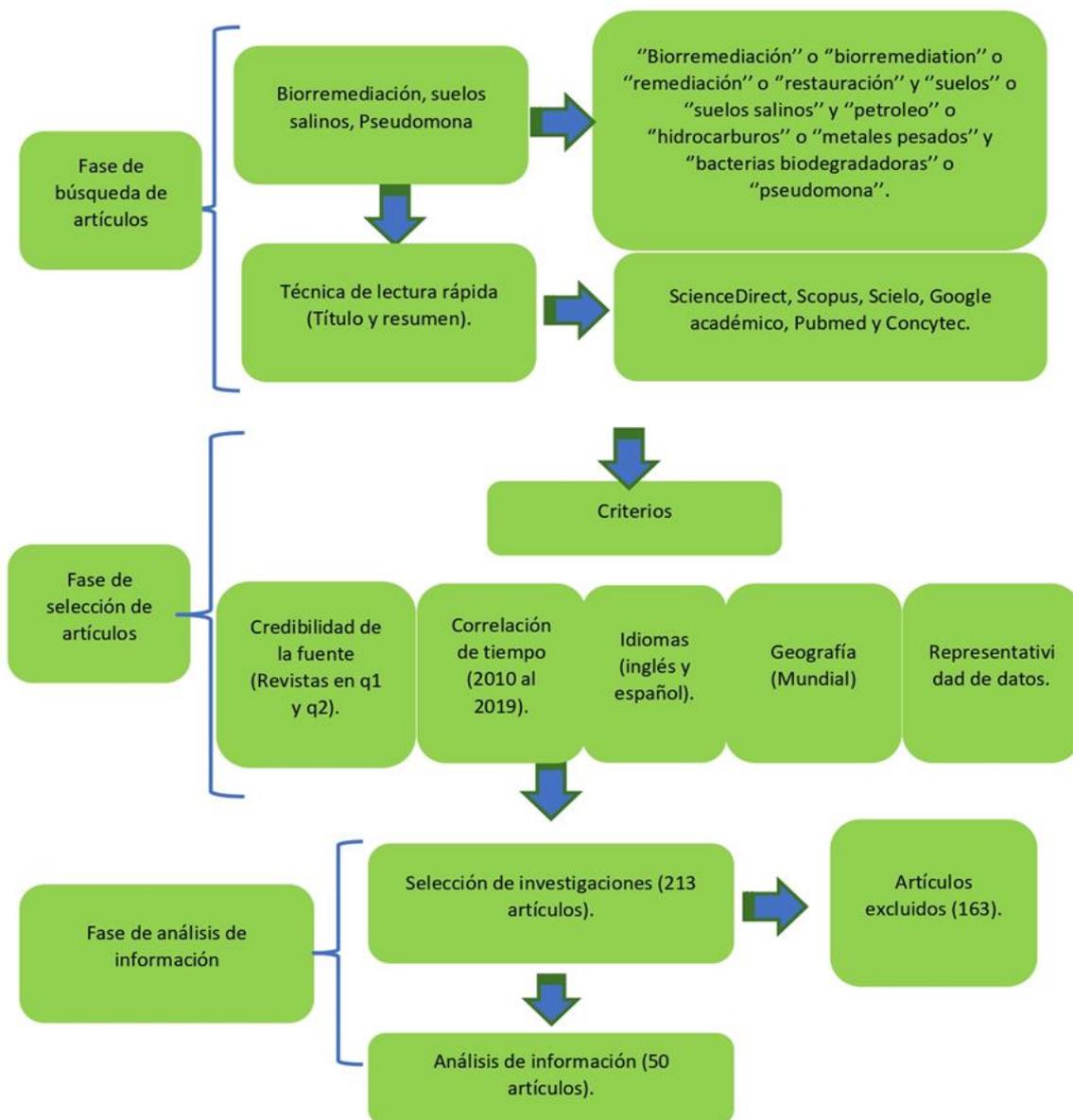


Figura 1. Proceso de elaboración de revisión sistemática

Fuente: Elaboración propia

3.7 Rigor científico

Erazo (2011) mencionó que una parte importante de los conceptos que adquirimos acerca de la naturaleza de la ciencia, el método científico, la investigación científica y sus criterios de rigurosidad tienen un fundamento conocido como ciencia positiva, que de alguna manera al igual que otras ciencias sociales, las ciencias de la educación pretenden tener una identidad al modo de las ciencias naturales, tratando de naturalizar los fenómenos humanos de manera que se pueda explicar y predecir de alguna manera, el cual se busca el conocimiento verdadero, universal y objetivo (p. 109).

3.7.1. Consistencia lógica:

El presente proyecto de investigación fue organizado de una manera ordenada, principalmente basándonos en la realidad problemática permitiéndonos ante ello el planteamiento de los objetivos dados, realizando búsqueda de información acerca del tema, descargando archivos que cumplieran con los criterios establecidos, teniendo una lectura rápida en la introducción y/o resumen para tener un desarrollo de manera secuencial y llegar a cumplir con todas las metas propuestas.

3.7.2. Credibilidad:

Todos los archivos analizados en el presente trabajo fueron de fuentes confiables basando la credibilidad en artículos científicos de revistas indexadas como lo es ScienceDirect, Scopus, Scielo, etc, por lo cual los resultados de esta investigación son creíbles, teniendo información real y así siendo de gran aporte para la comunidad científica y social teniendo información clara y concisa en el tema de biorremediación de suelos salinos contaminados por petróleo, evitando la confusión en los investigadores con la diversa información existente en la nube.

3.7.3. Transferencia:

En la investigación plasmada se utilizó artículos para analizar y uniformizar el concepto del medio de tratamiento para los suelos salinos contaminados por petróleo, siendo el método más óptimo la bioaumentación y así mismo teniendo como especie más estudiada y con mayores resultados la *Pseudomonas*.

3.8 Método de análisis de información

Sarduy (2007) menciona que en los análisis de información se ha experimentado grandes crecimientos en un ritmo en el que la potencia informática crece exponencialmente todos los años, obligando a los especialistas a recurrir a sistemas de análisis para sacar su máximo valor (p. 2).

Araujo (2012) menciona que el análisis crítico de la literatura es un proceso en el cual el lector evalúa, formando ideas potenciales de error en los resultados de alguna investigación, además que en el análisis crítico el lector trata de verificar, corroborar, si el estudio cumple con los criterios o condiciones metodológicas planteadas.

Así mismo en el presente proyecto de investigación se realizó el análisis crítico que parte de la lectura, la evaluación y el análisis en las similitudes y diferencias de los resultados. Además, se hizo la agrupación de categorías y subcategorías para realizar la búsqueda de información en diversas plataformas teniendo el cumplimiento de los criterios determinados en la matriz de categorización apriorística (tabla 1).

3.9 Aspectos éticos

Los aspectos éticos son las concepciones filosóficas- prácticas en las cuales se rige el ejercicio de la investigación científica y el uso del conocimiento producido por la ciencia los cuales demandan conductas éticas en el investigador (Moscoso y Díaz, 2018)

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se tuvo en cuenta los

principios éticos pertinentes para el estudio, haciéndose realce respecto a la autonomía, privacidad, etc.

La información expuesta fue utilizada únicamente para el desarrollo de este proyecto de investigación, siendo real y respetando los derechos de autor, citando según la norma vigente, evitando que se puedan mancillar la información de trabajos tomados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección, describimos el conjunto de conocimientos y estudios de las diferentes investigaciones analizadas, podemos destacar la investigación pioneros y paradigmas en términos de autores de alto rendimiento, institutos, revistas, y las metodologías utilizadas en este campo.

4.1. Remoción de hidrocarburos presentes en el suelo

4.1.1. Caracterización de la *Pseudomona*

El género *Pseudomona* es uno de los grupos más heterogéneo y ecológicamente importante de las bacterias, ya que los requerimientos nutricionales de las especies son simples, presentan un rol a destacar por su capacidad catabólica, requerimientos abióticos que no son muy vigentes y se adaptan fácilmente a condiciones adversas, permitiendo la participación activa en la remoción de hidrocarburos y metales pesados (Lujan 2019).

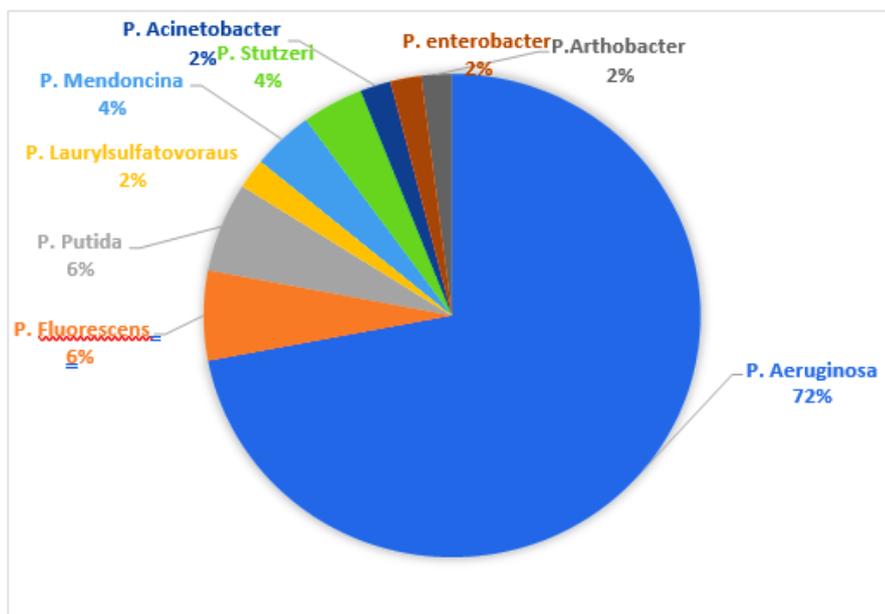


Figura 2. Porcentaje de uso de diferentes *Pseudomonas* en los estudios analizados

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se puede observar que la mayor cantidad de estudios (36 estudios)

utilizaron el consorcio bacteriano de *Pseudomonas Aeruginosa* siendo el 72% de los estudios analizados, 3 estudios utilizaron la *P. Fluorescens* siendo el 6%, de 3 estudios utilizaron la *P. Putida* siendo el 6%, sin embargo, las otras *Pseudomonas* fueron utilizadas en menos de 2 estudios siendo menos del 4% de los estudios analizados en el trabajo de investigación.

En los estudios de Pasumarth et al (2013), Huachi et al (2016) Ramadas et al (2019) demostraron que la cepa *Pseudomona* forman poblaciones nativas al interactuar , es decir, forman consorcios con diferentes bacterias originarias del suelo contaminado a tratar, además, que por su diversidad metabólica se considera un patógeno oportunista, que tiene la capacidad desintoxicante de ciertos contaminantes, convirtiendo a los hidrocarburos en subproductos inocuos como el dióxido de carbono y el agua, utiliza y degrada alcanos entre 11 y 40 átomos de carbono llegando a más del 60% de efectividad usándolos como sustrato.

También Zheng et al. (2018), Chebbi et al. (2017) y Zhou et al. (2020) mencionaron que la *Pseudomona* es productora de biosurfactante y surfactante que está concionado por su capacidad fisiológica de la cepa, siendo también importante la estructura química del hidrocarburo y los factores ambientales del suelo, incrementando la biodisponibilidad del hidrocarburo mediante la acción paralela de la desorción y solubilización del contaminante presente, el cual permite la transferencia de masa y biodegradación, además de actuar en una inhibición y/o toxicidad de la población microbiana. Así mismo mejora la biodisponibilidad de dos formas; la velocidad de dilución aumenta mediante la separación de los hidrocarburos por las micelas, además que el surfactante influye en el proceso de dilución ya que interactúa con la superficie del sustrato aumentando el crecimiento microbiano.

4.1.2. Remoción de hidrocarburos en los suelos por una sola *Pseudomona*.

Tabla 4. Remoción de hidrocarburos en los suelos por una sola *Pseudomona*.

País	Bacterias (Nombre)	Remoción de hidrocarburos	Referencias
Irán	P. aeruginosa	63% de remoción de hidrocarburos totales de petróleo	Ali et al, 2018.
India	Pseudomona aeruginosa	87,2% de remoción de hidrocarburos totales de petróleo	Charles et al, 2017.
Tunisia, África.	P. aeruginosa	Degradó alrededor del 80% del fenantreno	Chebbi et al, 2017.
México	P. aeruginosa	Remoción de hidrocarburos totales de petróleo 76.75%	González José, 2011.
Irán	P. aeruginosa	Degradación del petróleo crudo en una cantidad de 49,5,%	Ebadi et al, 2017.
Australia	P. aeruginosa	Reducción del 95,9% de hidrocarburos totales de petróleo	Khudur et al, 2019.
Nigeria.	Pseudomona fluorescens	Degradó alrededor del 65.5% de hidrocarburos totales de petróleo	Martino et al, 2012.
Ecuador	Pseudomonas fluorescens	Degradación del 99,25 % para hidrocarburos aromáticos policíclicos y 97,50% para hidrocarburos totales de petróleo.	Pérez Marco, 2018.
China	cepa autóctona productora de BS Acinetobacter sp	76.7% de eficiencia de remoción.	Zhou et al, 2017.

India	P. aeruginosa	92,97% de la degradación de fenantreno	Varjani et al, 2018.
Italia	Pseudomonas aeruginosa	95,6% de eliminación de HTP.	Taccari et al, 2012.
Colombia	Pseudomonas aeruginosa	Degradación del 92%	German et al, 2020.
India	P. aeruginosa	Degradación de la HTP era de 86,1.	Patowarya et al, 2018.
China	P. aeruginosa	Metabolizó el petróleo crudo en un 90,52%.	Kuang-Yi et al, 2015.
Polonia	Pseudomonas laurylsulfatorans	Pseudomonas laurylsulfatorans tuvo un 97,27% de degradación de hidrocarburos.	Furmanczyk et al, 2017.
Estados unidos	P. Putida	se degradó 61,0% de los HTP	Zhenga et al, 2018.
China	P. Aeruginosa	La biodegradación de los HAP se incrementó en un 61,47% con la inoculación de la cepa S5.	Suna et al, 2019.
China	Pseudomonas	Las fracciones relativas de hidrocarburos saturados disminuyeron del 28%	Wang et al, 2013.
Venezuela	Pseudomonas	Fueron capaces de degradar naftaleno, antraceno, fenantreno y DBT. Tres de estas, el equivalente al 42,85%	Bracho et al, 2013.
Venezuela	Pseudomonas	Se observó una degradación significativa de antraceno (85%) y	Fernández et al, 2006.

pireno (55%)

Barcelona	Pseudomonas mendocina	Se determinó que el 80% de los TPH fue degradado, entre ellos el 50% de fenantreno.	Marc Viñas Canals, 2005.
Ecuador	Pseudomonas spp.	La Pseudomonas spp. degradado el 84,62% de hidrocarburos de petróleo porque utilizaron el contaminante como fuente de carbono y energía	Vega et al, 2016.
Perú	Pseudomonas spp.	bioremediación 90% de hidrocarburos totales de los suelos.	Yuri Puicon, Jasmin E. Hurtado, 2017.
Perú	Pseudomonas spp.	Degradación fue de 83%, demostrándose el potencial de Pseudomonas sp. 6 para la biorremediación.	Bach. Roberto Junior Ugaz Llontop, 2019.
Perú	Pseudomonas Aurigonosa	disminución de Hidrocarburos totales de petróleo en un 55.3%	Leslie Vicenta Yaya Chileno, 2017.
China	Pseudomonas sp	eficiencia de eliminación del 88,21%	Xu et al, 2016.

Fuente: Elaboración propia

Para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos hay estudios donde la especie de *Pseudomona* más utilizada fue la *Pseudomona*

Aeruginosa, así como se observa en la tabla 5, que son 26 estudios, los cuales consideran que el método que se utiliza por una sola cepa es de mucha más facilidad y eficacia, así mismo, usaron el método experimental, teniendo un área de muestreo, identificación, aislamiento y caracterización de las especies de *Pseudomonas* para la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos (Ma et al, 2016, p. 18).

La *P. aeruginosa* tiene la capacidad de remover más del 50% de hidrocarburos totales de petróleo presentes en los suelos contaminados, porque los ramnolípidos producidos por esta cepa mejora la biodegradación adicionando además cultivos de nutrientes, demostrando que tienen una gran afinidad por una variedad de iones metálicos específicos, facilitando la remoción de metales pesados (kishore, 2006, p. 5).

