



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

**Efectividad del compost en la biorremediación de suelos
contaminados con aceite automotriz, Arequipa 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERIO AMBIENTAL

AUTORES:

Coloma Lopez, Jesus Manuel (ORCID: [0000-0001-5884-9611](https://orcid.org/0000-0001-5884-9611))

Paima Flores, Angela Patricia (ORCID: [0000-0002-2363-7130](https://orcid.org/0000-0002-2363-7130))

ASESOR:

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID: [0000-0002-0750-2877](https://orcid.org/0000-0002-0750-2877))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERU

2022

Dedicatoria

A mis amada madre Laly y a mis abuelos, Jesús y Eulalia, por ser los principales pilares de mi vida y formación profesional.

A mis hermanos, Laly y Julio, por ser aquellos confidentes que, con sus palabras y consejos, me supieron guiar por un camino que me ha llevado a lo que soy ahora.

JESUS COLOMA

A mi querida madre, Luz, por brindarme su apoyo, paciencia y comprensión para alcanzar mis metas.

A mis abuelos, Emeterio y Melania, quienes siempre me apoyaron durante mi formación profesional.

A mi hermana, Allison, por su compañía, comprensión, alegría y apoyo para alcanzar mis metas.

ANGELA PAIMA

Agradecimiento

A Dios, que sin su inmenso amor y cuidado nada de esto hubiera sido realidad.

A mis padres, que inculcaron en mí el valor para seguir adelante y conseguir mis metas trabajando desde pequeño.

A mis abuelos, porque su amor y cariño formaron en mí los principios para ser una persona de bien.

JESUS COLOMA

A Dios, por darme la vida, cuidarme, protegerme, bendecirme y guiarme por el camino correcto.

A mi madre, Luz, por brindarme el apoyo su apoyo incondicional al inicio de esta etapa.

ANGELA PAIMA

Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de graficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1 Tipo y diseño de la investigación	13
3.2 Variables y operacionalización	13
3.3 Población , muestra, muestreo, unidad de análisis	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5 Procedimiento	15
3.6 Método de análisis de los datos	22
3.7 Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	28
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Variables de la investigación</i>	17
Tabla 2. Estándares nacionales	19
Tabla 3. Peso de la muestra contaminada	21
Tabla 4. Materiales utilizados para realizar el compost.	21
Tabla 5. <i>Medidas de los parámetros en estudio del compost</i>	28

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de la biorremediación de suelo contaminado	20
Figura 2. Toma de muestra de suelo contaminado con aceite automotriz	21
Figura 3. Toma de muestra del suelo y pesado de tierra agrícola y ceniza.	22
Figura 4. Toma de muestra de residuos de jardín y estiércol.	23
Figura 5. Toma de muestra de residuos de cocina y agua.	23
Figura 6. Preparación del terreno.	24
Figura 7. Materiales tierra agrícola y residuos de jardín	24
Figura 8. Materiales ceniza, estiércol y residuos de jardín	25
Figura 9. Lectura de pH y temperatura al inicio de compost.	26
Figura 10. Lectura de pH y temperatura al final de compost.	26
Figura 11. Obtención de compost.	27
Figura 12. Gráfico de comparación de la muestra inicial y el DS N°0011-2017	30
Figura 13. Gráfico de comparación de la muestra 9 días y el DS N°0011-2017	31
Figura 14. Gráfico de comparación de la muestra 9 días y el DS N°0011-2017	32
Figura 15. Gráfico de comparación de la muestra 32 días y el DS N°0011-2017	32

Resumen

El presente estudio tuvo como principal objetivo evaluar la efectividad del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotrices, Arequipa 2022. Se tuvo como hipótesis de investigación la acción del compost sí es efectiva en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotrices. Las técnicas de recolección de datos fueron observación, evaluación y análisis. Mientras que los instrumentos fueron: fichas de observación, DS 0011-2017-MINAM y análisis de laboratorio. Los resultados de los análisis de la muestra obtenida de aceites y grasas automotrices en el suelo contaminado, antes de la aplicación del compost fue de 32633 mg/kg y según DS 0011-2017-MINAM hubo una diferencia de 29633 mg/kg y un porcentaje de 1087.76%. La muestra obtenida después de 9 y 32 días de la aplicación del compost fueron de 12600 mg/kg y 9300 mg/kg de aceites y grasas automotriz respectivamente. Al comparar según DS.N°0011-2017-MINAM hubo una diferencia de 9600 mg/kg y un porcentaje de 420.00% para la muestra de 9 días. En cambio, al compararlo según el DS.N°0011-2017-MINAM la muestra obtenida después de 32 días hubo una diferencia de 6300 mg/kg y un porcentaje de 210.0% y fue la que tuvo más diferencia o menos contenido de aceites y grasas automotriz en valor (23333 mg/Kg) y en porcentaje (71.50%) con respecto a la muestra inicial. En conclusión, la muestra inicial antes de la aplicación del compost fue más de 10 veces mayor que lo permitido por el decreto tomado como referencia, la muestra después de 9 días de la aplicación del compost fue más de 4 veces mayor que lo permitido por el decreto tomado como referencia y la muestra después de 32 días de la aplicación del compost fue más de una 3 mayor que lo permitido por el decreto tomado como referencia y fue la más efectiva a la acción del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz y la que más se acercó al valor límite máximo permisible, según el DS. N°0011-2017-minam. Los resultados del estudio confirman la efectiva acción del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada en la presente investigación.

Palabras claves: Suelo contaminado, Aceites, Grasas, Automotriz, Biorremediación, Compost

Abstract

The main objective of this study was to evaluate the effectiveness of compost in the bioremediation of soils contaminated with automotive oils, Arequipa 2022. The research hypothesis was the action of compost if it is effective in the bioremediation of soils contaminated with automotive oils. The data collection techniques were observation, evaluation and analysis. While the instruments were: observation sheets, DS 0011-2017-MINAM and laboratory analysis. The results of the analysis of the sample obtained from automotive oils and greases in the contaminated soil, before the application of the compost, was 32633 mg/kg and according to DS 0011-2017-MINAM there was a difference of 29633 mg/kg and a percentage of 1087.76%. The sample obtained after 9 and 32 days of compost application were 12600 mg/kg and 9300 mg/kg of automotive oils and greases respectively. When comparing according to DS.N°0011-2017-MINAM, there was a difference of 9600 mg/kg and a percentage of 420.00% for the 3-day sample. On the other hand, when comparing it according to DS.N°0011-2017-MINAM, the sample obtained after 32 days had a difference of 6300 mg/kg and a percentage of 210.0% and was the one with the greatest difference or least oil content and automotive greases in value (23333 mg/Kg) and in percentage (71.50%) with respect to the initial sample. In conclusion, the initial sample before the application of the compost was more than 10 times greater than that allowed by the decree taken as a reference, the sample after 9 days of the application of the compost was more than 4 times greater than that allowed by the norm taken as a reference and the sample after 32 days of the application of the compost was more than 3 higher than that allowed by the norm taken as a reference and was the most effective for the action of the compost in the bioremediation of soils contaminated with automotive oils and the one that came closest to the maximum permissible limit value, according to the DS. N°0011-2017-minam. The results of the study confirm the effective action of compost in the bioremediation of soils contaminated with automotive oils; therefore, the hypothesis proposed in this investigation is accepted.

Keywords: Contaminated soil, Oils, Fats, Automotive, Bioremediation, Compost

I. INTRODUCCIÓN

Según Pasaye, Márquez, De la Cruz y Sánchez (2020), los hidrocarburos que forman parte del aceite no se degradan biológicamente, por lo que, tener estos contacto, ya sea con las aguas o los suelos, generan un impacto negativo, debido a que es insoluble, se mantiene en la superficie impidiendo, de esta forma, el intercambio de gases con la atmósfera. Además, se inhiben los ciclos de biogeoquímicos que están relacionados con la mineralización de la materia orgánica del suelo. En otras palabras, estas grasas evitan que se produzca el humus y, al filtrarse, produce contaminación de las aguas subterráneas; Uno de los métodos que existe para minimizar el impacto ambiental que causan el aceite automotriz, según Pasaye et al. (2020), es la biorremediación, la cual puede realizarse in situ o ex situ, dependiendo de las condiciones en que trabaje el investigador. Aunque no todos los compuestos orgánicos son aptos para la biorremediación, esta ha tenido efectos positivos en suelos contaminados por grasas y aceites, utilizando compost como medio de remediación de estos. Cabe resaltar que, según cifras del Ministerio del Ambiente (2018), el 67% de los residuos de grasa y aceites encontrados en el suelo peruano, provienen del mantenimiento de transporte aéreo, marítimo y terrestre; Los talleres de reparaciones de vehículos, al ofrecer servicios preventivos, correctivos y de reparaciones de motores de diésel y gasolina, hace que se genere gran cantidad de residuos por el aceites automotriz, de los cuales, según la DIGESA, entre el 70 y el 80% son de hidrocarburos totales. Estas grasas y aceites son de origen sintético y contiene gran cantidad de impurezas, ya que proviene generalmente del carter del motor y se obtiene cuando es cambiado por un aceite limpio (Bustamente Cabrera et.al., 2019). En este marco, en la región de Arequipa, existe un aproximado de 86 talleres que generan gran cantidad de aceites y grasas, las cuales no reciben tratamiento y son arrojados a los suelos sin ningún plan de mitigación. Asimismo, en la capital de Arequipa, existe en los comienzos de esta última década un progresivo incremento de talleres o lubricentros que manejan altas cantidades de aceites y grasas derivados del petróleo, los cuales mayormente son derramados en el suelo al no realizar un adecuado manejo y almacenamiento de estos contaminantes. En base a la realidad problemática

presentada, se plantearon el problema general y los problemas específicos de la investigación.

El problema general: ¿En qué medida es efectivo el compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz, Arequipa 2022?, Los problemas específicos: PE1: ¿Cómo determinar la cantidad de grasas y aceites automotriz en el suelo contaminado, antes de la aplicación del compost? PE2: ¿Cómo determinar la cantidad de grasas y aceites automotriz en el suelo contaminado, después de la aplicación del compost? PE3: ¿Cómo comparar los valores obtenidos de grasas y aceites automotriz en el suelo contaminado, antes y después de la aplicación del compost con los valores límites máximos permisibles, según el DS N° 0011-2017-MINAM?