Los cuales permitieron que Varjani et al. (2018) remueva los hidrocarburos totales presentes en el suelo contaminado teniendo una eficacia del 92% de remoción, usando el método de bioaumentación, adicionando también fósforo como nutriente para el suelo, Taccari et al (2012) con el método de bioestimulación y bioaumentación con la adición de abono causó un aumento progresivo de bacterias aeróbicas cultivantes más la *P. Aeruginosa* que aumentación el contenido de biomasa beneficiando a la biorremediación con un 95% de remoción de hidrocarburos y Zafra et al (2020) a través del proceso de bioestimulación y bioaumentación mediante pruebas de antagonismo microbiano tuvo un 92% de remoción de hidrocarburos.

Sin embargo, existen algunas contradicciones donde la *P. Aeruginosa* posee capacidad de degradar compuestos alifáticos, así como aromáticos y poliaromáticos en condiciones aerobias, microaerófilas y desnitrificantes, las cepas son reconocidas como patógenos oportunistas, Wang et al (2013) basado en métodos de cultivo independientes tuvo una remoción de 28% y Bracho et al (2013) con el método de solubilización y utilización de sustrato con un 42.85% de remoción;

demonstraron que la biorremediación por la *P. Aeruginosa* tiene menos del 50% de eficiencia.

La *P. Putida* es una bacteria saprofítica omnipresente, con un metabolismo extremadamente versátil que contiene extracromosómicos que contienen información genética necesaria para degradar benceno, tolueno, etilbenceno y xileno, naftaleno y compuestos derivados. Así mismo, la *P. Fluorescens* es un habitante común del suelo que contiene información genética cromosómica

para la degradación de hidrocarburos y carbohidratos, codifican enzimas de lipasa altamente activas, degradando dióxido de carbono a través de la B- oxidación. (Dashti et al, 2015, p. 53).

Así mismo la tabla representa estudios que utilizaron otro tipo de *Pseudomona* como Furmanczyk et al (2017) con un 97% de remoción por la *Pseudomona laurylsulfatovoraus*, Zhenga et al (2017) con 60% de remoción utilizando la *P. Putida*, Martino et al (2012) con un 65% de remoción utilizando la *P. fluorescens* y Pérez (2018) con un 97% de remoción utilizando la *P. Fluorescens*.

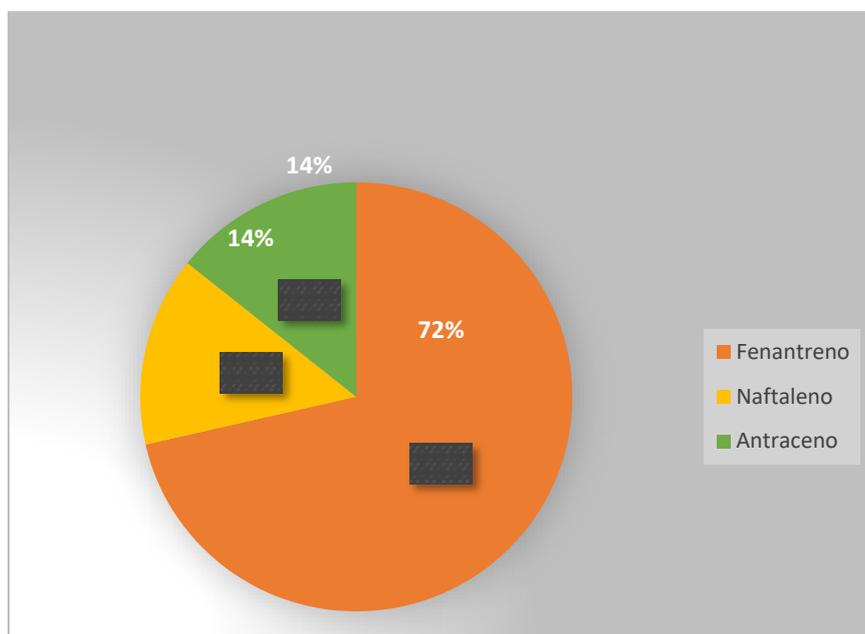


Figura 3. Hidrocarburos degradados por la Pseudomona Aeruginosa

Fuente: Elaboración propia

La figura 3 representa el porcentaje de los diferentes hidrocarburos que tuvieron protagonismo de remoción por la *Pseudomona Aeruginosa*, donde el 72% de los estudios mencionan que la cepa se enfoca en el fenantreno, el 14% de naftaleno y antraceno.

La *Pseudomona Aeruginosa* utiliza el contaminante fenantreno como fuente de carbono y energía, siendo capaz de degradar también naftaleno y antraceno, porque adaptan su metabolismo al ambiente contaminado usándolos como nutrientes, sustrato de carbonato insoluble, intercambio gaseoso reducido y estrés oxidativo siendo condiciones para la formación de ramnolípidos con potencial biorremediador en cultivo líquido, presentando una sola molécula de azúcar. Chebbi et al (2017), Varjani et al (2018) y Marc Viñas Canals (2005).

4.1.3. Remoción de hidrocarburos con más de dos tipos de *Pseudomonas*.

Tabla 5. *Tratamiento de remoción de hidrocarburos con más de dos tipos de Pseudomonas.*

País	Bacterias (Nombre)	Remoción de hidrocarburos	Referencias
India	P. aeruginosa y E. fergusonii	El 1-metil naftalina, 2-metil naftalina y 3-metil naftalina fueron degradados en un 85,5%, 69,5% y 33,2%, respectivamente. El mismo patrón se observó para el dibenzotiofeno con una degradación del 47,3%. Sin embargo, la degradación tasas de metil, dimetil y trimetil dibenzotiofeno fueron el 8,1%, el 8,8% y el 13,5%, respectivamente.	Pasumarthi et al, 2013.

Ecuador	Trichoderma sp Y Pseudomonas Aeruginosa	La degradación del tratamiento fue del 91%	Huachi Laura, 2016.
India	Bacillus subtilis y Pseudomonas aeruginosa	Degradación de la HTP fue 67.3%	Mukherjee, 2007.
Australia	P. aeruginosa y P. putida	P. aeruginosa provocó una mayor degradación de los hidrocarburos en un 22%. Por otro lado, la P. putida 18% de degradación de los hidrocarburos.	Ramadass et al, 2019.
Sudáfrica	Pseudomonas aeruginosa y Enterobacter xiangfangensis	Degradación de la HTP fue 75%	Blaise et al, 2016.
China	Sphingomonas changbaiensis y Pseudomonas stutzeri.	Degradación Sphingomonas changbaensis y Pseudomonas stutzeri 14%	Li et al, 2020.
China	Pseudomonas Putida, Bacillus subtilis	Degradación de 70%.	Meng et al, 2018.
Venezuela	Pseudomonas aeruginosa y Rhodococcus qingshengii.	degradación del 95% (ndodecano), 66% (tolueno) y 70% (naftaleno)	Mayz y Lorna, 2017.
Taiwan	Acinetobacter sp. y Pseudomonas aeruginosa	Degradaron hasta aproximadamente un 70%.	Ta-Chen et al, 2010.
Kuwait	Rhodococcus y Pseudomonas Aeruginosa.	el 30% del petróleo crudo	Sorkhoh et al, 2011.

Ecuador	Pseudomona aeruginosa y Pseudomona putida	La eficiencia de la P. aeruginosa fue de 89,8% mientras que la P. Putida fue de un 94%.	Rivadeneira y Cedeño, 2016.
Colombia	Enterobacter sp, Bacillus sp, Staphylococcus aureus, Sanguibacter soli, Arthrobacter sp y Flavobacterium sp P. Aeruginosa	Remoción total de 50,99%.	Ramírez et al, 2012.
Nigeria.	Bacillus sp. SB4, Pseudomonas Mendoncit a. SC8, Serratia sp. SC11 y Acinetobacter sp	Remoción 67% de alifáticos, 79% de aromáticos.	Dorcas et al, 2018.
China	C. korshinskii, Z. jujuba var. spinosa y P. sepium	C. korshinskii, Z. jujuba var. spinosa y P. sepium fueron significantes en un 51.09%-83.90%.	Zhang et al, 2015.
India	Lysinibacillus, Brevibacillus, Bacillus, Paenibacillus, Stenotrophomonas, Alcaligenes, Delftia, Achromobacter y la cepa	Se observó una reducción del 80% de la HTP en los microcosmos tratados.	Abhijit et al, 2014.

	de Pseudomonas Aeruginosa.		
China	Promicromonospora, Pseudomonas putida, Microcella, Mycobacterium, Alkanibacter y Altererythrobacter	Remoción en HTP en alifático (82,7%), grupo de los aromáticos (11,2%), (6,1%) compuesto de resinas y asfáltenos.	Wu et al, 2015.
China	Streptococcus sp., Shewanella sp., Bacillus sp., Pseudomonas sp., Marinobacteria sp., Thermobacter sp., etc.	50% de eliminación de hidrocarburos totales de petróleo.	Wang et al, 2017.
Iran	E. cloacae, E. hormaechei, y P. stutzeri	65,48% de remoción de queroseno.	Mojarada et al, 2016.
Perú	Pseudomonas Aeruginosa, Bacillus, Serratia, Hafnia y Enterobacter.	Pseudomonas 31% (18), seguido de Bacillus 17.2% (10), Serratia con 15.5% (9), Hafnia y Enterobacter, cada uno con un 10.3%.	Samanez Gibaja Elizabet, 2008.
Colombia	Klebsiella, Chromobacterium, Flavimonas, Enterobacter, Pseudomonas Putida y Bacillus	La disminución total de alifáticos en términos de n-alcános del 92.15%	Narváez et al, 2008.

China	Pseudomonas Aeruginosa, Bacillus subtilis, E. Colli	Biodegradación del petróleo crudo podría obtener hasta un 80%.	Meng et al, 2018.
China	Stenotrophomonas acidaminiphila NCW702, Alcaligenes faecalis, Pseudomonas mendocina, Pseudomonas aeruginosa, y Pseudomonas pseudoalcaligenes.	Se observó una degradación significativa de fenantreno alto (70,29%) y pireno (55,54%) en el microcosmos del suelo bioaumentado.	Mangwani et al, 2017.
Kuwait	Pseudomonas Aeruginosa, Mycobacterium, Sphingobium y Citrobacter	43% de degradación.	Dashti et al, 2015.

Fuente: Elaboración propia

Para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos existen estudios, donde utilizaron microorganismos de la misma especie y también de especies diferentes, las especies de *Pseudomonas* que se utilizaron fue la *P. Putida*, *P. Aeruginosa* y *Pseudomona stutzeri*, así mismo, consideraron que la mezcla de estas bacterias con otras bacterias y/o hongos tendrían mayor beneficio en la biorremediación (Mojarad, 2016). Ramadass et al (2019) y Rivadeneyra y Cedeño (2016) realizaron la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos utilizando la *P Aeruginosa* y *P. Putida*.

Donde compararon su capacidad de remoción de cada cepa. Ramadass et al (2019) tuvo como resultado que la *P. aeruginosa* provocó una mayor degradación de los hidrocarburos en un 22%, por otro lado, la *P. putida* 18% de degradación de los hidrocarburos, el cual se debió a la capacidad de producir biosurfactantes implicados en la biodegradación de hidrocarburos de petróleo hidrofóbicos, donde generalmente los aislamientos bacterianos se consideran productores de biosurfactantes o emulsionantes si son hidrofóbicos, siendo capaces de reducir la tensión superficial, donde los autores tienen resultados diferentes, mencionando que podrían facilitar la solubilización y absorción insolubles.

A diferencia de Rivadeneyra y Cedeño (2016) demostraron que, la eficiencia de la *P. Aeruginosa* fue de 89,8% mientras que la *P. Putida* fue de un 94%, esto se da porque la *P. Aeruginosa* resiste ambientes agresivos, desfavorable y cambiante, teniendo la capacidad nutricional para mineralizar hidrocarburos de petróleo. Además, posee la capacidad de degradar compuestos alifáticos como aromáticos y poliaromáticos en condiciones aerobias, microaerófilas y desnitrificantes.

Así mismo la *P. Putida* refleja su capacidad arrolladora para adaptarse en ambientes contaminados o no, atribuyendo distintas características físicas y químicas, adecuando así, un sistema de control genético que le puede facilitar a la regulación del metabolismo celular, donde la mutación de la cepa es responsable de cifrar una ruta degradadora de tolueno y xilenos, que según estudios califican a la *P. Putida* como una de las mejores cepas con mejores características con respecto a degradación de hidrocarburos teniendo una índole de genética y bioquímica.

Tabla 6. Porcentaje de remoción de hidrocarburos totales por *Pseudomona* y otro microorganismo según los estudios

Microorganismos	% de Remoción
Trichoderma sp Y <i>Pseudomona</i> Aeruginosa	91%
<i>Bacillus subtilis</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	67.30%
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> y <i>Enterobacter xiangfangensis</i>	75%
<i>Sphingomonas changbaiensis</i> y <i>Pseudomonas stutzeri</i> .	14%
<i>Acinetobacter</i> sp. y <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	70%
<i>Rhodococcus</i> y <i>Pseudomonas Aeruginosa</i> .	30%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se muestra el porcentaje de remoción de hidrocarburos usando la *Pseudomona* y adicionándole otro microorganismo sea bacteria u hongo de los resultados obtenidos por los estudios que se han analizado.

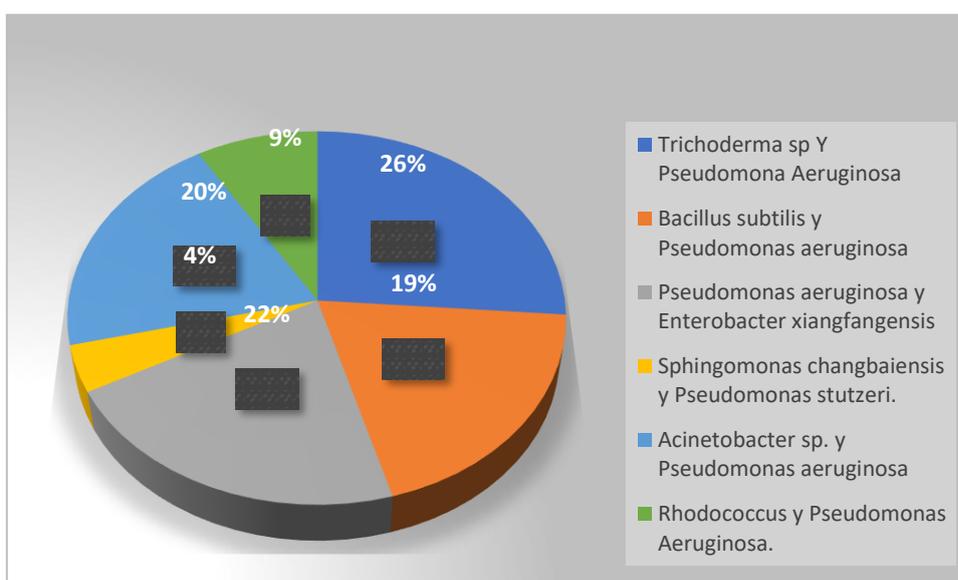


Figura 4. Porcentaje de uso de la *Pseudomona* con otro microorganismo según estudios analizados

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se muestra el porcentaje de los diferentes estudios obtuvieron como resultados utilizando la *Pseudomonas* adicionándole al tratamiento otro tipo de microorganismo.

E. fergusonii, es una bacteria de Gram negativo con la capacidad de utilizar el petróleo como fuente de carbono para el crecimiento. (Pasumarthi et al, 2013), La *Trichoderma sp*, es un hongo ampliamente beneficioso en las plantas y es utilizado como agente de control biológico contra diversos patógenos, tiene la capacidad de tomar los hidrocarburos como fuente de energía, es por ello, que el autor optó por usar este hongo para que su eficiencia en la biorremediación sea mucho mejor (Huachi Laura, 2016).

El *Bacillus subtilis*, es un hongo que habita comúnmente en el suelo es por ello que se adapta a las situaciones adversas, teniendo la capacidad de formar una resistente endospora protectora (Mukherjee, 2007 y Meng et al, 2018).