El objetivo general: Evaluar la efectividad del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotrices, Arequipa 2022, los **objetivos específicos:** OE1: Determinar la cantidad de grasas y aceites automotrices en el suelo contaminado, antes de la aplicación del compost. OE2: Determinar la cantidad de grasas y aceites en el suelo contaminado, después de la aplicación del compost. OE3: Comparar los valores obtenidos de grasas y aceites automotrices en el suelo contaminado, antes y después de la aplicación del compost con los valores límites máximos permisibles, según DS N° 0011-2017-MINAM. Se tuvo como **hipótesis de investigación:** La acción del compost sí es efectiva en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotrices.

Como **Justificación teórica:** Esta investigación propuesta permitirá la aplicación de conocimientos referentes al compost, su elaboración y usos aplicados a la biorremediación de suelos contaminados con grasas y aceites automotrices de esa manera contribuir a la mejora del uso de los suelos y en general del medio ambiente. En cuanto a la **Justificación social:** Esta investigación beneficiará a las comunidades cercanas a las zonas donde se arrojan los aceites y grasas automotrices provenientes de talleres mecánicos y lubricentros que pueden perjudicar la salud y la calidad de vida de la población; La **Justificación ambiental:** con esta investigación se busca cuantificar la cantidad de grasas y aceites automotrices que se encuentran en el suelo contaminado proveniente de un lubricentro y al mismo tiempo ofrecer una alternativa de solución a través de

la biorremediación de estos a través del uso del compost, buscando de esta forma determinar la efectividad del compost en la descontaminación del suelo por grasas y aceites automotrices.

II. MARCO TEÓRICO

Pasaye et al. (2020), señalan que el aceite automotriz se genera a partir de la mezcla de aceites utilizados en la lubricación, refrigeración y activación, por lo que constituye un producto complejo de hidrocarburos aromáticos y alifáticos. Debido a su complejidad, estos aceites son considerados residuos peligrosos, los cuales requieren de un proceso controlado de disposición final, a fin de tratarlos adecuadamente y evitar impactos significativos en el suelo.

En esencia, tal como señalan Freire et al. (2020), los aceites automotrices se componen de un 60% a 70% de parafinas, aromáticos y naftenos, así como aceites sintéticos. Además, estos contienen metales pesados como zinc, cromo, cadmio y plomo, así como partículas finas, las cuales representan un riesgo para el entorno natural y la salud humano. Adicionalmente, estos aceites se constituyen bifenilos poli clorados (PCBs) y cloro, generados a partir de la oxidación de los hidrocarburos contenidos en la base de los aceites.

Debido a su composición Padilla et al. (2018), señalan que la toxicidad y biodegradabilidad son dos particularidades de los aceites automotrices que inciden en la contaminación ambiental, ya que, el primero, requiere de seguimiento y atención continua y, el segundo, interfiere, fundamentalmente, en el suelo y el agua, así como en el ambiente en general.

Como se puede observar, Fabelo (2017), indica que el desarrollo social del hombre ha provocado que la contaminación del agua, aire y suelo haya aumentado en grandes magnitudes, por lo que es de interés global el desarrollo de tecnologías que permitan aminorar la carga de contaminación del entorno natural, a fin de evitar repercusiones significativas en el progreso de la sociedad. Cabe señalar también que, uno de las acciones contaminantes más alarmantes es el desecho de hidrocarburos en los suelos, ya que estas sustancias poseen agentes contaminantes altamente complejos, por lo que escoger la tecnología adecuada será vital para la recuperación efectiva del suelo contaminado. Por su parte, Darwin (2020), conceptualiza la biorremediación como un proceso que, mediante hongos, microorganismos o enzimas, transforma un medio alterado por agentes contaminantes, a fin de que este recupere sus condiciones naturales.

En cuanto a las ventajas de la biorremediación, diversos estudios destacan la biorremediación como la técnica más efectiva para la reducción de agentes contaminantes del suelo, especialmente de hidrocarburos contenidos en aceites automotrices. Al respecto, Apaza (2020), manifiesta que, al considerar las condiciones del entorno y los microorganismos a emplear para el proceso de recuperación del suelo contaminado por aceites automotrices, el proceso de biorremediación tendrá un 60% de eficiencia, debido a que los desechos orgánicos posibilitan la rápida degradación de contaminantes por su alto contenido de nutrientes. Además, señala que la biorremediación es una de las tecnologías más económicas para solucionar problemas de contaminación del entorno, además de ser un método seguro y efectivo. Además, Por su parte, Bordino (2021), afirma su menor costo, a comparación de otras tecnologías, además de que puede ser efectuada en el lugar donde se produce la contaminación, sin perjudicar la fabricación industrial. Asimismo, se destaca la utilidad de este para reducir los niveles de toxicidad provocadas por sustancias derivadas de petróleo, y la facilidad de integración de esta tecnología con otras.

Por otro lado, respecto a sus desventajas Garzón et al. (2017), manifiesta que la biorremediación debe aplicarse únicamente si se conocen las vías metabólicas y químicas que participan en el proceso, así como los procesos microbianos que se involucran, ya que, si no se conocen en su totalidad, el proceso puede derivar en una situación peor. Además, debido a la lentitud del proceso, este no es aplicable en aquellas áreas contaminadas que requieren de una rápida recuperación. Cabe destacar también que la biorremediación se aplica a partir de las siguientes etapas: caracterización físico-química del suelo, análisis de riesgos, estudio hidrogeológico y geotécnico; realización de ensayos de tratamiento a escala de laboratorio; ejecución de ensayos a escala piloto; implementación de la tecnología adecuada de biorremediación (Bustamente Cabrera et.al., 2019).

En cuanto a la caracterización de los suelos, cabe señalar que son sistemas biológicamente activos y altamente estructurados, constituido por componentes orgánicos, minerales, gas, agua y el espacio capilar, siendo la interfaz entre el agua, la tierra y el aire, particularidad que le brinda la capacidad de desempeñar funciones antropogénicas y naturales (Ruiz, 2019). En cuanto a su composición,

el 50% de sus componentes se conforman de minerales, siendo el más predominante el dióxido de silicio (SiO_2), pero también se puede encontrar calcio, aluminio, titanio, hierro, azufre, potasio, fósforo, sodio, entre otros; mientras que entre el 25% a 50% representa agua y aire, porcentaje que varía según el factor humedad que contenga el suelo. Asimismo, este contiene organismos vivos y materia orgánica, no obstante, estos ocupan alrededor del 1% a 4%, respectivamente, de su composición general (Ruiz, 2019).

Los minerales son los componentes de mayor predominancia de los suelos y, mediante estos, los microorganismos obtienen los nutrientes que requieren para su desarrollo. Al respecto, cabe destacar que los factores ambientales inciden en la variación de composición química de cada suelo, y esto, a su vez, repercute en el desarrollo de flora y fauna (Ruiz, 2019). En este marco, Ruberto et al. (2020), señalan que las herramientas biológicas empleadas para la biodegradación tienen la capacidad de reducir los niveles de hidrocarburos del suelo, conservando las características del suelo, por lo que son imprescindibles para el proceso de biorremediación, proceso entendido como aquel que se encarga de reducir los índices de contaminación mediante el aprovechamiento de sistemas biológicos o seres vivos; consecuentemente, se ha convertido en una de las disciplinas biotecnológicas más aplicadas para el cuidado y preservación del medio ambiente.

Por su parte, Ruiz (2019), destaca la acción de los microorganismos en la transformación y metabolización aeróbica sobre los hidrocarburos, ya que brindan sustento al crecimiento y reproducción, permitiendo que el proceso de biodegradación se realice naturalmente. También cabe señalar que Gómez (2012), su investigación fue determinar el efecto de los hidrocarburos tanto en dosis bajas y altas en un suelo arenoso, durante 29 días determinaron los efectos que tienen estos contaminantes sobre la actividad biológica del suelo. Los resultados de los análisis demostraron que el efecto en el suelo que causan los hidrocarburos va a depender de la concentración y la composición del hidrocarburo, las características del suelo y del entorno.

A partir de lo indicado, se puede afirmar que la recuperación de un área contaminada con aceites automotrices depende, fundamentalmente, del estudio

adecuado de los factores ambientales, así como el análisis de las características de los microorganismos que inciden en el proceso. Entonces, el resultado del proceso de biodegradación depende, en esencia, del nivel de toxicidad, la biodegradabilidad, la concentración inicial de los agentes contaminantes, propiedades ambientales del suelo, y el tratamiento sistemático a emplear (Vizúete et al., 2020). Cabe señalar también que, según Ruberto et al. (2020), debido a que los métodos de biorremediación se basan en actividades biológicas, estos se modulan mediante factores ambientales, tales como temperatura, humedad, pH, entre otras, las cuales inciden en la velocidad de reacción bioquímica. Por lo tanto, tal como indican Vizúete et al. (2020), es fundamental evaluar las bacterias y organismos vivos a utilizar para la realización del proceso, considerando su capacidad biodegradable, ya que así se conseguirá un resultado con mayor efectividad.

Ruiz (2019), señala que los factores ambientales son aquellos que brindan las condiciones adecuadas para el desarrollo de microorganismos, siendo estos los que interfieren en la recuperación de un suelo contaminado. Entre estos factores se encuentra el pH del suelo, que incide en la actividad microbiana, puesto que, a mayor diversidad de microorganismos contenidos en el suelo, será menor el rango de tolerancia de pH. Cabe destacar que no existen niveles óptimos de pH para los suelos, ya que el intervalo de este factor depende de los microorganismos a desarrollarse en un espacio determinado. Sin embargo, para el proceso de biodegradación, se recomienda intervalos de pH entre 7,4 a 7,8, a fin de facilitar el proceso. Otra particularidad del factor pH es su incidencia en el transporte de metales pesados en el suelo, así como la solubilidad del fósforo (Ruiz, 2019). Zamora, Ramos y Arias (2012), su investigación fue indicar los efectos en el suelo por la contaminación de hidrocarburos, los cuales pueden afectar algunas propiedades químicas y microbiológicas del suelo. Se evaluaron los cambios químicos del suelo contaminado con crudo mediano y se determinó la capacidad de reintegrar la estructura funcional de las comunidades bacterianas luego de 120 días. Se determinó las características químicas del suelo y bioquímicas de cepas bacterianas. Mediante las muestras de laboratorio se halló que la contaminación por hidrocarburos incremento la saturación con Al y disminuyo el pH, como también la CE y la CIC del suelo, se modificó la

comunidad bacteriana y se redujo su diversidad por selectividad de grupos funcionales. Concluyendo que la contaminación del suelo por hidrocarburos altera la estructura funcional de la comunidad bacteriana.