Mayz y Lorna, (2017) y Sorkhoh et al, (2011), mencionan que la cepa *Rhodococcus* tiene la capacidad de catabolizar diversos compuestos, produciendo esteroides bioactivos, acrilamida y ácido acrílico y su participación

en la biodesulfuración de combustibles fósiles, además de la capacidad para metabolizar contaminantes nocivos, como el tolueno y naftaleno.

Al utilizar diferentes microorganismos junto a la *Pseudomonas* se tuvo una mejor degradación de hidrocarburos en el suelo tratado, pues al combinar las capacidades que tiene la *Pseudomonas*, más las capacidades de los otros microorganismos, los tratamientos de los suelos tuvieron una mayor eficiencia y un buen resultado de remoción (Khudur et al, 2019, p. 942).

Efecto de la salinidad del suelo en la biorremediación

La *Pseudomona* tiene una gran capacidad biorremediadora, lo que hace que los ramnolípidos producidos sean de dos formas, los de una sola molécula llamado mono-ramnolípidos y la otra di-ramnolípidos, que incluyen un sistema de proteínas, estos ramnolípidos demostraron una gran afinidad a iones metálicos (Lujan, 2019, p. 37). Es capaz de crecer a una temperatura de 30 a 35°C, además de tener un óptimo desarrollo en ambientes extremos como los de alta salinidad llegando a rangos de supervivencia de 20 y 42°C (Bastidas y Cedeño, 2016, p. 28).

Muñoz (2016) señaló que en la evaluación de la eficacia de la *Pseudomona Fluorescens* para biorremediar suelos salinos contaminados con hidrocarburos, al adicionar microorganismos, demuestra su capacidad de biorremediar teniendo un 90% de remoción de hidrocarburos, así mismo señaló que las sales presentes en el suelo no tuvieron alguna reacción negativa en la biorremediación, ya que la *Pseudomona fluorescens* posee mecanismos necesarios para la salinidad como enzimas, metabolitos, favoreciendo el proceso de degradación por la producción de ácido indolacético, el cual es un regulador de crecimiento para la tolerancia al estrés salino.

Así mismo, la *Pseudomona Aeruginosa* tiene una característica singular, capaz de soportar altas concentraciones de sales, donde en la biorremediación de suelos salinos contaminados con petróleo remueve hidrocarburos hasta un 30% en comparación de un suelo que no es tratado (Ebadi et al, 2017). Por otro lado, Costa (2019) señala que la *Pseudomona Putida* es relevante en la tolerancia a la salinidad, además de componente clave en la promoción del crecimiento vegetal en condiciones salinas, ya que está involucrada en la síntesis de lipopolisacáridos (LPS), y la síntesis de exopolisacáridos (EPS) siendo alterada por efecto de mutaciones.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

1. La *Pseudomona* es una bacteria con gran capacidad de degradación de hidrocarburos presentes en los suelos contaminados gracias a su diversidad metabólica, teniendo una eficiencia de remoción de hasta un 98%. Así mismo se sabe que en el suelo existe poblaciones microbianas metabólicamente muy activas, beneficiando así a la biorremediación junto a la *Pseudomona*. La *Pseudomona* más destacada en la biorremediación es la *Pseudomona Aeruginosa* que presenta una gran capacidad catabólica, se adapta fácil y rápidamente a condiciones adversas. Además, se ha demostrado que degrada mejor fenantreno, naftaleno y antraceno, además de tener la capacidad de sintetizar ramnolípidos, siendo en la primera fase del proceso de biorremediación y contribuyendo con la solubilización de los hidrocarburos en la segunda fase de mineralización.
2. En cuanto a la *Pseudomona Putida* se concluye que es un saprofito del suelo, cosmopolita, oportunista y metabólicamente versátil, porque posee una dioxigenasa por lo cual es importante para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos como los alcanos convirtiéndolo en aldehídos, obteniendo el papel de biocontrol en la protección y producción de las plantas. Así pues, la *Pseudomona Fluorescens* siendo habitante común del suelo, que contiene información genética cromosómica capaz de degradar hidrocarburos mayormente se alimenta de naftaleno y fenantreno, codificando enzimas de lipasa altamente activas.
3. En definitiva, la *Pseudomona* es productora de biosurfactante y surfactante teniendo alta tolerancia a diferentes hidrocarburos, transformando también el xileno en subproductos inocuos como el CO₂ y agua, siendo bioestimulante tolerante a altas concentraciones de sales como rangos de 20 a 42°C, además son capaces de crecer a temperaturas de 30 a 35°C. Donde la *Pseudomona Fluorencens* tiene mayor capacidad de resistir altas sales por los mecanismos como enzimas, metabolitos, que favorece a la bacteria en el proceso de biorremediación por la producción del ácido indolacético.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

- 1.** Diferenciar las capacidades de las diversas *Pseudomonas*.
- 2.** Se recomienda en futuras investigaciones basarse en un solo tipo de bacteria para un análisis más profundo.
- 3.** Se sugiere tener en cuenta el análisis de más de 50 investigaciones.
- 4.** Aplicar nuevos modelos estadísticos con el fin de evaluar y comparar la efectividad del microorganismo.

REFERENCIAS

Rivera Patricio, Rivera Jesús, Andrade Elizabeth, Rodríguez Lorenzo, De la Garza Francisco y Castro Blanca. Biostimulation and bioremediation of drill cuttings contaminated with hydrocarbons. Revista internacional de contaminación ambiental [En línea]. Mayo 2018, vol. 34, n° 2. [fecha de consulta: 18 de Abril de 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992018000200249&lang=es ISSN: 0188-4999.

Grados Claudia y Pacheco Eduardo. El impacto de la actividad extractiva petrolera en el acceso al agua: el caso de dos comunidades kukama kukamiria de la cuenca del Marañón (Loreto, Perú). Revista Anthropologica [En línea]. Julio - Diciembre 2016, vol 34, n° 37. [Fecha de Consulta: 18 de Abril de 2020]. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-92122016000200003&lang=es ISSN: 0254-9212.

Mayz Juliana, Manzi Lorna. Hydrocarbonoclastic bacteria of the genus *Pseudomonas* in *Samanea saman* (Jacq.)

Merr. rhizosphere. Revista Colombiana de Biotecnología [En línea]. Junio 2017, vol. 19, n° 01. [Fecha de consulta: 18 de Abril de 2020]. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-92122016000200003&lang=es ISSN: 0123-3475.

Pérez Beatriz, Castañeda Dolores, Castellanos Guadalupe, Jiménez Teresita, Tapia Armando, Martínez Daniel. Anthracene effect on stimulation of growth of maize and kidney bean. Revista Terra latinoamericana [En línea]. Enero - Marzo 2011, vol. 29, n°. 01. [Fecha de consulta: 19 de Abril de 2020]. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792011000100095&lang=es ISSN: 2395-8030.

Lafuente Wilson, Soto Luz Marina, López Carlos y Domínguez Luis. Effects of a Crude Oil Spill in the Benthic Macroinvertebrate Community of an Ecuadorian Amazon River. *Revista de Ciencias Ambientales* [En línea]. Junio 2019, vol. 53, n° 01. [Fecha de consulta: 19 de Abril de 2020]. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-38962019000100001&lang=es ISSN: 2215-3896.

Arguijo Nadia, Guerrero Armando, Isidra Domínguez Verónica, Carrillo Eugenio, Zavala Joel. Calibration models for the spectrophotometric quantification of total oil hydrocarbons in soil [En línea]. Mayo 2019, vol.35, n°.02. [Fecha de consulta: 19 de Abril de 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992019000200469&lang=es ISSN: 0188-4999.

Riojas Héctor, Torres Luis, Mondaca Iram, Balderas José y Gortáres Pablo. Efectos de los surfactantes en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. *Revista QuímicaViva* [En línea]. Diciembre 2010. [Fecha de Consulta: 21 de Abril de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86315692003.pdf> ISSN: 1666-7948.

Ramírez Beder, Hidalgo Auberto, Ordinola Alberto, Vieyra Enedia, Palacios Percy y Ordinola Joel. Eficiencia de cepas bacterianas aisladas del manglar para biorremediar suelos contaminados con petróleo. *Revista QuímicaViva* [En línea]. Abril 2016. [Fecha de Consulta: 21 de Abril de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86347589005.pdf> ISSN: 1666- 7948.

Velásquez Andrea. Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* [En línea]. Enero - junio de 2017, Vol. 8, n° 01. [Fecha de Consulta: 23 de Abril de 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/DialnetContaminacionDeSuelosYAguasPorHidrocarburosEnColom-6285716.pdf> ISSN: 2145-6097.

YOPLAC, Kerluin y TUESTA. Vigo. Prospección de especies arbóreas para la fitorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos en el distrito de Imaza, Bagua, Amazonas. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero ambiental. Chachapoyas: Universidad Nacional "Toribio Rodríguez de Mendoza" de Amazonas, 2018. 85 pp.

ANGELES, Omar. "Situación actual de la contaminación por actividades de hidrocarburos en la Selva Peruana". Trabajo monográfico para optar el título de Ingeniero Ambiental. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2018. 137 pp.

Chung, Betty. Control de contaminantes químicos en el Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública [En línea]. Octubre 2008. [Fecha de Consulta: 25 de Abril de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n4/a12v25n4.pdf> ISSN 1726-4642.

Fowks, Jacqueline. Los afectados por derrame de petróleo en la Amazonía Peruana tienen metales pesados en el cuerpo [En línea]. El país internacional. Lima, Perú, 6 de Diciembre del 2018. [Fecha de consulta: 24 de Abril del 2020]. Disponible en: https://elpais.com/internacional/2018/12/05/actualidad/1544048063_158616.html

CÁRDENAS Enríquez, Cynthia. Evaluación del potencial de biorremediación de tres tipos de bacterias en suelos contaminados con hidrocarburos. Tesis (Título de ingeniería ambiental y manejo de riesgos naturales). Quito: Universidad UTE, 2019. Disponible en: http://192.188.51.77/bitstream/123456789/20702/1/72605_1.pdf

HERNÁNDEZ, Valencia, NAVAS, Gabriela e INFANTE, Carmen. Fitorremediación de un suelo contaminado con petróleo extra pesado con *Megathyrus maximus*. Revista internacional de contaminación ambiental [En línea]. Agosto del 2017, vol.33, no.3. [Fecha de consulta: 25 de Abril del 2020]. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992017000300495 ISSN: 0188-4999.

CÁRDENAS, Paul, CABELLO, Rita, VALDIVIEZO, Lorgio y MUNIVE,

Rubén. Bioestimulación de bacterias autóctonas con adición de enmiendas en la degradación de cadenas hidrocarbonadas de suelos contaminados en la Refinería de petróleo Conchan en Lima-Perú, 2017.: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas [En línea]. Enero 28 de 2017. [Fecha de consulta: 25 de Abril del 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/2879-11122-1- PB.pdf>

GERONIMO Urrutia, Angelo, VASQUEZ Silva, Carmen. Determinación de la eficiencia de biorremediación con lodos activados en suelo contaminado por hidrocarburos. Tesis (Optar el título profesional de ingeniero ambiental y de recursos naturales). Perú: Universidad Nacional del Callao, 2017. Disponible en: http://209.45.55.171/bitstream/handle/UNAC/3255/Geronimo%20urrutia%20y%20Vasquez%20Silva_TITULO%20AMBIENTAL_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VALLEJO, Victoria, SANDOVAL, John, GARAGOA, Sandra y BASTOS, Johannes. Evaluación del efecto de la bioestimulación sobre la biorremediación de hidrocarburos en suelos contaminados con alquitrán en Soacha, Cundinamarca - Colombia. Revista Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos [En línea]. 11 de Agosto del 2015. [Fecha de consulta: 27 de Abril del 2020]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/1699/169945826006.pdf> ISSN: 2323-0118

BOCÁNGEL Rodríguez, Carmen. Evaluación de la eficacia de un consorcio bacteriano aislado en la base Peruana "Machu Picchu"- Antártida en la bioremediación de suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo, a nivel de terrarios. Tesis (Optar Título Profesional de Bióloga Microbióloga Parasitóloga). Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2016. 103 pp.

LUJÁN, Daniel. Uso de *Pseudomonas aeruginosa* en biorremediación,

BioTecnología [En línea]. 2019. [Fecha de consulta: 16 de Setiembre del 2020].

Long Meng, Mutai Bao, Peiyan Sun. *International Journal of Biological Macromolecules* [En línea]. 20 Julio de 2018. China. [Fecha de consulta: 16 de Setiembre del 2020].

Alif Chebbi, Dorra Hentati, Hatem Zaghden, Nidhal Baccar, Fatma Rezgui, Manel Chalbi, Sami Sayadi, Mohamed Chamkha. Polycyclic aromatic hydrocarbon degradation and biosurfactant production by a newly isolated *Pseudomonas* sp. strain from used motor oil-contaminated soil. *International Biodeterioration & Biodegradation* [En línea]. Tunisia. 5 May 2017. [Fecha de consulta: 17 de Setiembre del 2020].

Ming Chen, Piao Xu, Guangming Zeng, Chunping Yang, Danlian Huang, Jiachao Zhang. Bioremediation of soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons, petroleum, pesticides, chlorophenols and heavymetals by composting: Applications, microbes and future research needs. *Biotechnology Advances* [En línea]. 20 May 2015. [Fecha de consulta: 17 de setiembre del 2020].

TRUJILLO, María y RAMÍREZ Juan. Biorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos en Colombia. *Bioremediation in soil contaminated with hydrocarbons in Colombia*. [En línea]. Volumen 3 Número 2 – julio-diciembre 2012. [Fecha de consulta: 20 de Setiembre del 2020].

Carla Di Martino, Nancy I. López, Laura J. Raiger lustman. Isolation and characterization of benzene, toluene and xylene degrading *Pseudomonas* sp. selected as candidates for bioremediation. *International Biodeterioration & Biodegradation* [En línea]. 17 December 2011. [Fecha de consulta: 20 de Setiembre del 2020].

Ali Ebadi, Nayer Azam Khoshkholgh Sima, Mohsen Olamaee, Maryam Hashemi, Reza Ghorbani Nasrabadi. Remediation of saline soils contaminated with crude oil using the halophyte *Salicornia persica* in conjunction with hydrocarbondegrading bacteria. *Journal of Environmental Management* [En línea]. 27 de marzo de 2018. [Fecha de consulta: 20 de Setiembre del 2020].

Ewa M. Furmanczyk, Michal A. Kaminski, Leszek Lipinski, Andrzej Dziembowski, Adam Sobczak. *Pseudomonas laurylsulfatovorans* sp. nov., sodium dodecyl sulfate degrading bacteria, isolated from the peaty soil of a wastewater treatment plant. Accepted Manuscript [En línea]. 30 de Marzo de 2018. [Fecha de consulta: 22 de Setiembre del 2020].

Leadin S. Khudur, Esmaeil Shahsavari, Grant T. Webster, Dayanthi Nugegoda, Andrew S. Ball. The impact of lead co-contamination on ecotoxicity and the bacterial community during the bioremediation of total petroleum hydrocarbon-contaminated soils. Environmental Pollution [En línea]. 20 de Julio de 2019. [Fecha de consulta: 23 de Setiembre del 2020].

Ta-Chen Lin, Po-Tsen Pan, Sheng-Shung Cheng. Ex situ bioremediation of oil-contaminated soil. Journal of Hazardous Materials [En línea]. 19 de Octubre de 2019. [Fecha de consulta: 23 de Setiembre del 2020].

Neelam MANGWANI, Supriya KUMARI and Surajit DAS. Marine Bacterial Bio_fims in Bioremediation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Under Terrestrial Condition in a Soil Microcosm. Laboratory of Environmental Microbiology and Ecology (LEnME), Department of Life Science, National Institute of Technology, Rourkela 769 008, Odisha (India). Materials [En línea]. 05 de Noviembre de 2019. [Fecha de consulta: 23 de Setiembre del 2020].

Mohammad Mojarad, Abbas Alemzadeh, Golafarin Ghoreishi, Mohammad Javaher, Kerosene biodegradation ability and characterization of bacteria isolated from oil-polluted soil and wáter. [En línea]. 10 de Noviembre de 2019. [Fecha de consulta: 23 de Setiembre del 2020]

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de Análisis

Revisión sistemática: Biorremediación de suelos salinos contaminados con petróleo por el consorcio bacteriano de Pseudomona

N°	codig o	palabras claves	titulo	pais	metodologia	problema	objetivo	Idioma	Autores	resultados	conclusiones
1	C2	Bioremediation , biorremediación, n, hidrocarburos y petróleo.	Biodegradación del petróleo crudo por Pseudomonas aeruginosa y Escherichia fergusonii aislado de la costa de Goan	India	Análisis en laboratorio.	La región peninsular de la India es la principal ruta internacional de los petroleros para el transporte de petróleo desde el Golfo Pérsico. El Estrecho de Ormuz y el Estrecho de Malaca, que se encuentran en el oeste y en el este de las costas de la India, son los puntos de estrangulamiento de petróleo del mundo, y el transporte la ruta es lo suficientemente estrecha como para	Aislar las bacterias autóctonas capaces de degradando el petróleo crudo y estimar su capacidad como una posible solución para limpiar la costa india.	Inglés	Rajesh Pasumarthi, Sivaraman Chandrasekara n, Srikanth Mutnuri	Se observó que el crisol permanecía sin degradar, mientras que el pireno fue degradado. Este resultado puede deberse a que la solubilidad de los hidrocarburos disminuye con el aumento de peso molecular; la solubilidad en agua del criseno y el pireno son 0,003 mg/L y 0,145 mg/L, respectivamente. El menos la solubilidad, menos la biodisponibilidad;	La línea costera de Goa, India, requiere una inmediata y permanente solución para la contaminación por petróleo, ya que la contaminación por petróleo es una y afecta al sector del turismo. P. aeruginosa y E. fergusonii mostraron un gran potencial en la degradación de los hidrocarburos presentes en el petróleo crudo. Nuestro trabajo futuro está dirigido a llevar a

ser considerada propensa a los accidentes (Sivadas et al., 2008). Los derrames accidentales de petróleo crudo y los frecuentes. La eliminación ilegal de residuos oleosos en el mar provoca graves daños a la vida marina. El ecosistema marino está siendo afectado por los derrames de petróleo debido a la presencia de compuestos orgánicos tóxicos presentes en el petróleo que afectan a la salud humana a través de la biomagnificación (Dasgupta et al., 2013).

sin embargo, aunque tanto el criseno como el pireno tienen cuatro anillos aromáticos, el crisol no se degradó, lo que puede deberse a su baja solubilidad acuosa. La tasa de degradación disminuyó con metilación. Por ejemplo, el pireno se degradó en un 78,8%, mientras que hubo una degradación del 0% de los pirenos de metilo, dimetilo y trimetilo alcanzó el 0%, y el 1-metil naftalina y 3-metil naftalina fueron degradados en un 85,5%, 69,5% y 33,2%, respectivamente. El mismo patrón se observó para el dibenzotiofeno con una degradación del 47,3%. Sin embargo, la degradación tasas de metil, dimetil y trimetil dibenzotiofeno fueron el 8,1%, el

cabo una escala piloto experimentación de sedimentos contaminados con petróleo crudo utilizando las cepas bacterianas aisladas arriba mencionadas.

8,8% y el 13,5%,
respectivamente.

2	C2	Biorremediación, suelos salinos.	Remediación de suelos salinos contaminados con petróleo crudo usando la halófila <i>Salicornia Persiaca</i> junto con bacterias degradantes de hidrocarburos.	Irán	Muestras de suelos, análisis de parámetros e incubación de bacterias.	El impacto negativo de la salinidad en el crecimiento de las plantas y de la supervivencia de la biota de la rizosfera complica la aplicación de la biorremediación de los suelos salinos contaminados por hidrocarburos.	Eliminación de metales pesados en los suelos salinos.	Inglés	Ali Ebadi, Nayer Azam Khoshkholgh Sima, Mohsen Olamaee y Maryam Hashemi.	En el tratamiento 4 con la <i>P. aeruginosa</i> tuvo un 63% de remoción de hidrocarburos	La biorremediación de los suelos salinos contaminados con petróleo crudo es particularmente difícil dada la presencia simultánea de sal y el petróleo crudo como dos agentes independientes de estrés ambiental. Mientras que la eficacia de la bioaumentación y la fitorremediación basada en la festuca alta se vio comprometida en un 29e36% por la salinidad del suelo, TPH La degradación no fue inhibida por la salinidad cuando fue reemplazada por salicornia. El enfoque de bioaumentación fue particularmente efectivo en la
---	----	----------------------------------	---	------	---	---	---	--------	--	--	---

eliminación de los alcanos de mayor peso molecular. Tanto el DHA y la abundancia de P. aeruginosa fueron estimuladas respectivamente 3,5 y 10 veces por la presencia de un fitorremediante, lo que resulta en un 46,76% reducción de la fitotoxicidad del suelo en un suelo salino. Así, un tratamiento basado en la combinación de un halófito con un tolerante a la salinidad. El consorcio bacteriano parece ser

una
estrategia
prometedora
para
abordar la
remediación
de los
suelos
salinos
contaminados
con
petróleo
crudo.

3	C2	Biorremediación, pseudomonas	Caracterización y optimización de un ramnolípido de PSEUDOMONAS AERUGINOSA con novedosas actividades biosurfactantes	India	AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN de BACTERIA productora de BIOSURFACTORES	La biodegradación es una de las mejores soluciones a la contaminación ambiental causada principalmente por los hidrocarburos del petróleo, lo que representa una gran amenaza para el ecosistema.	caracterizar y determinar las mejores condiciones óptimas para la producción de un nuevo ramnolípido a partir de la cepa P. AERUGINOSA	Inglés	Adetunji Charles Oluwaseuna, Oloke Julius Kolab, Pradeep Mishrac, Jolly Ravinder Singhc, Anil Kumar Singhd, Swaranjit Singh Cameotrad, Bello Oluwasesan Micheale	La mayor emulsificación se observó a las 42 h con un 87,2% en comparación con el control que tuvo un 40,1% al mismo tiempo	Se demostró que la cepa C1501 de P. AERUGINOSA, a través de la identificación, y su caracterización, es una novedosa bacteria productora de ramnolípidos. Su producto biosurfactante, un dirhamnolípido llamado L-rhamnosil-L-rhamnosil-3-b-hidroxidodecenoate, fue purificado y se caracterizó mediante análisis FT-IR, RMN 1H, RMN 13C y LCMS. La cepa C1501 se destacó de otras productoras de ramnolípidos P. AERUGINOSA debido a su extraordinaria capacidad para producir los componentes estructuralmente diversos de los ramnolípidos biosurfactantes
---	----	------------------------------	--	-------	--	---	--	--------	--	--	---

4	c2	Biorremediación, pseudomonas	Biorremediación de un suelo con diésel Mediante el uso de microorganismos autóctonos	Colombia	Muestreos y laboratorio.	En la actualidad, de la evaluación de los suelos potencialmente contaminados, los que tienen presencia de hidrocarburos representan cerca del 70% del total de los suelos potencialmente impactados	aislar y caracterizar un consorcio bacteriano capaz de degradar los hidrocarburos presentes en combustible diésel a partir de un suelo contaminado experimentalmente, y tratado mediante 2 tecnologías de Biorremediación: atenuación natural y bioestimulación, con el fin de emplear la microbiota autóctona del sitio del derrame como instrumento de gestión, definiendo su viabilidad económica y técnica en la recuperación de suelos potencialmente contaminados con hidrocarburos.	España	Olga Maria Arrieta Ramlrez, Angela Patricia Rivera Rivera, Lida Arias Marin, Benjamin Alberto Rojano, Orlando Ruiz y Santiago Alonso Cardona Gallo.	7 cepas bacterianas correspondientes a los siguientes géneros: Enterobacter sp, Bacillus sp, Staphylococcus aureus, Sanguibacter soli, Arthrobacter sp y Flavobacterium sp, éstas mostraron la capacidad de adaptarse a las nuevas condiciones del medio, pues el suelo empleado para él estudió, era un suelo de pastoreo que no había tenido contaminación previa con hidrocarburos. El tratamiento de bioestimulación presento un porcentaje de remoción total de 50,99%, mientras que el tratamiento de atenuación natural alcanzo un porcentaje de remoción de 36,86% respecto a la concentración inicial.	los siguientes géneros: Enterobacter sp, Bacillus sp, Staphylococcus aureus, Sanguibacter soli, Arthrobacter sp y Flavobacterium sp, todos ellos reportados en la literatura por tener la capacidad metabólica necesaria para transformar los hidrocarburos, y convertir sus moléculas con características de peligrosidad en componentes que pueden ser reincorporados a los ciclos biogeoquímicos naturales. La biorremediación ha mostrado ser una alternativa eficiente, fácil de aplicar y de bajo costo para la recuperación de sitios potencialmente contaminados con hidrocarburos
---	----	------------------------------	---	----------	--------------------------	---	--	--------	---	---	---

5	C2	Biorremediación, Pseudomonas, hidrocarburos.	EVALUACIÓN DE LA BIORREMEDIACIÓN EN SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS UTILIZANDO Pseudomonas fluorescens.	Ecuador	Campo y laboratorio	La contaminación producida por TPH (Hidrocarburos Totales Policíclicos) y HAPs (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos) depende de la mezcla de hidrocarburos que se encuentra en el petróleo, además de factores ambientales de la zona en la cual existe la contaminación	Determinar la reducción de TPHs y HAPs en suelos contaminados con hidrocarburos, mediante la técnica de biorremediación con Pseudomonas fluorescens	España	Marco Rafael Pérez Pozo	con cuatro tratamientos: T0 (Suelo + Hidrocarburo+ 150mL de agua), T1 (Suelo + hidrocarburo + 150mL de Pseudomonas fluorescens "104 UFC/mL"), T2 (suelo + hidrocarburo + 150mL de Pseudomonas fluorescens "106 UFC/mL") y T3 (suelo con hidrocarburo + 150mL de Pseudomonas fluorescens "108 UFC/mL"), con tres repeticiones. Al finalizar la investigación se evidenció que las tres concentraciones de P. fluorescens degradaron TPHs y HAPs; sin embargo, T3 resultó ser el mejor tratamiento con una degradación del 99,25 % para HAPs y 97,50% para TPHs, demostrando que la bioaugmentación utilizando P. fluorescens es efectiva para la	La bioaugmentación utilizando Pseudomonas fluorescens promueve la degradación de hidrocarburos al reducir la cantidad de TPHs y HAPs en el suelo contaminado. Pseudomonas fluorescens degrada de mejor forma cuatro HAPs
---	----	--	---	---------	---------------------	--	---	--------	-------------------------	---	--

degradación de
hidrocarburos.

6	C2	Biorremediación, Pseudomona, hidrocarburos.	EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE Trichoderma sp Y Pseudomona sp PARA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS	Ecuador	Campo, muestreo y laboratorio.	Desde que se descubrieron los hidrocarburos, su uso en las industrias ha provocado impactos ambientales severos, los cuales han venido presentándose de manera muy frecuente en varias partes del mundo	Evaluar la eficacia de Trichoderma sp y Pseudomonas sp para biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos.	Españ ol	LAURA ELIZABETH HUACHI ESPÍN	La cantidad de TPH inicial en todos los tratamientos fue de 42070.3 mg/kg y al final del ensayo el T1 presento 714.1 mg/kg, el T2 con 396.1 mg/kg, el T3 con 379.2 mg/kg y el T0 con 24152.4 mg/kg, la degradación de los tratamientos T1, T2 y T3 fue del 91 %	La aplicación de Trichoderma sp y Pseudomonas sp favorece la degradación de hidrocarburos presentes en el suelo, así al adicionar estos microorganismos al suelo disminuyó la cantidad de TPH, demostrando su capacidad de biorremediación siendo una herramienta amigable con el ambiente y de
---	----	---	--	---------	--------------------------------------	--	--	-------------	------------------------------------	--	---

tecnología más limpia debido a los mecanismos de acción que generan cada uno de estos

7	C2	Biorremediación, Pseudomona, hidrocarburos.	APLICACIÓN DEL RAMNOLÍPIDO PRODUCIDO POR PSEUDOMONAS AERUGINOSA, EN EL LAVADO Y BIODEGRADACIÓN DE COMPUESTOS PRESENTES EN SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO	México	Laboratorio.	Los contaminantes se definen como químicos de origen sintético o natural liberados por las actividades del hombre o por fenómenos naturales, dentro del ambiente, donde tienen un efecto no deseable en los sistemas biológicos	Evaluar la efectividad del ramnolípido producido a nivel laboratorio en el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos o metales pesados, por las técnicas de lavado de suelos y bioestimulación.	España	José Roberto González Reyes	Se encontró que la remoción de HTP está relacionada con el tipo de ramnolípidos y su concentración a distintas temperaturas de la siguiente manera: Remoción(%) = $76.75 + 0.223$ (CMC de PS) - 6.16 (dosis) - 0.39 (temperatura)	Fue posible la producción de ramnolípidos a nivel de matraces utilizando aceite de olivo como fuente de carbono y la cepa de P. aeruginosa ATCC 9027 hasta alcanzar niveles de 100 mg/L.
---	----	---	--	--------	--------------	---	--	--------	-----------------------------	--	--

8	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Degradación de hidrocarburos aromáticos policíclicos y producción de biosurfactantes por Pseudomonas sp. tensión de suelo contaminado con aceite de motor usado	Tunisia, África.	Laboratorio.	La contaminación del suelo por los aceites de motor usados de los automóviles es una creciente preocupación en muchos países, especialmente en los países africanos como Tunisia.	Aislar y caracterizar una bacteria recién aislada, denominada cepa W10, degradante de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y productor de biosurfactantes, perteneciente al género Pseudomonas y estrechamente relacionada con Pseudomonas aeruginosa , con la similitud de secuencia de 16 genes rRNA de 99,1%.	Inglés	Alif Chebbi, Dorra Hentati, Hatem Zaghden, Nidhal Baccar, Fatma Rezgui, Manel Chalbi, Sami Sayadi, Mohamed Chamkha.	Según análisis de GC-MS, degradó alrededor del 80% del fenantreno , utilizado como única fuente de carbono y energía, a una concentración inicial de 200 mg l ⁻¹ , después de 30 días de incubación a 37 ° C y 180 rpm, reduciendo la tensión superficial (ST) de 56,1 a 42 mN m ⁻¹ después de 4 días de incubación. Además, la cepa W10 utilizó alrededor del 10%, 20%, 90% y 99% de hexadecano (C16), pireno, fluoranteno y petróleo crudo, respectivamente, después de 30 días de incubación a 37 ° C y 180 rpm.	Una cepa de Pseudomonas aeruginosa W10, que degrada la HAP, fue aislada de un suelo contaminado con aceite de motor usado, después del enriquecimiento en el fenantreno. La cepa W10 exhibió un interesante potencial para crecer en una amplia gama de hidrocarburos (es decir, alifáticos, monoaromáticos y poliaromáticos), aceites vegetales y aceites usados como único de carbono y fuentes de energía.
---	----	---	---	------------------	--------------	---	---	--------	---	---	---

9	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomonas, suelos.	Eficiencia de biodegradación de petróleo crudo y cepas de Bacillus subtilis y Pseudomonas aeruginosa aisladas de un suelo contaminado con petróleo del noreste de la India	India	Muestreo y análisis de laboratorio	Aparte de la contaminación accidental del ecosistema, la grandes cantidades de lodo de petróleo generadas en las fábricas de repuestos de sistemas de separación de agua y aceite y acumulación de desechos. Los materiales oleosos en los fondos de los tanques de almacenamiento de petróleo crudo plantean problema grave porque muchos de los tratamientos estándar procesos utilizados para descontaminar el suelo y las aguas subterráneas han sido limitados en su aplicación	comparación de la eficiencia de las cepas de Bacillus subtilis DM-04 y Pseudomonas aeruginosa M y NM aisladas de una muestra de suelo contaminado con petróleo del noreste de la India para la biodegradación de hidrocarburos de petróleo crudo en el suelo y el estudio en matraz de agitación .	Inglés	Kishore Das Ashis K. Mukherjee	El patrón de degradación de la HTP mostró que B. subtilis redujo 1,9 \pm 0,2 mg (media \pm SD, nD 3) del contenido de TPH, mientras que P. aeruginosa La cepa M y NM se redujo 2,7 \pm 0,3 mg (media \pm SD, nD3) y 2,3 \pm 0,1 mg (media \pm SD, nD 3) de contenido de HTP, respectivamente.	Estas cepas bacterianas podrían utilizar hidrocarburos de petróleo crudo como única fuente de carbono y energía . Bioaumentación de microcosmos contaminados con TPH con consorcios de P. aeruginosa M y NM y B. subtilisLa cepa mostró una reducción significativa de los niveles de TPH en el suelo tratado en comparación con el suelo de control al final del experimento (120 d). Las cepas de P. aeruginosa fueron más eficientes que la cepa de B. subtilis para reducir el contenido de TPH del medio.
---	--	--	-------	------------------------------------	--	--	--------	--------------------------------	---	--