La temperatura del suelo, es el factor principal que influye en la actividad metabólica de los microorganismos, así como su tasa de biodegradabilidad. En este marco, existen especies bacterianas capaces de desarrollarse en ambientes de entre 20° C a 30°C, intervalo en el que se realiza con mayor naturalidad el proceso de biodegradación; no obstante, en el caso de biodegradación de hidrocarburos, es posible logra el proceso a temperaturas superiores (Ruiz, 2019). La humedad del suelo, todo microorganismo requiere de condiciones mínimas de humedad para su óptimo desarrollo; sin embargo, se debe considerar que el exceso de humedad impide el crecimiento de microorganismos, debido a la reducción de concentración de O₂ en el suelo. Entonces, este factor puede resultar un limitante en el proceso de biodegradación, por lo que debe considerar las propiedades del suelo, el tipo de biodegradación (aeróbica o anaeróbica) y las propiedades del suelo para determinar el nivel óptimo de humedad y lograr que el proceso de realice de manera efectiva (Ruiz, 2019).

El oxígeno del suelo, los microorganismos requieren de este aceptor para oxidar los compuestos, orgánicos e inorgánicos, a fin de obtener la energía que necesiten para su óptimo desarrollo. Por lo tanto, el oxígeno es un factor esencial para los procesos biológicos, además de fundamental para reacciones de oxidación-reducción catalizada mediante enzimas. Adicionalmente, se deben considerar los nutrientes inorgánicos, los cuales facilitan el metabolismo microbiano, permitiendo la reproducción de los microorganismos, quienes requieren de agentes químicos para asimilarlos y sintetizarlos (Ruiz, 2019). Pérez, Silva, Peñuela y Cardona (2015) su investigación fue evaluar los hidrocarburos presentes en el suelo. Una contaminación antigua disminuye la velocidad de degradación por microorganismos debido a reacciones de oxidación química que incorporan el contaminante dentro de la materia orgánica, difusión lenta dentro de los poros pequeños y adsorción en las paredes de los mismos, y también la formación de películas sumergidas alrededor de los

líquidos en fase no acuosa con una alta resistencia a la transferencia de masa en acuíferos y reactores tipo suspensión.

Por otro lado, existen dos tipos de biorremediación: in situ, constituido por bioestimulación, bio-aumentación y bio-venting; ex situ, biopilas, landfarming y compostajes. Este último consiste en mezclar las herramientas biológicas con agentes que brinden porosidad, a fin de aumentar el flujo de aire y el material sea degradado bajo condiciones de temperatura y humedad controladas (Bustamente Cabrera et.al., 2019). Con respecto al primer tipo de biorremediación Cornejo (2016), realizó un estudio para determinar la eficiencia de remoción de un suelo contaminado con hidrocarburos empleando el tratamiento de fitorremediación con la técnica de fitoestimulación, las condiciones del suelo afectado se mantuvieron sin modificar para evidenciar su eficiencia. Al realizar esta fitorremediación en 30 días calendario, se obtuvo como resultados una reducción de 319, 5 594 y 24 209 mg/kg, en su tratamiento se consideraron algunos parámetros considerados por dicho autor.

En cuanto al segundo tipo de biorremediación, el compostaje, también denominado composting, es un proceso biológico aeróbico que permite transformar, naturalmente, residuos orgánicos, a fin de obtener abono natural o compost, el cual contiene nutrientes que son esenciales para los suelos. En esencia, el compostaje consiste en que la acción de microorganismos sobre materia de rápida biodegradación, con el objetivo de generar compost y que este permita reducir los contaminantes contenidos en la estructura del suelo, a partir de los nutrientes que lo constituyen (Ruiz, 2019). Entre las propiedades del compostaje se encuentra la mejora de las propiedades físicas del suelo, puesto que la materia orgánica utilizada para el proceso estabiliza la estructura de los agregados, incrementando el nivel de permeabilidad y porosidad; es decir, mediante el compostaje se pueden obtener suelos con mayor retención de agua a partir del aumento de porosidad. Asimismo, este mejora la actividad biológica y propiedades químicas del suelo, ya que brinda alimento y soporte a los microorganismos, contribuyendo en su mineralización; además de incrementar el contenido de macronutrientes y micronutrientes. Finalmente, debido a que el compostaje contiene población microbiana, ello favorece a la fertilidad del suelo (Di et.al., 2018).

Cabe señalar que en el proceso de compostaje inciden factores como la temperatura, que permite la eliminación de agentes patógenos, por lo que se recomienda temperaturas entre 35°C a 55°C, ya que altas temperaturas provocan la muerte de los microorganismos; humedad, siendo el nivel óptimo entre 40% a 60%, a fin de evitar que la materia orgánica se pudra; oxígeno, ya que este incide en la humedad, textura, materia, frecuencia de volteo y aireación forzada; pH, factor que influye en la acción microbiana; relación carbono-nitrógeno, constituyentes esenciales de la materia orgánica, por lo que es fundamental equilibrar ambos componentes en el compost (Bohórquez, 2019).

Finalmente, respecto al proceso de compostaje, es importante subrayar la importancia de la temperatura para garantizar la efectividad del proceso, ya que es este factor el que influye a lo largo del proceso, dividiéndolo en cuatro periodos: mesolítico, donde la materia orgánica está a temperatura ambiente, permitiendo la rápida proliferación de microorganismos mesófilos, consecuentemente, la temperatura se eleva y se reduce el nivel de pH; de enfriamiento, en esta etapa la temperatura de la masa vegetal es menor a 60°C, favoreciendo la presencia de hongos, además de permitir la descomposición de la celulosa (Bohórquez, 2019). Seguidamente, se presenta la etapa termofílica, donde la temperatura alcanza niveles de 40°C, en esta surgen los microorganismos termofílicos, que contribuyen en la transformación del nitrógeno en amoníaco, además de aumentar los niveles de pH; por último, la etapa de maduración consiste en dejar que la masa vegetal alcance una temperatura ambiente, permitiendo obtener el compost (Bohórquez, 2019). Por último, se debe considerar que el proceso de compostaje se puede realizar mediante diversos sistemas, tales como pilas estáticas, que es un sistema de tubos conectados, de entre tres a seis metros de altura, donde se coloca la mezcla y donde la aireación se logra por vacío o mediante aireación forzada; hileras, en este el material se apila; reactores cerrados, considerado uno de los tipos de compostaje de mayor costo, pero que permite controlar mejor el proceso. A partir de lo indicado, se puede afirmar que se debe evaluar la forma de aireación y los costos para escoger alguno de estos sistemas y lograr un compost efectivo para la biorremediación de suelos contaminados por aceites automotrices (Ruiz, 2019).

Al respecto, a nivel internacional, investigadores como Flores y Mendoza (2017) realizaron un estudio que tuvo como objetivo “determinar mediante el análisis estadístico de los resultados, cuál es el tratamiento más idóneo para alcanzar la mayor biorremediación del suelo contaminado con hidrocarburos” (p. 21), para lo cual se evaluó la acción del compost y ácido húmico. Esta investigación consideró, en primer lugar, 21958 mg/kg de hidrocarburos totales de petróleo (HTP), a la que se aplicó el tratamiento 1 (6 libras de compost y 4 lb de ácido húmico), logrando reducir 19534.5 de HTP. A partir de ello, se pudo concluir que el compost y ácido húmico tienen un efecto positivo en la biorremediación de sedimentos contaminados con hidrocarburos.

Por su parte, Ruiz (2019), realizó una investigación orientada a “investigar la efectividad que tiene la biorremediación en los suelos contaminados por hidrocarburos, para darla a conocer en los municipios” (p. 13). La investigación fue de tipo descriptivo y enfoque cualitativo. Dentro de esta investigación se destaca el impacto de derrames de aceites en el suelo, lo cual provoca efectos negativos en el desarrollo de la flora y fauna, además de contaminación de aguas subterráneas por infiltración. Para resolver esta problemática, se aplicó un modelo basado en la biorremediación, haciendo uso de compostaje, a fin de desintoxicar los contaminantes del entorno natural. Se encontró que esta no genera corrientes de residuos, además de lograr una remoción del 87% en 40 días; por lo que se determinó la efectividad de este proceso para limpiar los suelos contaminados por hidrocarburos. Mientras que, en el marco nacional, se consideró el estudio de Lizana (2019), que planteó como objetivo “evaluar la aplicación de carbón activado de cáscara de Cocos nucifera L. ‘coco’ y compost de cascarilla de *Oryza sativa* L. ‘arroz’ en la biorremediación de suelos contaminados por gasolina” (p. 1). Este estudio experimental consideró 15 maceteros contaminados, con capacidad de 9 kg, donde se aplicó carbón activado de cáscara de coco y compost de cascarilla de arroz, en dosis diferentes. Se encontró que los sustratos orgánicos aplicados reducen significativamente la concentración de hidrocarburos totales de petróleo, por lo que se concluyó su eficacia para tratamientos de biorremediación de suelos.

Asimismo, Bustamante y Silva (2019), realizaron una investigación que tuvo como objetivo “determinar el efecto de la materia orgánica en la biorremediación

de suelo contaminado con hidrocarburos de petróleo en establecimientos de reparación de vehículos terrestres” (p. 2). Para ello se aplicaron, aleatoriamente, cinco tratamientos (testigo absoluto, testigo abiótico, cachaza de caña de azúcar, compost, cascarilla de arroz) a suelos contaminados por aceites automotrices, con alto contenido de hidrocarburos, toxicidad y microorganismos hidrocarburo clásticos. Se observó que el compost y la cachaza de caña de azúcar favorecen la biorremediación de suelos contaminados por aceites automotrices, logrando ello en 60 a 90 días, respectivamente, y con una efectividad del 70%. Entonces, se concluyó que la cachaza de caña de azúcar y el compost aceleran el proceso de biorremediación del suelo contaminado por aceites automotrices.