10	c2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomonas, suelos.	La biodisponibilidad de los hidrocarburos meteorizados en los motores contaminados con aceite suelo: Impacto del bioaumentado mediado por Pseudomonas spp. en la biorremediación	Australia	Muestreo y análisis de laboratorio	Producción, transporte, uso y eliminación de lubricantes o aceite de motor tienen varios impactos ambientales. Un gran porcentaje de los el petróleo se descarga en los ecosistemas sin ningún tipo de tratamiento, incluso en los países desarrollados países. El aceite de motor persiste durante más de seis años en algunos ecosistemas, lo que conduce a problemas crónicos para la biota.	Investigar la eficiencia de diferentes estrategias de biorremediación del suelo recogido de un sitio que ha estado contaminado durante mucho tiempo con aceites de motor y otros tipos de petróleo productos de los automóviles o por medio de cualquier eliminación no intencional.	Inglés	Kavitha Ramadass, Mallavarapu Megharaj, Kadiyala Venkateswarlu y Ravi Naidu.	En particular, bioaumentado de muestras de suelo contaminado con aceite de motor con El TPHK-4 de P. aeruginosa provocó una mayor degradación de los hidrocarburos en un 22%. que lo que ocurrió en las muestras atenuadas naturalmente dentro de los 90 días. En Por otro lado, la P. putida TPHK-1 también funcionó mejor al efectuar Un 18% más de degradación de los hidrocarburos en comparación con los naturales atenuación.	La introducción de cepas bacterianas que degradan los hidrocarburos, P. putida TPHK-1 o P. aeruginosa TPHK-4 en muestras de suelos contaminados con petróleo dio como resultado un pronunciado bioaumentado. Sin embargo, un enfoque de combinar ambos la bioaumentación y la bioestimulación inhibieron significativamente la biorremediación de HTPs desgastados.
----	----	--	--	-----------	------------------------------------	---	--	--------	--	---	---

1 1	c2	Biorremediación, hirocarburos, Pseudomona, suelos.	La biorremediación efectiva de un suelo salino contaminado con petróleo por un surfactante que produce El consorcio Pseudomonas aeruginosa	Irán	Muestreo y análisis de laboratorio	La dependencia de la economía moderna del petróleo sigue siendo alta, trayendo consigo el riesgo de contaminación ambiental durante la extracción, transporte y almacenamiento del crudo petróleo y productos derivados [1]. El volumen anual estimado del derrame de petróleo crudo oscila entre 0,2 a 2,0 millones de toneladas en unidades métricas	La eficacia de la aplicación de una La estrategia de biorremediación de los suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo depende de la estrategia biótica y elementos abióticos que son impresionantes en el crecimiento y la actividad de los microorganismos degradantes	Inglés	Ali Ebadi, Nayer Azam Khoshkholgh Sima, Mohsen Olamaee, Maryam	Según el análisis gravimétrico, la eficiencia de la degradación en cada nivel de salinidad de T3 fue significativamente ($P < 0,05$) mayor que los medidos en las muestras T2 y T1. El inoculación del consorcio después de 120 días en el suelo dosificado con 10 g/kg de petróleo crudo a 0,150, y 300 mM de NaCl condujeron a la degradación del petróleo crudo en una cantidad de 49,5, 47,0, y 42,3% respectivamente; las proporciones equivalentes cuando la carga inicial de crudo era de 30 g/kg eran de 45,2, 39,9 y 35,7%.	Los experimentos actuales han demostrado que el productor de bio surfactantes P. aeruginosa las cepas son capaces de degradar el petróleo crudo, incluso en presencia de salinidad. La inoculación de salino, los suelos contaminados con un consorcio de cuatro cepas fue capaz de aliviar la inhibición impuesta por la salinidad sobre el crecimiento y la actividad microbiana, promoviendo así la HTP degradación. El bioensayo basado en plantas mostró que el suelo se remedió parcialmente de esta manera contenía un nivel reducido de compuestos tóxicos. Su correlación con el MPN de la degradación del petróleo permite utilizar el DHA para vigilar la actividad y la eficiencia de los consorcios
--------	----	---	---	------	------------------------------------	--	---	--------	---	--	--

bacterianos
usado para el
bioaumentación.
Claramente, se
necesitarán más
estudios para
aumentar la eficacia
de la técnica de
bioaumentación, así
como para
investigar el
beneficio potencial
del peinado
consorcios
bacterianos con
otros enfoques

1 2	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	El impacto de la co-contaminación por plomo en la ecotoxicidad y la comunidad durante la biorremediación del petróleo total suelos contaminados con hidrocarburos	Australia	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	La demanda de productos del petróleo sigue aumentando; en 2018, la demanda mundial de petróleo aumentó en 1,5 millones de barriles por día, 1,6% superior a la media de la última década (AIE, 2018). Inevitablemente, durante la exploración, la recuperación, el almacenamiento y el transporte de tales grandes cantidades de productos petrolíferos, grandes cantidades de los hidrocarburos	Evaluar la eficacia de la biorremediación de la HTP en los suelos contaminados con HTP-Pb y evaluar el impacto posterior del proceso de remediación en la ecotoxicidad del suelo.	Inglés	Leadin S. Khudur, Esmaeil Shahsavari, Grant T. Webster, Dayanthi Nugegoda, Andrew S. Ball	La estrategia de bioestimulación dio lugar a una eficiencia significativamente mayor en términos de biorremediación de suelos contaminados con HTP en comparación con la atenuación natural. En una única contaminación (sólo TPH), se observó una reducción del 95,9% en la concentración inicial en las muestras de suelo bioestimulado (BS) dentro de 28 semanas en comparación con sólo el 55,6% de	La presencia de Pb como cocontaminante ha repercutido negativamente en la eficacia de la biorremediación de la HTP, especialmente después de la bioestimulación, en las sustancias co-contaminadas los suelos. El tratamiento de bioestimulación mostró una reducción del 84% en la HTP que representa una reducción del 24% mayor que la natural atenuación en suelos co-contaminados. Sin embargo, esto
--------	----	---	---	-----------	--	--	---	--------	---	---	---

						entran en el medio ambiente causando graves problemas a la tierra contaminación (Varjani, 2017).				reducción de la HTP en el muestras de suelo atenuadas (NA). Análogamente, en un escenario de contaminación conjunta (TPH y Pb), las muestras de suelo bioestimuladas (BSeH) mostraron una mayor reducción del 83,7% en la concentración de HTP en comparación con la muestras naturales de suelo atenuado (NA-H) que resultaron en sólo 59,7% de reducción de TPH.	representa el 11% menos reducción en comparación con la HTP - sólo suelos contaminados. También, en suelos co-contaminados, el tratamiento de bioestimulación mostró sólo un 8% de reducción de la toxicidad en comparación con el 62% en un solo
1 3	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Efecto del petróleo en la descomposición de las capas de arbustos en 2 suelo en el norte de Shaanxi de China	China	Recolección y tratamiento del suelo	La fuga de petróleo durante su explotación, transporte ⁵⁴ y almacenamiento puede causar graves trastornos ambientales (Eze y otros, 2013). La zona montañosa de Shaanxi del Norte es un 55 fuente clave de recursos energéticos de petróleo para China. El 56 frágil ecosistema allí - especialmente	Evauar la eficiencia de 10 especies de hierbas o arbustos comúnmente utilizadas para la fitorremediación.	Inglés	Xiaoxi Zhang, Zengwen Liu, Qi Yu, Luc Nhu Trung, Yuanhao Bing, Bochao Zhu, Wenxuan Wang.	En un suelo moderadamente contaminado, el T0.95 de las capas de C. korshinskii, Z. jujuba var. spinosa y P. sepium fueron significantes acortó en un 51.09%-83.90%. El T0.50 de Las capas de C. korshinskii y P. sepium no fueron alteradas. En el Por otro lado, el T0.50 de las capas de Z.	a ligera contaminación no inhibió la descomposición de ningún capas. En cambio, promovió significativamente la descomposición de la camada de H. rhamnoides, C. korshinskii, A. fruticosa, Z. jujuba var. spinosa, P. B. ischaemum. Contaminación moderada inhibió significativamente la descomposición de

la tierra de los
arbustos 57
ha sido
directamente
amenazado por la
contaminación del
petróleo. La
contaminación del
petróleo no sólo
influye
60 ciclos de
nutrientes, pero
también la
estabilidad y la
función de la
61 ecosistema.

jujuba var. spinosa
fueron
se extendió
significativamente
en un 99,02% ($P < 0,05$), lo que indica
que una cantidad
moderada de
petróleo podría
acelerar
la posterior
descomposición de
H. rhamnoides, A.
fruticosa y
B. ischaemum. El
T0.95 de las
camadas de H.
rhamnoides, A.
fruticosa
y B. ischaemum
cambió un poco.

la hojarasca de M.
sativa, C. varia, A.
vestita y T. repens y
promovió
significativamente la
descomposición de
la basura posición
de C. korshinskii, Z.
jujuba var. spinosa y
P. sepium. La
contaminación
grave inhibió
significativamente la
descomposición de
la basura de H.
rhamnoides, A.
fruticosa, B.
ischaemum y A.
vestita y promovió
significativamente la
descomposición de
la basura de Z.
jujuba var. spinosa,
P. sepium y M.
sativa.

14	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomonas, suelos.	Biodegradación de petróleo crudo por consorcios bacterianos de suelos contaminados con petróleo en Ota, estado de Ogun, suroeste de Nigeria	Nigeria	Muestreo y análisis de laboratorio	. Estos problemas suelen causar muchos problemas tanto a los componentes vivos y no vivos de los ambientes, más aún que algunos componentes de hidrocarburos han sido identificados pertenecer a una familia de sustancias que pueden causar cáncer y otros trastornos del sistema nervioso central. .	Evaluar la efectividad del consorcio bacteriano a nivel laboratorio en el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos o metales pesados.	Inglés	Yemisi Dorcas Obafemi, Olugbenga Samson Taiwo, Oladele Julius Omodara, Olatunde Samuel Dahunsi, Solomon Oranusi.	La cepa SC11 no pudo reducir el antraceno, componentes pireno, benzo (a) pireno y criseno. La cepa SB4 agotó del 24 al 57% de alifáticos y del 20 al 42% de aromáticos y la cepa SC8 agotó del 38 al 67% de alifáticos y del 30 al 79% de aromáticos mientras que la cepa SC11 agotó del 12 al 46% de alifáticos y del 13 al 29% de aromáticos.	Como se ha visto en este estudio, la biorremediación tiene el potencial de restaurar de manera efectiva y económica los ambientes contaminados. Además, la comprensión de la diversidad de la comunidad microbiana en el medio ambiente contaminado por el petróleo ha sido demostrado que juegan un papel esencial en la obtención de una mejor comprensión de los posibles degradadores de petróleo y para entender su genética y bioquímica. Como se informó en este estudio, los genes degradantes pueden ser aislados y recombinados en una Escherichia coli artificial para fabricar un microorganismo genéticamente modificado que podría utilizarse para el proceso de biorremediación.
----	----	--	---	---------	------------------------------------	--	---	--------	--	---	---

1 5	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	El potencial de biorremediación de las bacterias nativas que degradan los hidrocarburos cepas en el suelo contaminado con petróleo crudo en el estudio del microcosmos	India	Muestreo y análisis de laboratorio	El problema principal asociado con la excavación de petróleo crudo, es grave la contaminación de diferentes masas de tierra, cuerpos de agua y suelo reservas de agua (Holliger et al., 1997; Ulrich, 2008). Abandono de los sitios de perforación de petróleo crudo, el derrame accidental de la unidad de producción de petróleo crudo, la refinación y los procesos de distribución dan como resultado contaminación del medio ambiente.	aislar, identificar las cepas bacterianas de diferentes sitios contaminados de Assam, India. Además, evaluamos la bacteria y su potencial de biodegradación del petróleo crudo in vitro.	Inglés	Abhijit Sarma Roy, Reshita Baruah, Maina Borah, Anil Kumar Singh, Hari Prasanna Deka Boruah, Neelima Saikia, Manab Deka, Nipu Dutta, Tarun Chandra Bora .	se observó una reducción del 64e80% de la HTP en la microcosmos tratados. El análisis de las muestras de microcosmos confirmó que las formulaciones bacterianas eran más eficaces en la reducción de la HTP en comparación con otras tratamientos	El suelo contaminado es un buen hábitat para los potentes degradadores de hidrocarburos del género Lysinibacillus, Brevibacillus, Bacillus, Paenibacillus, Stenotrophomonas, Alcaligenes, Delftia, Achromobacter y la cepa de Pseudomonas. Estas bacterias solas y en consorcios podría haber contribuido a mejorar la calidad del suelo contaminado por hidrocarburos, lo que se apoyó en la bien establecida bioensayo realizado en plantas y lombrices de tierra. Además, la utilización y la degradación del petróleo crudo por las bacterias introducidas fue también se ha trazado a partir del análisis de la CG. La biorremediación mejorada de suelo contaminado con petróleo crudo se
--------	----	---	--	-------	------------------------------------	---	--	--------	---	---	---

logró en el
tratamiento
combinado de
consorcios
bacterianos
suplementados con
nutrientes

1 6	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	La biorremediación mejorada del flujo de fracturas hidráulicas y la producción de agua utilizando una bacteria autóctona productora de biosurfactantes, Acinetobacter sp. Y2	China	Análisis de laboratorio	La industria necesita urgentemente un tratamiento. Como un enfoque prometedor, el tratamiento biológico se considera como un método ecológico y rentable en el tratamiento de aguas residuales que contienen hidrocarburos.	investigar la efecto de las bacterias productoras de BS en la eliminación de la DQO y la degradación de los hidrocarburos de petróleo en el HF-FPW recogido en Xinjiang	Inglés	Hanghai Zhoua, Xiaomin Huangab, Yanpeng Liangb, Yanhong Lib, Qinglin Xieb, Chunfang Zhanga, Shaohong You	La bioaumentación mostró el mejor rendimiento en la eliminación de la causa de muerte entre todos los tratamientos. La DQO se redujo de 6646.7 mg/L a 1546.7 mg/L (76.7% de eficiencia de remoción), 5246.7 mg/L (21,1% de eficiencia de eliminación), y 6446,7 mg/L (3,0% de eficiencia de eliminación) en bioaumentación, bioestimulación y tratamiento de control, respectivamente, después de 7 d de biorremediación. En particular, se observó una	Este trabajo informó de la mejora de la biorremediación de la HF-FPW mediante una cepa autóctona productora de BS Acinetobacter sp. Y2. La BS produjo por el Y2 tiene un valor de CMC de 187.5 mg/L, y mostró una fuerte tolerancia bajo amplios rangos de pH (2-12), temperatura (4-100 °C) y salinidad (0-100 g/L). A través del análisis de TLC, FTIR y GC-MS, la BS fue caracterizado como lipopéptido. La adición de Acinetobacter sp. Y2 podría
--------	----	---	--	-------	-------------------------	---	---	--------	--	---	---

										reducción significativa de la DQO ($P < 0,05$) en el tratamiento de bioestimulación, mientras que una reducción extremadamente significativa de la DQO ($P < 0,001$) fue alcanzada por la adición de Y2 en HF-FPW. Los resultados indican que la cepa autóctona productora de BS Y2 promovió efectivamente la eliminación de la DQO.	promoverá significativamente la eliminación de la DQO y las fracciones de hidrocarburos incluyendo n-alcanos y HAP.
17	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Aislamiento y caracterización de la degradación del benceno, el tolueno y el xileno	Nigeria	Análisis de laboratorio	En entornos contaminados con petróleo, la escasa disponibilidad de fuentes de carbono, la presencia de compuestos tóxicos como benceno, tolueno y xileno (BTX) y otras tensiones bióticas y abióticas pueden reducir la viabilidad de las bacterias y, en consecuencia, la biodegradación xenobiótica. La selección de bacterias con la capacidad de tolerar y degradar	Eficiencia de la Pseudomona en la biorremediación.	Inglés	Carla Di Martino Nancy I. López Laura J. Raiger lustman	El valor de HTP y HAP para todos los cultivos de crecimiento en el día 1 fue de 9798,93 y 59,12 ppm respectivamente. En el día 21, el cultivo inoculado que contiene diferentes cepas de bacterias han reducido el contenido de TPH a un promedio de 7165,12 ppm mientras que la HAP también a un promedio de 39,92 ppm respectivamente.	Pseudomonas sp. KA, fue capaz de degradar benceno, tolueno y xileno y tolerarlos en altas concentraciones.

compuestos
monoaromáticos,
sintetizar
biosurfactantes y
acumular
biopolímeros que
mejoran la
tolerancia al estrés
podría ser un buen
enfoque para
encontrar un
agente de
bioaumentación
adecuado.