Finalmente, se revisó la tesis de Curasi y Luque (2018), quienes se enfocaron en “evaluar la efectividad de los bioestimuladores compost, lombricompost y abono verde en la biorremediación de suelo contaminado con aceite automotriz de talleres de mantenimiento” (p. 6). Para ello, se fabricaron biopilas que contuvieron 20% de bioestimulador y 80% de suelo; seguidamente, se aplicaron tratamiento y midieron parámetros físicos, como humedad, pH, temperatura, conductividad eléctrica y capacidad de campo. Se evidenció un incremento del pH del 8.5% para las biopilas con compost; mientras que, respecto a la conductividad eléctrica, al hacer uso del compost esta se incrementó en un 8.2%. No obstante, se observó una reducción de la capacidad de campo y humedad. En cuanto a la reducción de niveles de hidrocarburos, se observó que el compost tiene una eficiencia del 20%, lo que demuestra su efectividad.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, debido a que se basará en cálculos establecidos a partir de mediciones de grasas y aceites automotrices en el suelo contaminado, antes y después de la aplicación del compost. Según Hernández Sampieri et al. (2014), este tipo de enfoque busca estimar magnitudes, en base a la recolección de datos realizada por los investigadores.

La investigación fue de tipo aplicada, ya que tuvo como finalidad la biorremediación del suelo contaminado con aceites automotrices. Al respecto, Ñaupas et al. (2018), señala que las investigaciones de este tipo buscan mejorar una situación a un problema con diseño cuasi experimental, ya que se tomaron muestras que se llevaron al laboratorio para obtener valores de grasas y aceites automotrices en el suelo contaminado, antes y después de la aplicación del compost, luego comparar estos valores obtenidos con los valores límites máximos permisibles, según el DS. N°0011-2017-MINAM.

3.2 Variables y operacionalización

las variables que se tomaron en cuenta para el estudio fueron 2: La variable compost que es la variable independiente y la bioremediación es la variable dependiente tal como se detallan en la siguiente tabla 1 y anexo 1

Tabla 1. *Variables de la investigación*

Variable	Tipo
Compost	Independiente
Biorremediación del suelo	Dependiente

Fuente: Propia

3.3 Población, muestra y muestreo

La población se formó por los lubricentros ubicados en la zona de estudio (Pedregal). Se seleccionó una muestra del lubricentro de la zona mencionada debido a que dicho lugar favorece al interés del estudio (ya que en este se realizan cambios de aceites a los vehículos en la parte frontal del establecimiento) y se brindó el acceso al lubricentro para poder llevar a cabo el muestreo. Además, se observó que en todos los lubricentros de dicha zona similares características (suelo, manchas de aceite y grasas automotriz, olor característico, etc.). La muestra pesó 24.5 kilos de suelo contaminado por grasas y aceites automotriz de dicho lubricentro. El método de muestreo fue no probabilístico de tipo estratégico, intencional o por conveniencia (Sierra, 1995).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

se emplearon técnicas de recolección hechas en base al cumplimiento de los objetivos, observando, analizando y evaluando los parámetros designados en la investigación. Mientras que los instrumentos fueron: fichas de observación, DS N° 0011-2017-MINAM y análisis de laboratorio. Se emplearon tres fichas, las cuales se detallan a continuación:

- Ficha de observación para la muestra del suelo.
- Ficha de observación para los parámetros del compost.
- Ficha de observación para los niveles de biorremediación.

Estas fichas fueron validadas por expertos de la Universidad César Vallejo. En el Perú tenemos estándares para grasas y aceites por ello se tomó como referencia el Decreto Supremo N°0011-2017-MINAM. Tabla 2

Los análisis de laboratorio fueron tres (uno por cada muestra como se observa en los anexos 2).

Tabla 2. Estándares nacionales

País	Norma	Suelo industrial y comercial	Suelo industrial	Unidades
Perú	estándares de calidad ambiental (ECA) par suelo	3000	3000	mg/Kg

Fuente: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM (MINAM, 2017),

3.5 Procedimiento

Para la realización de la biorremediación del suelo contaminado por grasas y aceites automotrices, se llevó a cabo el procedimiento considerando los 5 pasos tal como se ve en la figura 1.

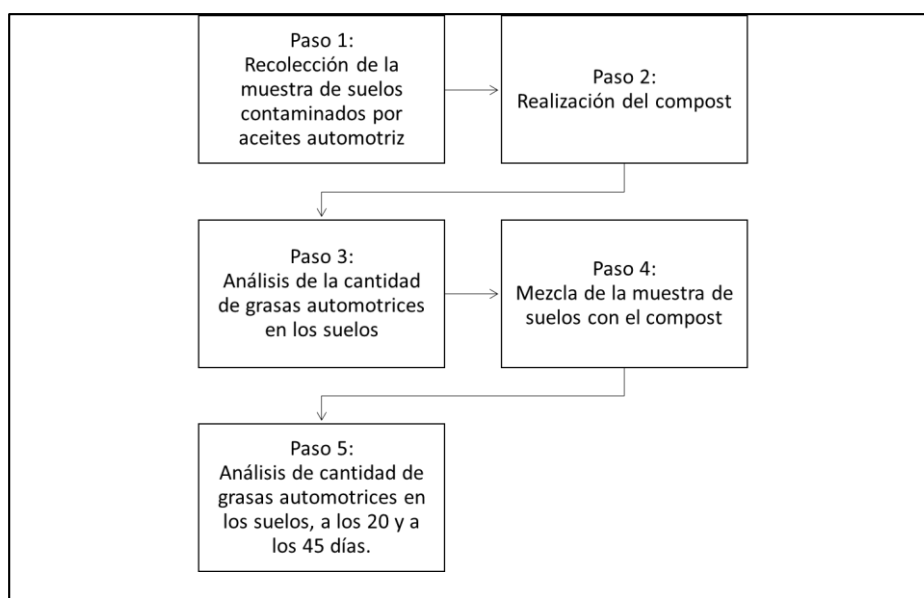


Figura 1. Diagrama de la biorremediación de suelo contaminado

Fuente: Propia

PASO 1: RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA DEL SUELOS CONTAMINADOS POR ACEITES AUTOMOTRIZ.

La muestra de suelo contaminado fue tomada en un pequeño lubricentro automotriz particular en Pedregal, Majes-Caylloma, región Arequipa, ya que en este se realizan cambios de aceites a los vehículos en la parte frontal del

establecimiento. Por ello, se muestreó sólo en puntos donde habían manchas de grasas y aceites en el suelo del mencionado lubricentro. El muestreo fue superficial tal y como se puede observar en la imagen 2 llegando a pesar la muestra 24.5 kilos (ver tabla 3).



Figura 2. Toma de muestra de suelo contaminado con aceite automotriz

Fuente: Propia

Tabla 3. *Peso de la muestra contaminada.*

Material	Cantidades	Unidades
Suelo contaminado en estudio	24.5	Kg
Balde	800	Gr

Fuente: Propia

PASO 2: REALIZACIÓN DEL COMPOST

Para la realización del compost fue necesario utilizar diferentes materiales orgánicos e inorgánicos tal como se muestra en la tabla 4. Lo primero que se hizo fue tomar la muestra y el pesado de los dichos materiales que se observa en la figuras del 3 hasta el 5.

Tabla 4. *Materiales utilizados para realizar el compost.*

Material	Cantidades	Unidades
Materia orgánica (cocina)	4.8	Kg
Materia orgánica seca (jardín)	1	Kg
Estiércol de ganado vacuno	6.8	Kg
Ceniza	6.8	Kg
Tierra agrícola	44.6	Kg
Agua	72	L
Balde	800	gr

Fuente: Propia



Figura 3. Toma de muestra y pesado de tierra agrícola y ceniza.

Fuente: Propia



Figura 4. Toma de muestra y pesado de residuos de jardín y estiércol

Fuente: Propia



Figura 5. Toma de muestra y pesado de residuos de cocina y agua

Fuente: Propia

Luego se preparó el área donde se realizó el compost (área ubicado en Pedregal, Majes-Caylloma, en la región Arequipa que es la propiedad de uno de los tesisistas) tal como se observa en la figura 6. Después se añadió los materiales orgánicos e inorgánicos que se muestra en figura 7 y 8.



Figura 6. Preparación del terreno

Fuente: Propia



Figura 7. Materiales tierra agrícola y residuos de cocina

Fuente: Propia



Figura 8. Materiales ceniza, estiércol y residuos de jardín

Fuente: Propia

Seguidamente se hizo la medición de parámetros del compost: pH (con pH metro test 2.5 – 9), temperatura (con termómetro digital en centígrados) y humedad (manualmente observando la textura del suelo) desde el inicio de la elaboración hasta que se obtuvo el compost, tal como se observa en las figuras del 9 hasta el 11. En la tabla 5 se observa las distintas mediciones y anotaciones semanales que se realizaron durante la elaboración del compost para comprobar su manejo adecuado del mismo.



Figura 9. Lectura de pH y temperatura al inicio del compost

Fuente: Propia



Figura 10. Lectura de pH y temperatura al final del compost

Fuente: Propia



Figura 11. Obtención de compost

3.6 Método de análisis de los datos

Para el análisis de los datos, se utilizó estadística para el análisis de los datos iniciales a través de gráficos. También se empleó para realizar comparar los valores obtenidos de grasas y aceites automotriz en el suelo contaminado, antes y después de la aplicación del compost con los valores límites máximos permisibles, según el DS.N°0011-2017-MINAM y establecer la eficacia del compost en la biorremediación de suelos contaminados por aceites automotrices y grasas.

3.7 Aspectos éticos

Este trabajo fue realizado bajo la norma ética de la Universidad Cesar Vallejo, basados en la Resolución del Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV, específicamente en el capítulo 3. De igual manera, se realizó considerando el uso de la resolución del consejo universitario N°0200 – 2018, en base en la guía de las líneas de investigación, seguido del reglamento N° 0089-2019.

IV. RESULTADOS

IV.1. Determinación de la cantidad de aceites y grasas en el suelo contaminado, antes de la aplicación del compost

El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotrices en el suelo contaminado, antes de la aplicación del compost fue de 32633 mg/kg. Al comparar este valor obtenido con el valor límite máximo permisible, según el DS N° 0011-2017-MINAM que es de 3000 mg/kg para suelos de uso industrial y comercial se puede apreciar que hay una diferencia de 29633 mg/kg y un porcentaje de 1087.76% tal como se observa en la figura 12.

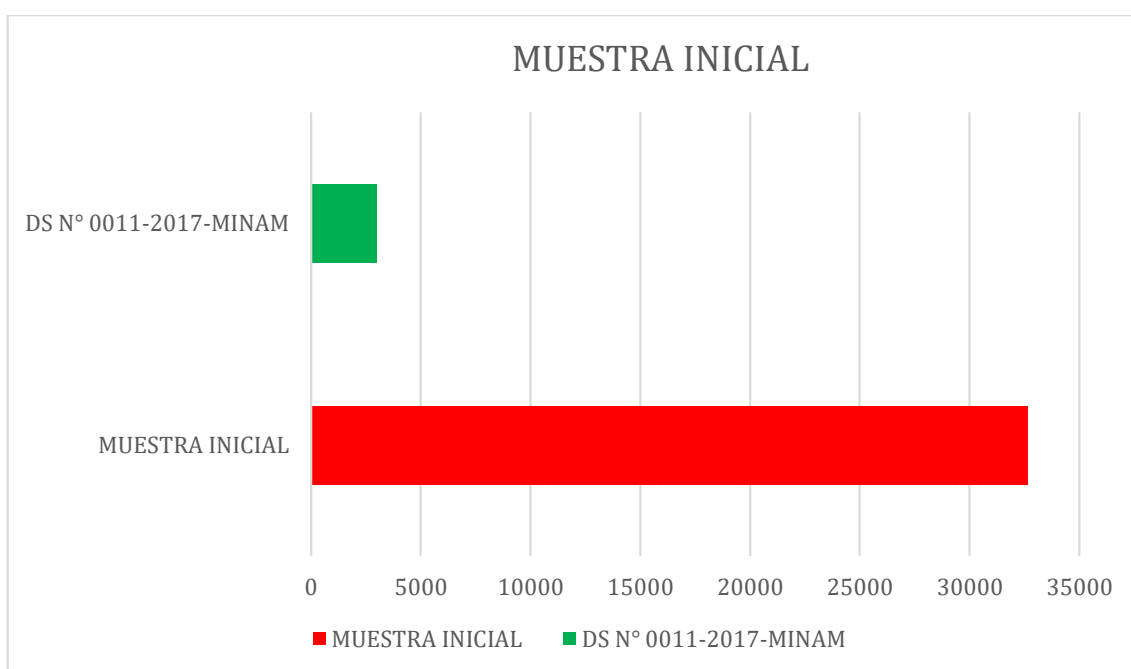


Figura 12. Gráfico de comparación de la muestra inicial y el DS N° 0011-2017-MINAM

Fuente: Propia

De acuerdo al resultado descrito en la presente investigación demuestra que sobrepasa el valor de la muestra obtenido de grasas y aceite automotriz en el suelo contaminado, antes de la aplicación del compost el valor límite máximo permisible, según el DS. N°0011-2017-MINAM, es decir que, fue más de 10 veces mayor que lo permitido por el decreto tomado como referencia. Al

respecto, se señala que en un estudio realizado por Guevara (2012), en las muestras obtenidas de aceites usados generados por varios centros automotrices, han sobrepasado los Límites Máximos Permisibles (LMP), incumpliendo con los parámetros establecidos por 10 veces más de su valor permisible

IV.2. Determinación de la cantidad de aceites y grasas en el suelo contaminado, después de la aplicación del compost

El valor de la muestra obtenida de aceites y grasas automotrices en el suelo contaminado, después de 9 días de la aplicación del compost fue de 12600 mg/kg. Al comparar este valor obtenido con el valor límite máximo permisible, según el DS. N°0011.2017-MINAM que es de 3000 mg/kg para suelos de uso industrial y comercial se puede apreciar que hay una diferencia de 9600 mg/kg y un porcentaje de 420.00% como se puede observar en la f13

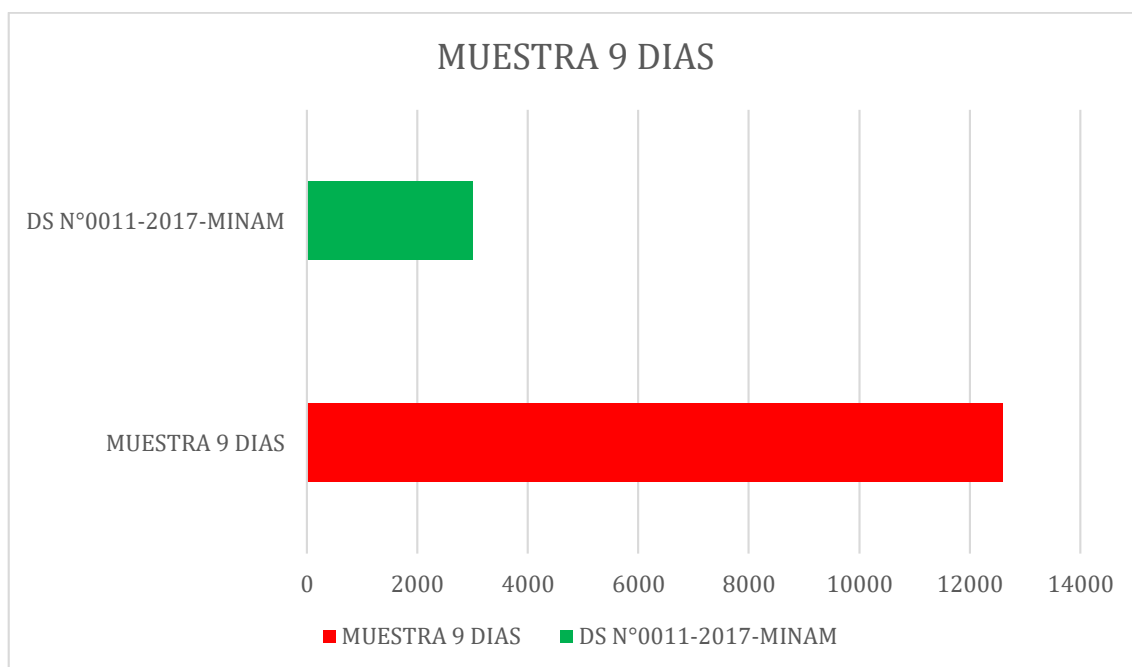


Figura 13. Gráfico de comparación de la muestra 9 días y el DS. N° 0011-2017-MINAM

Fuente: Propia

En cambio, el valor de la muestra obtenida de aceites y grasas automotrices en el suelo contaminado, después de 32 días de la aplicación del compost fue de

9300 mg/kg. Al comparar este valor obtenido con el valor límite máximo permisible, según el DS. N° 0011-2017-MINAM que es de 3000 mg/kg para suelos de uso industrial y comercial se puede apreciar que hay una diferencia de 6300 mg/kg y un porcentaje de 210.00% tal como se observa en la figura 14. en la figura 15 se denota que el valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, después de 32 días de la aplicación del compost fue la que tuvo más diferencia o menos contenido de aceites y grasas automotrices en valor (23333 mg/Kg) y en porcentaje (71.50%) con respecto a la muestra inicial.

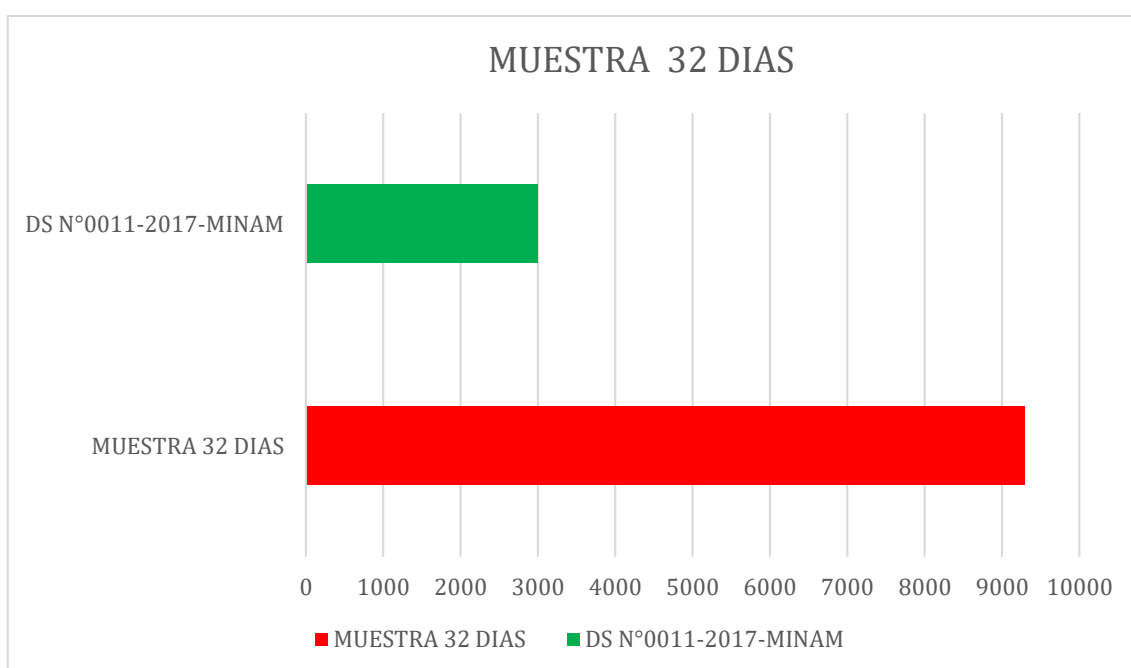


Figura 14. Gráfico de comparación de la muestra 32 días y el DS N°0011-2017 MINAM