18	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomonas, suelos.	Pseudomonas sp. seleccionado como candidato para la biorremediación	China	Muestreo y análisis	El noroeste de China es una importante región productora de petróleo con una amplia distribución de pozos de petróleo. Gran parte del suelo local ha sido contaminados inadvertidamente por el petróleo durante la extracción de crudo y el procesamiento (como las explosiones de los pozos de petróleo y las fugas de los oleoductos)	evaluar el petróleo eficiencia de biodegradación en el suelo local recién contaminado con petróleo	China	Manli Wu, Xiqiong Ye, Kaili Chen, Wei Li, Jing Yuan, Xin Jiang	muestra las concentraciones de HTP y diferentes fracciones en el suelo inicial y al final de la remediación. La HTP en el suelo inicial fue de 61.000 mg/kg de suelo, que contenía 50.433 mg/kg de suelo de grupo alifático (82,7%), 6843 mg/kg de suelo del grupo de los aromáticos (11,2%), y 3733 mg/kg de suelo del grupo polar (6,1%) compuesto de	En respuesta a la biorremediación, Promicromonospora, Pseudomonas, Microcella, Mycobacterium, Alkanibacter y Altererythrobacter se convirtieron en los géneros dominantes en el suelo. La biorremediación promovió la generación de Cepas de degradación de TPH en suelos recién contaminados
----	----	--	---	-------	---------------------	---	--	-------	--	---	---

resinas y asfaltos. Después de 112 días de remediación, la HTP se redujo de 61.000 mg/kg de suelo a 57.910 mg/kg de suelo por la bioaumentación más tratamiento de bioestimulación (BR).

Esto representa una eficiencia de eliminación de HTP del 5,0%. La HTP se redujo a 60.397 y 58.260 mg/kg de suelo en los tratamientos de CT y NA, y representan el 1,0% y 4,5% de agotamiento de la HTP, respectivamente. En comparación con el tratamiento NA, el tratamiento BR no mejoró significativamente. Eliminación de la HTP. La degradación de la HTP se limitó en la TC en comparación

ón con el
tratamient
o de NA.

19	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	La mayor biodegradación de hidrocarburos microbianos estimulada durante la explotación a escala de campo de los suelos afectados por el petróleo crudo	Sudáfrica	Muestreo y análisis	La región del Delta del Níger, Nigeria es un centro de industrias petroleras y afines", actividades. Más de tres cuartas partes de los ingresos anuales de la nación vienen de esta región rica en petróleo. Esta rápida industrialización ha contaminado y dejaron enormes huellas de hidrocarburos en el medio ambiente	Determinar la tendencia de la biodegradación de los hidrocarburos después de la adición de suelo superior y el arado por cromatografía de gases en el suelo contaminada con >9000mk/kg de TPH.	Inglés	Chioma Blaise Chikere, Memory Tekere b, Rasheed Adeleke	La muestra de la superficie (0,0-0,5 m) tenía un valor de TPH extraíble de 6231 mg/kg. Las muestras del subsuelo (1 m, 1,5 m y 2,0 m de profundidad) tenía una concentración de HTP extraíble de 4836 mg/kg, 9112 mg/kg y 7273 mk/kg respectivamente. La lectura de la TPH como remediación por la agricultura en tierra progresó del día 0 al día 56 se muestra en la Tabla 1. El pH del suelo oscilaba entre 6,56 y 6,92. La concentración de metales pesados arsénico, bario, cobalto, cobre, plomo, níquel, cromo y zinc variaban a través de las diferentes profundidades del suelo investigadas. El arsénico en el suelo de la superficie fue de 11,8 y 10,8 mg/kg en el suelo subsuperficial. La concentración de bario era de 204	Este estudio demostró que la técnica de cultivo en tierra para la remediación de suelo contaminado con petróleo crudo en el Delta del Níger es una opción de tratamiento viable ya que desencadenó un aumento de los microbios degradantes de hidrocarburos y una reducción simultánea de los hidrocarburos totales de petróleo extraíbles en un plazo de 56 días. La adición de tierra no contaminada y el arado proporcionaron las condiciones ambientales favorables necesarias para una mayor biodegradación que elimine la necesidad de añadir nutrientes en forma de fertilizante inorgánico que podría dar lugar a una contaminación secundaria. Pseudomonas aeruginosa y
----	----	---	--	-----------	---------------------	---	--	--------	---	---	--

										mg/kg en la superficie y 129 mg/kg en el subsuelo. Cromo fue de 177 mg/kg en las muestras de superficie y de 61,3 mg/kg en muestra del subsuelo.	Enterobacter xiangfangensis demostraron mayor eficiencia en cuanto a la degradación de los hidrocarburos.
20	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Biorremediación de suelos contaminados con lodos de petróleo mediante la agricultura terrestre con tallos de algodón añadidos	China	Muestreo y análisis	Los lodos de petróleo procedían principalmente de la perforación, la refinación, el transporte y almacenamiento de petróleo crudo, que ha sido clasificado como un contaminante ambiental prioritario. En China, el riesgo ambiental de los lodos de petróleo los sitios contaminados ha sido verificado a través de la investigación de zona de vadosa y aguas subterráneas	Evaluar la capacidad de esta técnica para reducir los hidrocarburos del petróleo y mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo.	Inglés	Shijie Wang, Xiang Wang, Chao Zhang, Fasheng Li, Guanlin Guo	27~46% de remoción de TPH para la biorremediación de campo de 8 meses de petróleo lodo. La mayor remoción de TPH de los 39 meses de cultivo en tierra fue probablemente causado por los tallos de algodón añadidos y la oportuna labranza, y en estudios previos revelaron que las enmiendas orgánicas añadidas mejoró la eliminación de HTP y las actividades microbianas del suelo, 50% de eliminación de HTP para 23.000 mg kg ⁻¹	El tratamiento mejorado de los suelos contaminados con lodos de petróleo mediante la adición de tallos de algodón es una biorremediación útil. estrategia. En comparación con el tratamiento de atenuación natural, las ventajas del tratamiento en vertederos para suelos contaminados con lodos de petróleo presentado en los tres aspectos siguientes: mayores retiros de TPH y fracciones de petróleo, propiedades

de aceite de petróleo contaminado y el 27% de eliminación de HTP para 31.000 mg kg ⁻¹ de aceite de petróleo suelos contaminados, por lo que concluyeron que el TPH inicial del suelo El contenido fue el principal factor limitante de la biodegradación.	mejoradas del suelo, y un suelo más alto cantidad y diversidad microbiana
--	---

2 1	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomonas, suelos.	La biorremediación de los suelos contaminados con lodos aceitosos empleando una nueva cepa de Pseudomonas aeruginosa y fitotoxicidad de los hidrocarburos del petróleo para la germinación de semillas	India	Muestreo y análisis	En la India, las actividades de la industria petrolera en los campos petrolíferos del sur de Gujarat son evidentes desde los últimos cinco decenios y tiene diez decenios de funcionamiento, incluido el estado nororiental de Assam	Evaluar la capacidad de esta técnica para reducir los hidrocarburos del petróleo y mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo.	Inglés	Sunita Varjani, Vivek N. Upasani, Ashok Pandey	se puede decir que % de degradación de lodos aceitosos del suelo en un momento específico por La cromatografía de gases y la gravimetría se apoyan mutuamente. En el día 56 4,75% y 4,84% de degradación de lodos aceitosos en el microcosmos del factor abiótico se observó mediante la cromatografía de gases y la gravimetría, respectivamente. Al final del	se concluyó que cuando se completó el microcosmos con P. aeruginosa NCIM 5514 y los nutrientes simultáneamente, la degradación de los hidrocarburos fue máxima en comparación con la aplicación individual de bioaumentación, bioestimulación, atenuación natural y factores abióticos. Los resultados también demostraron que la germinación de semillas en El suelo contaminado con lodos aceitosos fue
										experimento, es decir, en el día 56, el 91,45% (cromatografía de gases) y el 92,97% (gravimetría) de la degradación de los lodos aceitosos fue se observó que el tratamiento simultáneo de la adición de nutrientes y cultivos	mejorado con la técnica de biorremediación empleado. Se observó un aumento y una rápida germinación de las semillas en las plantas tratadas el suelo en comparación con el suelo no tratado (suelo contaminado con hidrocarburos de petróleo).

2 2	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Efectos de la bioestimulación y el bioaumentación en la eliminación del gasóleo y las bacterias comunidad	Italia	Muestreo y análisis	El arrendamiento de hidrocarburos en el medio ambiente está aumentando. El diesel es un contaminante de hidrocarburos frecuentemente reportado (Wolicka et al., 2009).	examinar la evolución de la comunidad bacteriana durante la eliminación de las suelo utilizando biorreactores a escala de laboratorio, evaluando la influencia de añadiendo solo o en conjunto, un abono, un surfactante (b-ciclodextrina) y un consorcio bacteriano.	Inglés	Manuela Taccari, Vesna Milanovic, Francesca Comitini, Cristiano Casucci, Maurizio Ciani.	95,6% de eliminación de HTP, de 9147 mg kg ⁻¹ a t ¼ 0 días 400 mg kg ⁻¹ en t ¼ 120 días	La acción combinada de bioestimulación mediante la adición de abono y bioaumentación por inoculando un consorcio microbiano seleccionado y bien adaptado proporcionó los mejores resultados tanto para la eliminación de la HTP como para la microbiana diversidad en el suelo contaminado con diesel, incluso si este comportamiento necesita confirmación a escala de campo. Aunque la adición de b-ciclodextrina determinó un efecto
--------	----	---	---	--------	---------------------	--	---	--------	--	---	---

positivo en la adición de surfactante no influyó positivamente

2 3	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomonas, suelos.	Construcción de consorcios microbianos mixtos que degradan los HAP mediante la selección inducida en el suelo	Colombia	Muestreo y análisis de laboratorio	Los hidrocarburos aromáticos policíclicos son un grupo importante de contaminantes orgánicos que contienen dos o más anillos aromáticos fusionados. Se producen principalmente como resultado de la descomposición térmica, la combustión incompleta y la pirólisis de diversas moléculas orgánicas	construir una tolerancia consorcios microbianos que degradan los HAP utilizando un método de selección microbiana inducida con HAP suelos, a fin de mejorar su potencial de biorremediación del suelo. Utilizamos con éxito este método para construir dos consorcios microbianos mixtos que exhiban una alta tolerancia y altos niveles de degradación de los DMA y HMW PAHs.	Inglés	German Zafra, Ángel E. Absalón, Miguel Ángel Anducho- Reyes, Francisco J. Fernandez, Diana V. Cortés- Espinosa	Degradación más altas se observaron durante la selección del consorcio C2 (Nativo+GEM), con 281 tasas de degradación del 92% para Phe, 64% para Pyr y 65% para BaP	Nuestro resultados indican que los consorcios microbianos construidos presentan un alto potencial para la biorremediación del suelo por bioaumentación y bioestimulación, y puede ser eficaz para el tratamiento de sitios contaminados con HAP y otros hidrocarburos de alto peso molecular debido a su elevada tolerancia a los compuestos aromáticos, su capacidad de utilizarlos como fuente de energía y el proceso de selección inducido.
--------	----	---	--	----------	--	--	--	--------	--	---	---

24	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Aplicación de alquil poliglicósidos para mejorar la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo utilizando <i>Sphingomonas changbaiensis</i> y <i>Pseudomonas stutzeri</i>	China	Muestreo y análisis de laboratorio	La contaminación del suelo por hidrocarburos de petróleo se ha convertido en un problema crítico cuestión ambiental en todo el mundo a causa de los accidentes y las actividades humanas.	la aplicación del APG en la biodegradación de los suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo utilizando dos cepas individuales: <i>Sphingomonas changbaiensis</i> y <i>Pseudomonas stutzeri</i> . Comparar la eficiencia de <i>S. changbaiensis</i> y <i>P. stutzeri</i> en la biodegradación del petróleo suelos contaminados con hidrocarburos	Inglés	Qian Li, Yanning Huang, Dongdong Wen, Rongbing Fu, Leiyu Feng.	Las tasas de degradación de la HTP en muestras de suelo (S-1 y P-1) bioaumentadas con <i>Sphingomonas changbaiensis</i> y <i>Pseudomonas stutzeri</i> durante 30 días fueron $39,2 \pm 1,9\%$ y $47,2 \pm 1,2\%$, respectivamente. Los resultados demostraron que la bioaumentación de muestras de suelo contaminadas con hidrocarburos de petróleo con <i>P. stutzeri</i> resultó en un 8% más de degradación de hidrocarburos que la bioaumentación con <i>S. changbaiensis</i> en 30 días.	Degradación de la HTP en suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo fue mejorado por la bioaumentación con <i>S. changbaiensis</i> y <i>P. stutzeri</i> .
----	----	---	---	-------	------------------------------------	---	---	--------	--	--	--

25	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Aplicación del biofacturante para mejorar el proceso de biorremediación del suelo contaminado con petróleo crudo	India	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	Los contaminantes de hidrocarburos son altamente hidrofóbicos, recalcitrante y persistente en la naturaleza, ya que son muy difíciles de remediar en el medio ambiente. En el suelo, la contaminación de hidrocarburos a menudo conduce a posibilidades de absorción de los	la capacidad de degradar los contaminantes de hidrocarburos.	Inglés	Rupshikha Patowarya, Kaustuvmani Patowarya, Mohan Chandra Kalitab, Suresh Dekaa.	se observó que la concentración de HTP en ambas muestras de suelo disminuyó gradualmente en el caso de los conjuntos tratados con biosurfactantes y SDS, en los que, al igual que en el suelo no tratado, la concentración de HTP no cambió mucho. En el suelo enmendado con el	En el estudio, un biosurfactante producido por Pseudomonas aeruginosa. Se caracterizó el SR17 y se encontró que era un tipo de ramnolípido de biosurfactante. El análisis de LC-MS interpretó que el biosurfactante consiste de una amalgama de congéneres mono y
----	----	---	--	-------	--	---	--	--------	--	---	---

contaminantes por las plantas que se cultivan en los sitios contaminados

biofacturante ramnolípido, se encontró que el porcentaje de degradación de la HTP era de 86,1 y 80,5% en la muestra A y B respectivamente, al final de seis meses.

dirhamnolípidos. Fue observado que la adición del biosurfactante en 1,5 g de L-1 dio lugar a una degradación del 86,1% y del 80,5% en las muestras de suelo A y B respectivamente. La degradación del complejo hidrocarburo también condujo a la mejora de ciertas propiedades físico-químicas vitales del suelo que son importantes para el cultivo sostenible. Por lo tanto, el biosurfactante puede ser utilizado como un costo medio eficaz y ecológico para mejorar la biorremediación de componentes del petróleo, incluidos los HAP en el medio ambiente natural.