Fuente: Propia

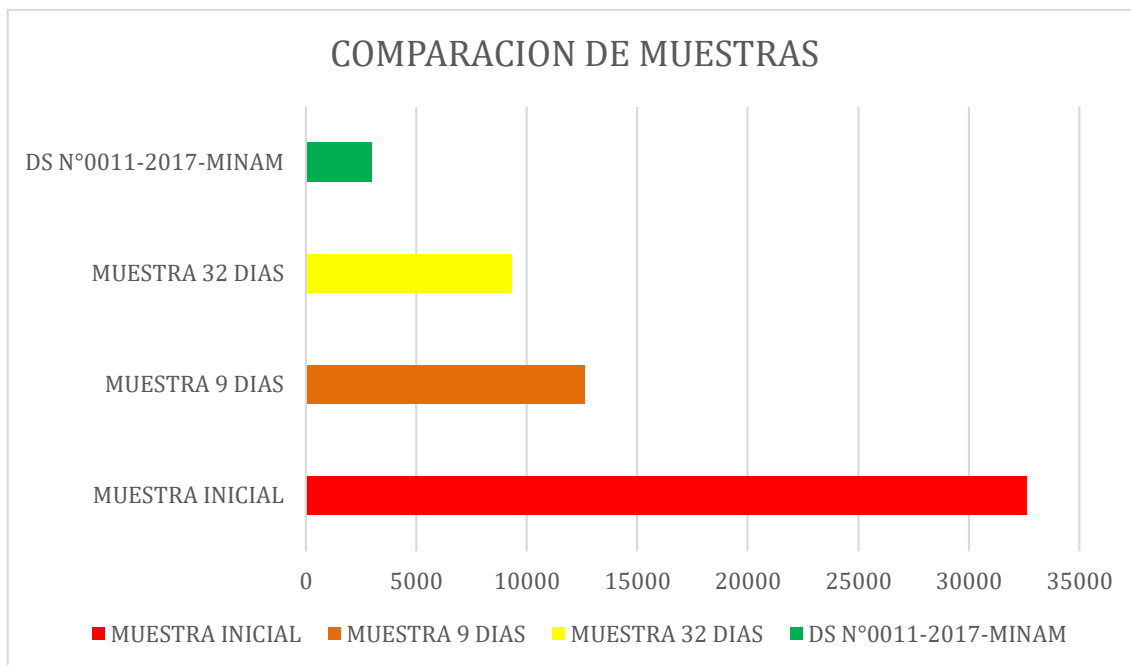


Figura 15. Gráfico de comparación de las tres muestras y el DS.0011-2017-MINAM

Fuente: Propia

según los resultados dados en la presente investigación demostraron que sobrepasan los valores de las muestras obtenidos de aceites y grasas automotrices en el suelo contaminado, después de la aplicación del compost, el valor límite máximo permisible, según el DS.0011-2017-MINAM, es decir que, fue más de 4 veces mayor (en la muestra de 9 días) y 3 veces (en la muestra de 32 días) que lo permitido por el decreto como referencia, aunque siendo esta última muestra la más efectiva a la acción del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotrices y la que más se acercó al valor límite máximo permisible, según el DS.0011-2017-MINAM

Al respecto, investigadores como Flores y Mendoza (2017) consideraron en primer lugar, 21958 mg/kg de hidrocarburos totales de petróleo (HTP), a la que se aplicó el tratamiento 1 (6 libras de compost y 4 lb de ácido húmico), logrando reducir 19534.5 de HTP. A partir de ello, se pudo concluir que el compost y ácido húmico tienen un efecto positivo en la biorremediación de sedimentos contaminados con hidrocarburos.

Por su parte, Ruiz (2019), realizó una investigación orientada a investigar la efectividad de la biorremediación haciendo uso de compostaje, a fin de desintoxicar los contaminantes del entorno natural. Se encontró que esta no genera corrientes de residuos, además de lograr una remoción del 87% en 40 días; por lo que se determinó la efectividad de este proceso para limpiar los suelos contaminados por hidrocarburos.

Mientras el estudio de Lizana (2019), consideró 15 maceteros contaminados, con capacidad de 9 kg, donde se aplicó carbón activo de cascara de arroz y de coco en dosis diferentes. Se encontró que los sustratos orgánicos aplicados reducen significativamente la concentración de hidrocarburos totales de petróleo, por lo que se concluyó su eficacia para tratamientos de biorremediación de suelos.

Asimismo, Bustamante y Silva (2019), se presenció que la cachaza de la caña de azúcar y el compost favorecen en la biorremediación de suelos contaminados por aceites automotrices, logrando ello en 60 a 90 días, respectivamente, y con una efectividad del 70%. Entonces, se concluye que el compost y la cachaza de la caña de azúcar aceleran el proceso de biorremediación del suelo contaminado por aceites automotrices. Finalmente, Curasi y Luque (2018), se evidenció una reducción de niveles de hidrocarburos, con acción del compost con una eficiencia del 20%, lo que demuestra su efectividad.

V. DISCUSIÓN

	Objetivo General	O. Especifico 1	O. Especifico 2	O. Especifico 3
OBJETIVO	Evaluar la efectividad del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz, Arequipa 2022.	Determinar la cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos antes de la aplicación del compost.	Determinar la cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos después de la aplicación del compost.	Comparar los valores obtenidos con los valores máximos permisibles.
Descripción de resultados	El valor de la muestra inicial fue 32633 mg/kg. El valor de la muestra a los 20 días fue de 12600 mg/kg. En cambio, el valor de la muestra a los 45 días fue de 9300 mg/kg.	El valor de la muestra inicial fue 32633 mg/kg.	El valor de la muestra a los 20 días fue de 12600 mg/kg. En cambio, el valor de la muestra a los 45 días fue de 9300 mg/kg.	El valor de muestra inicial según norma fue la diferencia de 26633 mg/kg y un porcentaje de 543.88% El valor de muestra de 20 días con la norma fue la diferencia de 6600 mg/kg y un porcentaje de 210.00% En cambio este valor de 45 días, según la norma fue la diferencia de 3300 mg/kg y un porcentaje de 155.00%
Interpretación de Resultados	El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, antes de la aplicación del compost fue de 32633 mg/kg. El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, después de	El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, antes de la aplicación del compost fue de 32633 mg/kg.	El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, después de 20 días de la aplicación del compost fue de 12600 mg/kg. En cambio, el valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, después	Al comparar este valor de muestra inicial con el valor límite máximo permisible, según norma internacional de México que es de 6000 mg/kg para suelos de uso industrial y comercial se puede apreciar que hay una diferencia de 26633 mg/kg y un porcentaje de 543.88% Al comparar este valor de muestra de 20 días

	<p>20 días de la aplicación del compost fue de 12600 mg/kg. En cambio, el valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, después de 45 días de la aplicación del compost fue de 9300 mg/kg.</p>		<p>de 45 días de la aplicación del compost fue de 9300 mg/kg.</p>	<p>con la norma se puede apreciar que hay una diferencia de 6600 mg/kg y un porcentaje de 210.00% En cambio Al comparar este valor de 45 días, según la norma se puede apreciar que hay una diferencia de 3300 mg/kg y un porcentaje de 155.00%</p>
<p>Comprobación de la Hipotesis</p>	<p>Los resultados del estudio confirman la efectiva acción del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada en la presente investigación.</p>	<p>no hay hipótesis específicos</p>	<p>no hay hipótesis específicos</p>	<p>no hay hipótesis específicos</p>

<p>Contrastación de resultados con otros autores</p>	<p>Por su parte, Ruiz (2019), realizó una investigación orientada a investigar la efectividad de la biorremediación haciendo uso de compostaje, a fin de desintoxicar los contaminantes del entorno natural. Se encontró que esta no genera corrientes de residuos, además de lograr una remoción del 87% en 40 días; por lo que se determinó la efectividad de este proceso para limpiar los suelos contaminados por hidrocarburos. Asimismo, Bustamante y Silva (2019), se observó que el compost y la cachaza de caña de azúcar favorecen la biorremediación de suelos contaminados por aceites automotrices, logrando ello en 60 a 90 días, respectivamente, y con una efectividad del 70%. Entonces, se concluyó que la cachaza de caña de azúcar y el compost aceleran el proceso de biorremediación del suelo</p>	<p>Al respecto, investigadores como Flores y Mendoza (2017) consideraron en primer lugar, 21958 mg/kg de hidrocarburos totales de petróleo (HTP), a la que se aplicó el tratamiento 1 (6 libras de compost y 4 lb de ácido húmico), logrando reducir 19534.5 de HTP. A partir de ello, se pudo concluir que el compost y ácido húmico tienen un efecto positivo en la biorremediación de sedimentos contaminados con hidrocarburos.</p>	<p>Mientras el estudio de Lizana (2019), consideró 15 maceteros contaminados, con capacidad de 9 kg, donde se aplicó carbón activado de cáscara de coco y compost de cascarilla de arroz, en dosis diferentes. Se encontró que los sustratos orgánicos aplicados reducen significativamente la concentración de hidrocarburos totales de petróleo, por lo que se concluyó su eficacia para tratamientos de biorremediación de suelos.</p>	<p>Al respecto, se señala que en un estudio realizado por Guevara (2012), en las muestras obtenidas de aceites usados generados por varios centros automotrices, han superado los límites máximos permisibles, incumpliendo con los parámetros establecidos superando 5 veces su valor permisible.</p>
--	--	---	---	--

<p>contaminado por aceites automotrices. Finalmente, Curasi y Luque (2018), se evidenció una reducción de niveles de hidrocarburos, con acción del compost con una eficiencia del 20%, lo que demuestra su efectividad.</p>			
---	--	--	--