26	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomonas, suelos.	Capacidad de biodegradación del queroseno y caracterización de bacterias aisladas de suelos y agua contaminados con petróleo	Iran	Análisis de laboratorio	Naturalmente, la contaminación por petróleo es un problema común en estas áreas. Estos accidentes han causado contaminaciones para penetrar en los acuíferos de aguas subterráneas y dañó las tierras de cultivo alrededor del área. El petróleo crudo y sus derivados contienen compuestos químicos altamente tóxicos como benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos (BTEX) y naftalina. Muchos de estos compuestos como el benceno son potencialmente mutagénico y cancerígeno para los humanos	identificar las bacterias que podrían crecer en altas concentraciones de queroseno en medio sin fuentes de carbono o azufre	Inglés	Mohammad Mojarada, Abbas Alemzadehb, Golafarin Ghoreishia, Mohammad Javaheri	El los resultados revelaron que P. stutzeri y E. hormaechei podían degradarse 65,48% y 48,48% de 5% de queroseno como fuente de carbono a 28 C durante 7 días, respectivamente. E. cloacae, E. hormaechei y P. stutzeri podrían degradar el 67,43%, 12,98% y 54,14% del 10% de queroseno como fuente de azufre a 28 C durante 7 días, respectivamente.	En este estudio, demostramos que E. cloacae, E. hormaechei, y P. stutzeri tienen la capacidad de crecer en un 20% de queroseno sin un potenciador adicional. Mostraron un gran potencial de degradación queroseno en poco tiempo. Por lo tanto, estas bacterias son adecuadas para en el proceso de biorremediación en el campo contaminado con queroseno.
----	----	--	--	------	-------------------------	--	---	--------	--	--	--

27	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	La construcción de una larga cadena de bacterias que degradan el alcano y su aplicación en la biorremediación de la contaminación por petróleo crudo	China	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	Los hidrocarburos del petróleo entran en el medio ambiente tanto de forma natural como fuentes antropogénicas cada año, por ejemplo, tras el derrame de petróleo del Exxon Valdez (Bragg. et al. 1994) y el derrame de petróleo de Deep Horizon (Camilli et al. 2010; Reddy et al. 2012). Los hidrocarburos del petróleo tienen una amplia gama de efectos deletéreos en los ecosistemas de las zonas costeras.	la capacidad de degradar los contaminantes del petróleo crudo.	Inglés	Long Meng, Mutai Bao, Peiyan Sun	"Remoción de 70% o el 75% aproximadamente. Concluyó que la co-biodegradación era una mejor para eliminar la contaminación del petróleo crudo. "	La co-biodegradación Pseudomonas sp. B-1, Bacillus subtilis PH-1 con exoenzima o pet-28a (+)/almA-E.coli poseía un enorme potencial que podía alcanzar el 70%~80% en petróleo biorremediación de la contaminación.
28	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Bacterias hidrocarburoclásticas del género Pseudomonas en la rizosfera de Samanea saman (Jacq.) Merr.	Venezuela	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	La industria petrolera es la principal fuente de ingresos para Venezuela, cuyas actividades de manejo y extracción han provocado graves contaminaciones de suelos, agua y aire; algunos de estos entornos con vocación agrícola, ganadera o piscícola	explicar cómo estas especies bacterianas naturalmente apoyan el crecimiento de esta leguminosa a través de la reducción de la toxicidad del crudo derramado	Español	Juliana Mayz y Lorna Manzi.	Pseudomonas fluorescens y Rhodococcus qingshengii, alcanzaron tasas de degradación del 95% (ndodecano), 66% (tolueno) y 70% (naftaleno)	En una área contaminada con petróleo (a 100 metros de Amaná del Tamarindo, estado Monagas, Venezuela), se identificó la especie Samanea saman, de cuya rizósfera se lograron obtener diez aislados del género Pseudomonas con capacidad para degradar petróleo.

29	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Biodegradación bacteriana por bioestimulación en suelos contaminados con petróleo crudo	Perú	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	El petróleo crudo, contiene varias clases de componentes hidrocarbonados que pueden ser clasificados en 4 grupos : saturados, aromáticos, resinas y asfaltenos (Apezteguía, 1999). Los componentes del petróleo que tienen efectos más nocivos, son los hidrocarburos aromáticos, puesto que algunos actúan como tóxicos agudos y otros, como el benzopireno, tienen actividad carcinogénica (Cisneros, 1996).	Evaluar la capacidad biodegradativa de un consorcio bacteriano, mediante la aplicación de fertilizantes inorgánicos como el nitrógeno, fósforo y potasio (bioestimulación) en suelos contaminados con petróleo crudo.	España	Elizabet Samanez Gibaja	Pseudomonas 31% (18), seguido de Bacillus 17.2% (10), Serratia con 15.5% (9) , Hafnia y Enterobacter, cada uno con un 10.3%.	2. El porcentaje de reducción total de hidrocarburos fue mayor en el terrario B+F (población de bacterias bioaumentadas con adición de fertilizantes inorgánicos), obteniéndose 71,40% de reducción.2. El porcentaje de reducción total de hidrocarburos fue mayor en el terrario B+F (población de bacterias bioaumentadas con adición de fertilizantes inorgánicos), obteniéndose 71,40% de reducción.
----	----	---	---	------	--	--	---	--------	-------------------------	--	--

30	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	SELECCIÓN DE BACTERIAS CON CAPACIDAD DEGRADADORA DE HIDROCARBUROS AISLADAS A PARTIR DE SEDIMENTOS DEL CARIBE COLOMBIANO	Colombia	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	La contaminación por hidrocarburos del petróleo es una problemática de carácter mundial y amplia distribución geográfica, teniendo en cuenta que independiente de la zona afectada (lagos, suelos, zonas freáticas, ríos y playas) por procesos biológicos y físicos, los hidrocarburos tienen como destino final los mares y océanos (Shanidul y Tanaka, 2004). Colombia, único país de Sudamérica con costas en los dos océanos, se ha visto afectada en los últimos años por la contaminación de hidrocarburos producto de las actividades domésticas, industriales y marítimas.	seleccionar bacterias aisladas de sedimentos del Caribe colombiano en estaciones históricamente impactadas por hidrocarburos y evaluar su capacidad de degradación, con el fin de que posteriormente puedan ser aplicadas como una herramienta estratégica en la biorremediación de ecosistemas contaminados.	España	Silvia Narváez Flórez, Martha L. Gómez y María M. Martínez.	La disminución total de alifáticos en términos de n-alcános del 92.15%	Las cepas seleccionadas en el cultivo mixto poseen capacidades metabólicas para tolerar altas concentraciones de hidrocarburos, asimilar y degradar los mismos. Estas características son el punto de partida para la investigación del metabolismo y de las interacciones microbianas intraespecíficas que se generan al interior del cultivo mixto, con el fin de conformar un consorcio microbiano de efectiva aplicación en campo.
----	----	---	---	----------	--	---	---	--------	---	--	--

3 1	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Biorremediación ex situ de suelos contaminados con petróleo	Taiwan	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	La contaminación del suelo y las aguas subterráneas con compuestos de hidrocarburos de petróleo causa preocupaciones ambientales y sanitarias. Este ha llevado a prestar mayor atención al desarrollo de tecnologías innovadoras para remediarlo	limpiar el suelo contaminado con hidrocarburos	Inglés	Ta-Chen Lin, Po-Tsen Pan, Sheng-Shung Cheng	Degradaron hasta aproximadamente un 70% y 63% respectivamente en las biopilas de la serie S. Cuando se aplicaron la bioaumentación y la bioestimulación al inicio de la biorremediación	La contaminación del diesel fue removido eficientemente a cerca del 70% por biorremediación de biopilas sobre un período de 28 días. Las tasas de degradación y eliminación de la HTP en el Los biopilas de la serie S eran un 10% más altos que los de la serie T. Durante las etapas iniciales de la biorremediación, la bioaumentación y la bioestimulación aplicadas aumentaron la degradación de los TPHC10-C40 la eliminación en un 16% de media sobre el control.
--------	----	---	---	--------	--	--	--	--------	---	---	--

3 2	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Construcción de bacterias degradantes de alcanos de cadena larga y su aplicación en la biorremediación de la contaminación por petróleo crudo	China	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	Los hidrocarburos del petróleo entran en el medio ambiente tanto por medios naturales como fuentes antropogénicas cada año, por ejemplo, tras el derrame de petróleo del Exxon Valdez (Bragg. et al. 1994) y el derrame de petróleo de Deep Horizon (Camilli et al. 2010; Reddy et al. 2012). Los hidrocarburos del petróleo tienen una amplia gama de efectos deletéreos en los ecosistemas de las zonas costeras.	La velocidad de degradación era necesaria para mejorar con Pseudomonas sp. B-1, Bacillus subtilis PH-1	Inglés	Long Meng, Mutai Bao, Peiyan Sun	La tasa de biodegradación del petróleo crudo podría obtener hasta un 80% .	Biodegradación Pseudomonas sp. B-1, Bacillus subtilis PH-1 con coenzima o pet-28a (+)/almA-E.coli poseía un enorme potencial que podía alcanzar el 70%~80% en petróleo biorremediación de la contaminación.
3 3	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Efectos de la estrategia de optimización de la nutrición en la producción de ramnolípidos en una cepa DN1 de Pseudomonas aeruginosa para la biorremediación de petróleo crudo	China	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	A pesar de los recientes esfuerzos por introducir fuentes de energía renovable en el mercado, el mundo todavía depende en gran medida del petróleo crudo, una mezcla compleja de peso molecular variable hidrocarburos y otros compuestos orgánicos que se encuentran bajo la superficie terrestre.	aislar el crudo autóctono que se degrada con rhamnolípido que produce una cepa bacteriana del suelo contaminado con petróleo	Inglés	Kuang-Yi Ma, Meng-Yan Sun, Wen Dong, Chun-Qiu He, Fu-Lin Chen, Yan-Ling Ma	Metabolizó el petróleo crudo en un 90,52%.	Por lo tanto, se confirmó que la cepa DN1 tenía la capacidad de producir mayores rendimientos de ramnolípidos estructuralmente diversos pero, fue capaz de degradar el petróleo crudo de manera eficiente.

3 4	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Pseudomonas laurylsulfatorans sp. nov., bacterias que degradan el dodecilsulfato de sodio, aisladas del suelo turbio de una planta de tratamiento de aguas residuales	Polonia	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	La contaminación del suelo por hidrocarburos de petróleo se ha convertido en un problema crítico cuestión ambiental en todo el mundo a causa de los accidentes y las actividades humanas.	la capacidad de degradar los contaminantes del petróleo crudo.	Inglés	Ewa M. Furmanczyk, Michal A. Kaminski, Leszek Lipinski, Andrzej Dziembowski, Adam Sobczak	Pseudomonas laurylsulfatorans tuvo un 97,27% de degradación de hidrocarburos.	Las cepas de P. laurylsulfatorans sp. nov. pueden utilizar el sulfato de dodecil de sodio como única fuente de carbono.
3 5	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Biofilms bacterianos marinos en la biorremediación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en condiciones terrestres en un microcosmos de suelo	India	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son contaminantes industriales ampliamente distribuidos con dos o más más anillos de bencenoides fundidos. Se sabe que poseen efectos tóxicos agudos y son cancerígenos para los humanos (Seo y otros, 2009; Pan y otros, 2010).	evaluar el potencial de degradación de los HAP (fenantreno y pireno utilizados como HAP de referencia) por las bacterias marinas formadoras de biopelículas en un el microcosmos del suelo.	Inglés	Neelam MANGWANI, Supriya KUMARI and Surajit DAS	Se observó una degradación significativa (P < 0,001) de fenantreno alto (70,29%) y pireno (55,54%) en el microcosmos del suelo bioaumentado.	El estudio demostró que las biopelículas bacterianas marinas pueden utilizarse potencialmente en la biorremediación de contaminantes orgánicos hidrofóbicos.

36	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomonas, suelos.	Degradación del aceite de Macondo 252 por Pseudomonas putida endofítica	Estados unidos	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	en el norte del Golfo de México. El petróleo que fue derramado en el agua del Golfo terminó siendo diluido y dispersó, sin embargo, el petróleo atrapado en las marismas saladas que comprenden las plantas, las raíces de las plantas, el suelo, los sedimentos y el agua de los pantanos se sabe que persisten con todas las consecuencias perjudiciales, la razón obvia es que su entorno del huésped es mucho más estable mecánica e hidrodinamicamente.	Se investigaron el crecimiento y la producción de biosurfactantes en todos los grupos experimentales, tratando de determinar si las bacterias podían ser consumidoras y degradadoras del petróleo crudo desgastado.	Inglés	Mengyuan Zhenga, Weiyao Wanga, Margaret Hayesa, Alexander Nydella, Matthew A. Tarrb, Sunshine A. Van Baelc, Kyriakos Papadopoulos	La degradación de los HTP por parte de P. putida y consorcios bacterianos relacionados. Durante 25 días, la cepa A (P. putida CB699) se degradó 61,0% de los HTP	Una cepa de P.putida aislada de la raíz de Spartina contaminada con aceite alterniflora puede degradar todos los alcanos de C14 a C32, y el 61% de los TPHs en 25 días.
----	----	--	---	----------------	--	--	---	--------	---	--	---

37	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Una Pseudomonas aeruginosa S5 productora de biosurfactantes aislada de aguas residuales de coquización y su aplicación para la biorremediación de hidrocarburos aromáticos policíclicos	China	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	La industria de la cocaína contribuyó alrededor del 16% del total de los policíclicos hidrocarburos aromáticos (HAP) liberados en China (Kong et al., 2018). La concentración total de HAP en las aguas residuales de la coquización ha sido comunicados en un rango de 98,5-216,0 µg/L (Zhang et al., 2013). Aunque la concentración de HAP en los efluentes es baja, no se ha logrado una biodegradación efectiva de los HAP y la mayoría de ellos se transfieren a la fase de lodo durante el tratamiento de las aguas residuales de la coquización.	aislar microorganismos productores de biosurfactantes a partir de aguas residuales de coquización y seleccionando la tensión superficial más alta.	Inglés	Shengli Suna, Yuxiao Wang, Tingting Zangc, Jingyue Weib, Haizhen Wua, Chaohai Weib,Guanglei Qiub, Fusheng Li	La mayor eficiencia de degradación (43,79%, 4058,6 µg/L de reducción) se encontró en el grupo de bioaumentación. Comparado con el grupo co-metabólico, el La biodegradación de los HAP se incrementó en un 61,47% con la inoculación de la cepa S5.	se informó de que la remediación in situ de los HAP por la cepa productora de biosurfactantes Pseudomonas aeruginosa S5 aislada de las aguas residuales de la coquización. El biosurfactante producido por la mancha S5 tiene un CMC de 96,5 mg/L, y posee una alta actividad superficial en el amplio rangos de condiciones de pH (3.5-9.5) y salinidad (0-15%). Inoculando P. aeruginosa S5 en las aguas residuales de la coquización podría promover significativamente la eliminación de los HAP, especialmente los HAP HWM, en el lodo.
----	----	---	---	-------	--	---	--	--------	--	---	--

38	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	El orujo de oliva alberga bacterias con potencial de biodegradación de hidrocarburos, fijación de nitrógeno y resistencia al mercurio: material prometedor para la biorremediación de aceites usados	Kuwait	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	Los derrames de petróleo se han vuelto frecuentes en todo el mundo; dan lugar a grave contaminación de los ecosistemas marinos y terrestres. Tal Los derrames están asociados a actividades convencionales, por ejemplo, la producción de petróleo, el transporte y el uso del petróleo como fuente de energía, y los accidentes y las actividades, por ejemplo, la eliminación de desechos, los conflictos militares y otros.	mostrar que el orujo de oliva, un subproducto natural de la industria del aceite de oliva, es un efectivo absorbente de aceite crudo.	Inglés	Narjes Dashti, Nedaa Ali, Majida Khanafer, Husain Al-Awadhi, Naser Sorkhoh, Samir Radwan	Bacterias hidrocarbonoclasticas implicadas en la biorremediaciónLos procesos, caracterizados por sus secuencias de genes rRNA 16S, pertenecían a los géneros Agrococcus , Pseudomonas , Cellulosimicrobium , Streptococcus , Sinorhizobium , Olivibacter , Ochrobactrum , Rhizobium , Pleomorphomonas , Azoarcus , Starkeya y otros. Muchas de las especies bacterianas pertenecientes a esos géneros eran diazotróficas. contiene aceite crudo, resultó en el consumo de 12,9, 21,5, 28,3 y 43% de aceite después de 2, 4, 6 y 8 meses, respectivamente.	se sabe que los hidrocarburos son absorbidos y metabolizados dentro de las células (Ratledge, 1978). Muestras de aceite de orujo de oliva (que absorbió por gramo 410 mg de petróleo crudo) perdió 57 ± 2 , 65 ± 3 , 74 ± 3 y 95 ± 5 mg de aceite por gramo después de 2, 4, 6 y 8 meses, respectivamente.
----	----	---	--	--------	--	--	---	--------	--	---	--

3 9	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Biorremediación de hidrocarburos oleosos volátiles por bacterias epífitas asociadas con hojas de pasto americano (<i>Cynodon</i> sp.) Y haba (<i>Vicia faba</i>).	Kuwait	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	Actualmente se dispone de una gran cantidad de información sobre las bacterias que utilizan hidrocarburos asociadas a las raíces de plantas superiores y su papel en la limpieza de los suelos contaminados con petróleo mediante la tecnología de la rizosfera (para véase Anderson y Coats, 1994; Radwan, 2008, 2009).	evaluar la capacidad de plantas comunes para acomodar naturalmente en sus hojas (filósferas) bacterias epífitas, que utilizan hidrocarburos, y para examinar la capacidad de estas bacterias para contribuir a la atenuación de hidrocarburos volátiles en la atmósfera circundante.	Inglés	N.A. Sorkhoh, D.M. Al- Mailem, N. Ali, H. Al-Awadhi, S. Salamah, M. Eliyas, S.S. Radwan	Se degradaron entre aproximadamente el 20 y el 30% del petróleo crudo, n- hexadecano o fenantreno en cultivo discontinuo después de una semana de incubación.	Los resultados ofrecen pruebas experimentales de que las hojas sin esterilizar de las dos plantas probadas fueron colonizadas naturalmente con un número considerable de bacterias cultivables que utilizan hidrocarburos pertenecientes a a dos géneros, <i>Rhodococcus</i> y <i>Pseudomonas</i> . <i>Rhodococcus</i> spp. (Sorkhoh y otros, 1990) y <i>Pseudomonas</i> spp. (Tanti y Buragohain, 2010) que habitan en los ambientes terrestres y acuáticos han sido repetidamente reportados por los trabajadores anteriores como usuarios de hidrocarburos.
--------	----	--	---	--------	---	--	--	--------	---	---	---

40	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Bioestimulación y bioaumentación de la comunidad microbiana nativa biorremediación acelerada de lodos de refinería de petróleo	Kuwait	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	Las industrias petroleras generan más de mil millones de toneladas de lodos de desecho en todo el mundo con el paso de cada año (Hu et al., 2013). La eliminación inadecuada de una cantidad tan enorme de los lodos aceitosos conducen a la contaminación ambiental, ya que la naturaleza hidrofóbica del petróleo hidrocarburos lo hace recalcitrante y persistente en el ecosistema. Con un mayor público conciencia y estrictas limitaciones legales sobre la liberación de contaminantes ambientales, hay una necesidad de una tecnología eficaz y asequible para el tratamiento de los desechos.	degradación de hidrocarburos de suelos contaminados por hidrocarburos o lodos activados	Inglés	Ajoy Roy, Avishek Dutta, Siddhartha Pal, Abhishek Gupta, Jayeeta Sarkar, Ananya Chatterjee, Anumeha Saha, Poulomi Sarkar, Pinaki Sar, Sufia K. Kazy	Se logró una atenuación mejorada (46-55%) de los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) mediante la enmienda de fosfato, nitrato o nitrato + fosfato en el lodo con una mayor abundancia (hasta un 12%) de fermentativo, degradante de hidrocarburos, reductor de sulfato, asimilador de CO2 y microorganismos metanogénicos (Bacillus , Coprothermobacter , Rhodobacter , Pseudomonas, Achromobacter , Desulfotobacter , Desulfosporosinus , T78 , Methanobacterium, Methanosaeta , etc.).	Demostró una estrategia eficaz para la biorremediación del petróleo 468 lodos de refinería usando un enfoque combinado de bioestimulación-bioaumento.
----	----	---	--	--------	--	--	---	--------	---	---	---

4 1	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Diversidad filogenética de comunidades bacterianas asociadas con la biorremediación de petróleo crudo en microcosmos.	China	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	La contaminación por petróleo originada tanto por causas naturales como antropogénicas constituye un importante detrimento para el medio ambiente.	la biorremediación del petróleo crudo capacidad de las comunidades bacterianas indígenas	Inglés	Hui Wang, Caixia Wang, Meng Lin, Xiangnan Sun, Chuanyuan Wang, Xiaoke Hu	Las fracciones relativas de hidrocarburos saturados disminuyeron del 28% al 26% y al 22% en los microcosmos tratados y no tratados, respectivamente.	La biorremediación del petróleo crudo los cambios pertinentes de las comunidades bacterianas en el microcosmos se investigaron mediante el GCeMS, DGGE, y análisis de la biblioteca de clones. Los resultados sugirieron que el crudo petróleo, especialmente alcanos, impulsados por bacterias indígenas enriquecidas en sedimentos del Mar de Bohai, se biodegradó eficientemente. Eficiente La biorremediación estaba relacionada con los cambios dramáticos de las comunidades antes y después de la crisis del petróleo, en particular la variabilidad de "bacterias hidrocarbonocícicas profesionales" que aparecen en las muestras con el petróleo crudo degradado.
4 2	C2	Biorremediación,	Biodegradación de hidrocarburos	Venezuela	Experimental. Muestreo y	Los hidrocarburos poliaromáticos son	determinó cualitativamente	Español	Mariangela Bracho,	El 50%, las cepas de	Las cepas estudiadas presentaron

<p>hirocarburos, Pseudomona, suelos.</p>	<p>aromáticos policíclicos y heterocíclicos por Pseudomonas spp.</p>	<p>análisis de laboratorio</p>	<p>constantemente liberados al ambiente principalmente a partir de las actividades antropogénicas, siendo la mayor fuente de liberación, los procesos de quema de combustibles fósiles, la licuefacción del carbón, la gasificación del petróleo y los derrames accidentales de petróleo. Los hidrocarburos poliaromáticos son constantemente liberados al ambiente principalmente a partir de las actividades antropogénicas, siendo la mayor fuente de liberación, los procesos de quema de combustibles fósiles, la licuefacción del carbón, la gasificación del petróleo y los derrames accidentales de petróleo</p>	<p>el potencial biodegradativo que presentan bacterias autóctonas aisladas de suelos contaminados con petróleo frente a hidrocarburos aromáticos dicíclicos, tricíclicos y hetrocíclicos, para así confirmar su especificidad hacia el sustrato, a fin de seleccionar cepas bacterianas con una amplia capacidad degradadora, que garanticen de esta forma la remoción de los hidrocarburos complejos presentes en el suelo.</p>	<p>Laugeny Díaz y Luz Marina Soto</p>	<p>Pseudomonas estudiadas fueron capaces de degradar naftaleno, antraceno, fenantreno y DBT. Tres de estas, el equivalente al 42,85%</p>	<p>diferencias en cuanto a sus capacidades para degradar los hidrocarburos fenantreno y dibenzotiofeno; sin embargo, todas fueron capaces de crecer en presencia de naftaleno y antraceno.</p>
--	--	--------------------------------	--	--	---------------------------------------	--	--

4 3	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomonas, suelos.	Biodegradabilidad de las fracciones de resinas y asfaltenos por pseudomonas en suelo impactado con crudo mediano	Venezuela	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	Cuando se produce un derrame de petróleo se crea una fuente de contaminación en el suelo, esto puede ocurrir en cualquiera de las fases del proceso como son perforaciones, transporte, manejo, consumo, etc.	estudiar la influencia de los microorganismos en la estructura de los hidrocarburos complejos, asfaltenos y resinas, en un suelo contaminado con crudo mediano aplicando una biorremediación exsitu.	España	Celeste Fernández, Massiel Silva, Juan C. Pereira, Auxilia Mallia, María J. Llobregat, Vanessa Altomare	Se observó una degradación significativa de antraceno (85%) y pireno (5%) .	Las variables establecidas para controlar el biotratamiento fueron pH, temperatura, humedad y aireación. El pH se mantuvo en valores apropiados mayores a 7,2, lo que contribuyó con una favorable actividad enzimática en el suelo; la temperatura permaneció dentro del rango de valores requeridos para el desarrollo de los microorganismos mesófilos inoculados en el suelo y la humedad fue una condición que se controló solo de manera cualitativa según las necesidades del suelo.
--------	----	---	---	-----------	---	---	--	--------	--	---	--

4 4	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos: caracterización microbiológica, química y ecotoxicológica	Barcelona	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	La contaminación ambiental ocasionada por el petróleo y productos petroquímicos, mezclas complejas de hidrocarburos) se reconoce como uno de los más graves problemas de la actualidad, sobre todo cuando	estudiar la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos, y al disponer de distintos consorcios microbianos.	España	Marc Viñas Canals	Se determinó que el 80% de los TPH fue degradado, entre ellos el 50% de fenantreno.	En todos los tratamientos de bioestimulación se ha observado una cinética de degradación bifásica, caracterizada por presentar un periodo inicial con elevadas tasas de biodegradación seguido de un
						se asocia a los derrames accidentales a gran escala.					periodo tardío con bajas tasas de biodegradación de los TPH y de los HAPs de 3 y 4 anillos.
4 5	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Biosurfactantes en la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos	Ecuador	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	La contaminación ambiental más extendida a nivel mundial se atribuye a los hidrocarburos del petróleo, causada principalmente por derrames en la explotación, accidentes de cargueros, ruptura de tanques de almacenamiento, fugas en tuberías y accidentes de transporte.	Determinar el rendimiento de surfactantes producidos por Pseudomonas spp. degradadoras de hidrocarburos de petróleo	España	Br. Hilda Vega Cruz Br. Jesús Eduardo Rafael Ugaz Hoyos	La Pseudomonas spp. degradado el 84,62% de hidrocarburos de petróleo porque utilizaron el contaminante como fuente de carbono y energía	El 84,62% de aislados de Pseudomonas spp. utilizó el petróleo como fuente de carbono y energía en 24-96 horas. El 92,42% de Pseudomonas spp. degradadoras de petróleo produjo biosurfactantes. Los biosurfactantes producidos por Pseudomonas spp. fueron recuperados por extracción con acetato de etilo.

4 6	C2	Biorremediación, hirocarburos, Pseudomona, suelos.	BIOREMEDIACION DE SUELOS CONTAMINADOS CON MERCURIO UTILIZANDO Pseudomonas sp. AISLADAS DE ZONAS DE MINERIA INFORMAL	Perú	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	La pequeña minería y la minería artesanal, están relacionadas desde hace mucho tiempo con la extracción de oro; estas constituyen actividades sobresalientes en países como Perú, donde las oportunidades de empleo son muy limitadas; solventando en la actualidad la ocupación directa	evaluar la capacidad de reducción de mercurio en suelo, de tres cepas de Pseudomonas sp aisladas de suelos donde se realiza minería informal.	Españ ol	Yuri Puicon, Jasmin E. Hurtado	bioremediacion 90% de mercurio de los suelos.	Se ha podido demostrar que las 3 cepas de Pseudomonas sp. trabajando en conjunto son capaces de bioremediar suelos contaminados con mercurio y que la actividad bacteriana sobre los suelos ha permitido la germinación de semillas de Lactuca sativa.
						de 30,000 trabajadores, de esta manera aquellas son una parte importante de quienes perdieron sus puestos de trabajo o han emigrado de áreas de extrema pobreza					

4 7	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	Microorganismos aislados de borras de hidrocarburos en la refinería de Talara y su potencial para la biorremediación de suelo contaminado, marzo de 2018	Perú	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	Las borras son residuos de los tanques y tuberías de la industria del petróleo, formados después de largos periodos, por sedimentación y agregación de sus constituyentes: agua, lodos (arena, rocas, lodos de perforación, materia orgánica) e hidrocarburos de petróleo (Gómez & Gómez, 2016). Las borras acumuladas reducen la capacidad de almacenamiento de los tanques y aumentan las pérdidas por fricción en las tuberías, con la consecuente disminución del caudal operativo del bombeo e incremento del	Determinar las características de los microorganismos aislados de borras de hidrocarburos en la refinería Talara de Graña y Montero Petrolera (GMP), región Piura y su potencial para la biorremediación del suelo contaminado	Español	Bach. Roberto Junior Ugaz Llontop	El rendimiento de surfactante en función de la biomasa de Pseudomonas sp. 6. seleccionada fue de 83%, demostrándose el potencial de Pseudomonas sp. 6 para la biorremediación.	El 62,33% de las bacterias y el 37,66% de los hongos aislados de borras demostraron ser hidrocarbonoclasticos. El 62,33% de las bacterias y el 37,66% de los hongos hidrocarbonoclasticos demostraron ser productores de surfactantes. El rendimiento de surfactante en función de la biomasa de Pseudomonas sp. seleccionada fue de 83%.
--------	----	---	--	------	--	--	--	---------	-----------------------------------	--	---

gasto energético (Suárez, 2011).

48	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	BIODEGRADACION DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO POR BACTERIAS NATIVAS SOMETIDAS A DISTINTAS CONDICIONES DE CULTIVO APLICADOS EN AGUAS RESIDUALES, CALLAO – 2017	Perú	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	Perú, es uno de los países que se ha visto afectado en los últimos tiempos por la alteración de hidrocarburos producto de los trabajos industriales y marítimas. A su vez, por fases relacionados con la utilización, traslado, manejo del petróleo y sus derivados. Así mismo, solo reúsan el 5% aproximadamente de las aguas residuales industriales por hidrocarburo de un volumen de vertimiento de 47,483,378.72 m3/año (ANA, 2008).	que en un futuro puedan ser aplicadas como una herramienta estratégica en la biorremediación de ecosistemas alterados por la contaminación.	España	LESLIE VICENTA YAYA CHILENO	Evidencia de disminución de Hidrocarburos totales de petróleo en un 55.3%	El mecanismo de degradación de las Bacterias Nativas son lentas, pero eficientes de acuerdo a las condiciones operativas que se le da; mientras que el mecanismo de degradación con Bacterias Pseudomonas Auriginosas son más rápidas.
49	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	COMPARACIÓN DE EFICIENCIA ENTRE Pseudomonas aeruginosa Y Pseudomonas putida, Y SU MASIFICACIÓN PARA LA REMEDIACIÓN DE HIDROCARBUROS TOTALES DE	Ecuador	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	En Puerto Francisco de Orellana una de las principales actividades que mueve la economía en la zona es la explotación del oro negro, surgiendo consigo la	Comparar la eficiencia entre Pseudomona aeruginosa y Pseudomona putida, y su masificación para la biodegradación de Hidrocarburos Totales de	España	BASTIDAS RIVADENEYRA JOHANNA ALEXANDRA, CEDEÑO RUBIANO ADRIANA ELIZABETH	La eficiencia de la P. aeruginosa fue de 89,8% mientras que la P. Putida fue de un 94%.	Concluyendo que numéricamente Pseudomona putida es más eficiente que Pseudomona aeruginosa, sin embargo al comparar con ANOVA de un factor independiente, las

		PETRÓLEO EN LOS PASIVOS AMBIENTALES DE AQ-LAB EN PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA				formación de una serie de pasivos ambientales, los mismos que exigen un adecuado tratamiento para poder darles una disposición final responsable a fin con la legislación vigente en el país.	Petróleo en los pasivos ambientales de AQ-LAB en Puerto Francisco de Orellana.			eficiencias son estadísticamente iguales.	
50	C2	Biorremediación, hidrocarburos, Pseudomona, suelos.	La biodegradación de los sulfonatos de dinitrotolueno y otros nitro-aromáticos compuestos por Pseudomonas sp. X5 aislados del agua roja de TNT suelo contaminado	China	Experimental. Muestreo y análisis de laboratorio	Los explosivos nitro-aromáticos han sido liberados en el medio ambiente debido a las actividades militares y civiles, entre las cuales el TNT (Lewis y otros, 2004; Park y otros, 2003a; Rodgers y Bunce, 2001). Durante la etapa de purificación del crudo TNT, el sulfito de sodio se añadió para eliminar el desequilibrio trinitrotolueno, formando el llamado "agua roja TNT" que contenía principalmente sulfonatos de dinitrotolueno	aislar e identificar las bacterias que degradan el DNNTS del agua roja de TNT suelos contaminados	Inglés	Wenjie Xu, Quanlin Zhao, Zhilin Li, Xinyue Lu, Shiqun Han, Zhengfang Ye.	eficiencia de eliminación del 88,21%	Pseudomonas sp. X5 tiene características de degradación de amplio espectro. Puede degradar no sólo el DNNTS, sino también otros los contaminantes nitro-aromáticos como el TNT, DNT y MNT de manera efectiva.