<p>Análisis reflexivo</p>	<p>El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, después de 45 días de la aplicación del compost fue la más efectiva a la acción del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz</p>	<p>el valor de la muestra inicial obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado fue la que tuvo más diferencia o más contenido de aceites y grasas automotriz con respecto a las muestras después de la aplicación del compost.</p>	<p>el valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, después de 45 días de la aplicación del compost fue la que tuvo más diferencia o menos contenido de aceites y grasas automotriz en valor (23333 mg/Kg) y en porcentaje (71.50%) con respecto a la muestra inicial.</p>	<p>El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, antes de la aplicación del compost fue más de 5 veces mayor que lo permitido por la norma tomada como referencia. El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, después de 20 días de la aplicación del compost fue más de 2 veces mayor que lo permitido por la norma tomada como referencia.</p> <p>El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotriz en el suelo contaminado, después de 45 días de la aplicación del compost fue más de una vez mayor que lo permitido por la norma tomada como referencia.</p>
---------------------------	--	---	---	---

VI. CONCLUSIONES

1. El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotrices en el suelo contaminado, antes de la aplicación del compost fue más de 10 veces mayor que lo permitido por el decreto tomado como referencia.
2. El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotrices en el suelo contaminado, después de 9 días de la aplicación del compost fue más de 4 veces mayor que lo permitido por el decreto tomado como referencia.
3. El valor de la muestra obtenido de aceites y grasas automotrices en el suelo contaminado, después de 32 días de la aplicación del compost fue más de 3 vez mayor que lo permitido por el decreto tomado como referencia.
4. El valor de la muestra obtenido de las pruebas de aceites y grasas automotrices en el suelo contaminado, después de 32 días de la aplicación del compost fue la más efectiva a la acción del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotrices y la que más se acercó al valor límite máximo permisible, según el DS.0011-2017-MINAM.
5. Los resultados del estudio confirman la efectiva acción del compost durante la biorremediación de los suelos contaminados con aceite automotriz, por lo tanto se da como aceptada la hipótesis presentada en la presente investigación

VII. RECOMENDACIONES

1. Ejecutar capacitaciones con el objetivo de concientizar y dar entrenamiento a los colaboradores, en asuntos de un adecuado manejo integral de aceites y grasa automotriz.
2. Hacer estudios e investigaciones con otros tipos de biorremediaciones de suelos contaminados por aceites y grasa automotriz
3. Ampliar la investigación de biorremediaciones de suelos contaminados a otros lubricentros o talleres mecánicos.
4. Realizar estudios de varios parámetros de calidad del suelo que afecten la contaminación por aceites y grasa automotriz.

REFERENCIAS

LIZANA CARRASCO, Jean Anthony. Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba-2018. 2020.

BUSTAMANTE CABRERA, Gianmarco; SILVA ORA, Josué Segundo. Efecto de la materia orgánica en la biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos de petróleo en establecimientos de servicios. 2019.

CURASI RAFAEL, Nancy; LUQUE SONCCO, Mayra Alessandra. Efectividad de los bioestimuladores de compost, lombricompost y abono verde en la biorremediación de suelos contaminados con aceite automotriz. 2019.

Apaza, H. 2020. Aislamiento e identificación de microorganismos de suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo de la ciudad de Juliaca. 2020. págs. 46-54. Vol. 3.

Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. Garzón, Jennyfer, Rodríguez, Juan y Hernández, Catalina. 2017. 2, 2017, Revista Universidad y Salud, Vol. 19, págs. 309-318.

AYALA IZQUIERDO, César Martín. Efecto del estiércol y fertilizante químico en la biorremediación del suelo contaminado con residuos aceitoso en talleres de reparación de vehículos terrestres. 2019.

VIZUETE-GARCÍA, Ricardo Abel, et al. Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos a base de bacterias utilizadas como bioproductos. Revista Lasallista de Investigación, 2020, vol. 17, no 1, p. 177-187.

BOHÓRQUEZ SANTANA, Wilson. El proceso de compostaje. Universidad de la Salle, 2019.

Bordino, Josefina. 2021. Biorremediación: qué es, tipos y ejemplos. Ecología Verde. [En línea] 27 de septiembre de 2021.

Darwin. 2020. ¿Qué es la biorremediación? Darwin Bioprospecting Excellence. [En línea] 17 de abril de 2020.

DI SALVO, Luciana Paula; ESCOBAR ORTEGA, Jhovana Silvia; GARCIA, Inés Eugenia. Ecología microbiana del proceso de compostaje de suelo contaminado con petróleo. 2018. Capítulo 21

ROSERO, Rosario del Pilar Freire, et al. Tratamientos químicos y fisicoquímicos para aceites residuales de sistemas automotrices. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 2020, vol. 5, no 8, p. 1014-1029.

FLORES, S.; MENDOZA, J. Biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos por derrames de la estación de servicio en el campamento de Guarumales-Celec. Cuenca, Ecuador: Tesis de grado Universidad de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27211/1/tesis.pdf>, 2017.

RUBERTO, Lucas, et al. Gestión y biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos en Antártida. Volumen VII 2020/Año VI, p. 57.

GONZALES BELLIDO, Janet Francisca. Estudio de la contaminación de suelos por residuos de hidrocarburos y propuesta de manejo ambiental de los talleres de mecánica automotriz del Distrito de San Jerónimo-Cusco. 2018.

MARCHEVSKY, Natalia Judith; GIUBERGIA, Andrea Alejandra; PONCE, Néstor Hugo. Evaluación de impacto ambiental de la cantera “La Represa”, en la provincia de San Luis, Argentina. Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento, 2018, vol. 22, no 56, p. 51-61.

Melgar, R. y Díaz, M. 2019. Fertilización de cultivos y pasturas. Argentina: s.n., 2019.

Ministerio del ambiente. Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales. 2017.

Ministerio del Ambiente 2018. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.

FIGUEROA VERA, Franklin Nigel. Biorremediación de suelos contaminados con aceite residual automotriz mediante la aplicación del producto DECON®. 2020.

QUIROZ AGUDELO, Estefanía; SANTIAGO VERDEZA MONTES, Estefanía. Propuesta de sistema biorreactor para la degradación de aceite automotriz usado a partir de *entonaema liquescens*. 2019.

VALDIVIA, M., et al. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. 2018.

PADILLA-PADILLA, Celin A., et al. Análisis situacional del tratamiento de aceites automotrices residuales. Polo del Conocimiento, 2018, vol. 3, no 7, p. 172-187.

PASAYE-ANAYA, Lizbeth, et al. Impacto del aceite residual automotriz en un suelo: remediación por bioestimulación. Journal of the Selva Andina Research Society, 2020, vol. 11, no 2, p. 84-93.

ROSERO, Rosario del Pilar Freire, et al. Tratamientos químicos y fisicoquímicos para aceites residuales de sistemas automotrices. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 2020, vol. 5, no 8, p. 1014-1029.

CONTRERAS TAPIA, Melissa Karen; CUBA VILCAPOMA, Sheyla Stefany; ROJAS HUAROTO, Aurora Esperanza. Eficiencia del compostaje y vermicompostaje en la biorremediación de suelos contaminados con cadmio y plomo por pasivos ambientales mineros de Huamantanga-Canta. 2021.

ALONSO-BRAVO, Jennifer Nayeli, et al. Biorecuperación y fitorremediación de suelo impactado por aceite residual automotriz. Journal of the Selva Andina Research Society, 2018, vol. 9, no 1, p. 45-51.

QUILLOS-RUIZ, Serapio A., et al. Efecto del vertimiento de aceites residuales en la calidad del suelo en los talleres automotrices de la Ciudad de Chimbote Effect of the discharge of residual oils on the quality of the soil in the automotive workshops of the City of.

PÉREZ POZO, Marco Rafael. Evaluación de la biorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos utilizando *pseudomonas fluorescens*. 2018. Tesis de Licenciatura.

RODRÍGUEZ-GONZALES, Apolonia; ZÁRATE-VILLARROE, Sandra Giovana; BASTIDA-CODINA, Agatha. Biodiversidad bacteriana presente en suelos

contaminados con hidrocarburos para realizar biorremediación. Revista de Ciencias Ambientales, 2022, vol. 56, no 1, p. 178-208.

MINAM, GUÍA PARA EL MUESTREO DE SUELOS. 2013

"Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Decreto Supremo

N° 011-2017-MINAM"

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. 2014. Metodología de la investigación. (Sexta). : McGraw Hill., 2014.

SAYARA, Tahseen; SÁNCHEZ, Antoni. Biorremediación de suelos contaminados con HAP: Mejora de procesos mediante compostaje/compost. Ciencias Aplicadas, 2020, vol. 10, nº 11, pág. 3684.

LUKIĆ, Borislava, et al. Una revisión sobre la eficiencia del landfarming integrado con el compostaje como tratamiento de remediación de suelos. Revisiones de tecnología ambiental, 2017, vol. 6, nº 1, pág. 94-116.

MOHAMMADI-SICHANI, M. Maryam, et al. Bioremediation of soil contaminated crude oil by Agaricomycetes. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 2017, vol. 15, no 1, p. 1-6.

GALDAMES, Alazne, et al. Development of new remediation technologies for contaminated soils based on the application of zero-valent iron nanoparticles and bioremediation with compost. Resource-Efficient Technologies, 2017, vol. 3, no 2, p. 166-176.

ADAMS, F. V.; NIYOMUGABO, A.; SYLVESTER, O. P. Bioremediation of crude oil contaminated soil using agricultural wastes. Procedia Manufacturing, 2017, vol. 7, p. 459-464.

ALI, Nedaa, et al. Bioremediation of soils saturated with spilled crude oil. Scientific reports, 2020, vol. 10, no 1, p. 1-9.

SARI, Gina L. y col. Biorremediación de hidrocarburos de petróleo en suelos contaminados con petróleo crudo de campos petrolíferos públicos de wonocolo utilizando compostaje aeróbico con desechos de jardín y enmiendas de residuos

de rumen. Revista de desarrollo sostenible de sistemas de energía, agua y medio ambiente , 2019, vol. 7, no 3, pág. 482-492.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
General	General	General	Variable Independiente: Compost	Es el producto del compostaje, el cual es un proceso biológico de transformación de la materia orgánica cruda en sustancias húmicas estabilizadas, con propiedades y características por completo diferentes del material que le dio origen. (Melgar, y otros, 2019)	Parámetros fisicoquímicos	Humedad	%
¿En qué medida es efectivo el compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz, Arequipa 2021?	Evaluar la efectividad del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz, Arequipa 2021	La acción del compost influye significativamente en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz				Conductividad	dS/m
						pH	0 - 14
						Materia orgánica	%
Específicas	Específicos	Específicos	Variable dependiente: Biorremediación del suelo	La biorremediación es una tecnología que utiliza el potencial metabólico de los microorganismos (fundamentalmente bacterias, pero también hongos y levaduras) para transformar contaminantes orgánicos en compuestos más simples poco o nada contaminantes, y por tanto, se puede utilizar para limpiar terrenos o aguas contaminadas (Glazer, y otros, 2007)	Contenido de nutrientes	Nitrógeno	%
						Fosforo	
						Potasio	
¿Cómo determinar la cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos antes de la aplicación del compost?	Determinar la cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos antes de la aplicación del compost.	La cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos antes de la aplicación del compost, es alta	Variable dependiente: Biorremediación del suelo	La biorremediación es una tecnología que utiliza el potencial metabólico de los microorganismos (fundamentalmente bacterias, pero también hongos y levaduras) para transformar contaminantes orgánicos en compuestos más simples poco o nada contaminantes, y por tanto, se puede utilizar para limpiar terrenos o aguas contaminadas (Glazer, y otros, 2007)	Nivel de biorremediación	Antes	mg/Kg
¿Cómo determinar la cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos después de la aplicación del compost?	Determinar la cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos después de la aplicación del compost.	La cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos después de la aplicación del compost, es alta				Después	
¿Cómo comparar los valores obtenidos con los valores máximos permisibles?	Comparar los valores obtenidos con los valores máximos permisibles.	Existen diferencias entre los valores obtenidos con los valores máximos permisibles.					

Anexo 2. Resultados de laboratorio de la muestra inicial



INFORME DE ENSAYOS N° 0516-2022 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : JESUS COLOMA LOPEZ
DIRECCIÓN : URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU 111 CALLE BUSTAMANTE Y RIVERO
CERRO COLORADO
PRODUCTO DECLARADO : SUELO CONTAMINADO (CON ACEITE AUTOMOTRIZ) .
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Tierra color gris oscuro
CODIFICACIÓN / MARCA : No especificado
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Ninguno
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1200g aprox. para análisis FQ
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En bolsa de plástico anudada. A temperatura ambiente.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0175-2022
FECHA DE RECEPCIÓN : 07/02/2022

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	SUELO CONTAMINADO (CON ACEITE AUTOMOTRIZ) No especificado	UNIDADES
FQ	Aceites y Grasas	32633	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Aceites y Grasas : BHIOS-FQ-086 Determinación de Aceites y Grasas en suelos, abonos, lodos y sedimentos. Versión 01-2013

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 07/02/2022 al 14/02/2022

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 14/02/2022



[Signature]
Ing. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Anexo 3. Resultados de laboratorio de la muestra a los 9 días



INFORME DE ENSAYOS Nº 0644- 2022 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : JESUS COLOMA LOPEZ
DIRECCIÓN : URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU 111 CALLE BUSTAMANTE Y RIVERO
CERRO COLORADO
PRODUCTO DECLARADO : SUELO CONTAMINADO (CON ACEITE AUTOMOTRIZ)
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Suelo.
CODIFICACIÓN / MARCA : No especificada.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Ninguno
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1000 g aprox.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En bolsa PET transparente con cierre hermético. A condiciones ambientales.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO Nº : 0214-2022
FECHA DE RECEPCIÓN : 16/02/2022

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS Nº 0644- 2022
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	SUELO CONTAMINADO (CON ACEITE AUTOMOTRIZ) No especificada.	UNIDADES
FQ	Aceites y Grasas	12600	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Aceites y Grasas : BHIOS-FQ-086 Determinación de Aceites y Grasas en suelos, abonos, lodos y sedimentos. Versión 01-2013

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 16/02/2022 al 23/02/2022

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 23/02/2022



Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Anexo 4. Resultados de laboratorio de la muestra a los 32 días



INFORME DE ENSAYOS N° 1275- 2022

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : JESUS COLOMA LOPEZ
DIRECCIÓN : URBANIZACIÓN TÚPAC AMARU 111 CALLE BUSTAMANTE Y RIVERO
CERRO COLORADO
PRODUCTO DECLARADO : SUELO CONTAMINADO (CON ACEITE AUTOMOTRIZ)
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Tierra color gris oscuro
CODIFICACIÓN / MARCA : No especificada.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Ninguno
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1200g aprox. para análisis FQ
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En bolsa de polietileno anudada. A temperatura ambiente.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0393-2022
FECHA DE RECEPCIÓN : 21/03/2022

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 01 Fecha de Emisión: 27/03/19 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	SUELO CONTAMINADO (CON ACEITE AUTOMOTRIZ) No especificada.	UNIDADES
FQ	Aceites y Grasas	9300	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg : Miligramos por kilogramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Aceites y Grasas : BHIOS-FQ-086 Determinación de Aceites y Grasas en suelos, abonos, lodos y sedimentos. Versión 01-2013

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 21/03/2022 al 23/03/2022

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 24/03/2022



[Signature]
Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Anexo 5. Expediente para validar los instrumentos de medición a través del Juicio de Expertos.

**CARTA DE
PRESENTACIÓN**

Señor (a): Mag.Candia Puma, Mayron Antonio

Presente:

Asunto: “Validación de instrumento a través de Juicio de expertos”

Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo Bachiller de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo, en la sede de Lima Este, y siendo requisito la validación de los instrumentos con las cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación, gracias a la cual optaré el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.


El título de mi proyecto de investigación es “Efectividad del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz, Arequipa 2021.” y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas ambientales y/o investigación ambiental.

El expediente de validación, adjunto al presente, contiene:

1. **Anexo N°01:** Matriz de Consistencia
2. **Anexo N°02:** Ficha para la muestra de suelos.
3. **Anexo N°03:** Ficha para los parámetros en Estudio.
4. **Anexo N°04:** Ficha para los niveles de Biorremediación.
5. **Anexo N°05:** Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Angela Patricia Paima Flores

DNI: 7048133



Jesus Manuel Coloma Lopez

DNI: 73818731

Anexo N°01: Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores			
General	General	General	Variable Independiente: Compost	Es el producto del compostaje, el cual es un proceso biológico de transformación de la materia orgánica cruda en sustancias húmicas estabilizadas, con propiedades y características por completo diferentes del material que le dio origen. (Melgar, y otros, 2019)	Parámetros fisicoquímicos	Humedad	%			
¿En qué medida es efectivo el compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz, Arequipa 2021?	Evaluar la efectividad del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz, Arequipa 2021	La acción del compost influye significativamente en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz				Conductividad	dS/m			
						pH	0 - 14			
						Materia orgánica	%			
Específicas	Específicos	Específicos	Variable dependiente: Biorremediación del suelo	La biorremediación es una tecnología que utiliza el potencial metabólico de los microorganismos (fundamentalmente bacterias, pero también hongos y levaduras) para transformar contaminantes orgánicos en compuestos más simples poco o nada contaminantes, y por tanto, se puede utilizar para limpiar terrenos o aguas contaminadas (Glazer, y otros, 2007)	Nivel de biorremediación	Antes	[µg/ml] Microgramo por mililitro = 1 Miligramo por litro [mg/l]			
								¿Se podrá determinar la cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos antes de la aplicación del compost?	Determinar la cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos antes de la aplicación del compost.	La cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos antes de la aplicación del compost, es alta
								¿Se podrá determinar la cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos después de la aplicación del compost?	Determinar la cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos después de la aplicación del compost.	La cantidad de grasas y aceites en el suelo provenientes de talleres mecánicos después de la aplicación del compost, es alta
¿Se podrán comparar los valores obtenidos con los valores máximos permisibles?	Comparar los valores obtenidos con los valores máximos permisibles.	Existen diferencias entre los valores obtenidos con los valores máximos permisibles.				Después				

Anexo N°02: Ficha para la muestra de suelos.

FICHA DE OBSERVACION (MUESTRA SUELO)		
Fecha		Hora
Responsable de muestreo		
Provincia		
Distrito		
Departamento		
Dirección		
Coordenadas		
Cantidad de grasas y aceites		
muestra inicial	muestra día 9	muestra día 32
mg/kg	mg/kg	mg/kg

Anexo N°03: Ficha para los parámetros en Estudio.

FICHA DE OBSERVACION (COMPOST)				
Responsable del muestreo				
MEDICION DE PARAMETROS				
PARAMETROS	FECHA/HORA			
pH				
Temperatura °C				
Humedad				
Nota				

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°04: Ficha para los Niveles de Biorremediación.

Ficha de observación

MUESTRA DE SUELO	
FECHA:	

CANTIDAD DE GRASAS Y ACEITES

MUESTRA	ANTES	DESPUES	DIFERENCIA
MUESTRA INICIAL			
MUESTRA DIA 9			
MUESTRA DIA 32			

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°05: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador:** Candia Puma, Mayron Antonio
- 1.2. Cargo e institución donde labora:** Docente – Universidad Católica de Santa María
- 1.3. Especialidad del validador:** Maestro en Química del Medio Ambiente
- 1.4. Nombre del instrumento:** Fichas de observación de muestras de suelo, compost y cantidad de grasas y aceites
- 1.5. Título de la investigación:** “Efectividad del compost en la biorremediación de suelos contaminados con aceites automotriz, Arequipa 2021.”
- 1.6. Autores del instrumento:** Jesús Manuel Coloma López
Ángela Patricia Paima Flores

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					90%
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					100%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					90%
4. Organización	Existe una organización lógica.					100%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					100%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					90%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					100%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					100%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					100%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					100%
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						97%

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS



Primera variable: variable meteorológica

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Temperatura	Grados Celsius (C°)			
Humedad relativa	Tanto por ciento (%)			
Precipitación	Milímetro (mm)			



Segunda Variable: desarrollo sostenible

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Desarrollo económico	Índices de necesidades básicas satisfecha			
	Equidad			
Desarrollo ambiental	Protección de los recursos naturales			
	Conservación de los recursos naturales			
	Interés por el medio ambiente			
Desarrollo social	Participación ciudadana			
	Acceso a educación			

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

97 %

- (X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Arequipa, 26 de marzo de 2022



Firma del experto informante

DNI N°: 70541954

Teléfono N°:959659810