



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

Uso de biosurfactantes de carica papaya L. y mangifera indica
para recuperar suelo degradado por hidrocarburos de un taller
automotriz del distrito de Independencia

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Salinas Gonzales, Nicole Alinson (orcid.org/0000-0002-4123-5266)

Silvera Huima, Kathya Dayanna (orcid.org/0000-0002-6901-6858)

ASESOR:

Dr. Munive Cerron, Ruben Victor (orcid.org/0000-0001-8951-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2023

DEDICATORIA

En primer lugar, le damos gracias a Dios por brindarnos sabiduría y perseverancia para terminar con éxito este trabajo de investigación.

A mi querida madre, Karina Felipa Gonzales Luna y hermana Kimberly Oviedo Gonzales quienes no dejaron de brindarme su apoyo incondicional, siempre estuvieron brindándome su aliento día a día durante el proceso de investigación.

Salinas Gonzales Nicole Alinson

A mis amados padres Kelly Huima y Ricardo Silvera por su apoyo incondicional en cada etapa de mi carrera universitaria y a mis hermanitos que fueron una de las principales motivaciones para poder seguir adelante.

Silvera Huima Kathya Dayanna

AGRADECIMIENTO

Este presente trabajo de investigación se realizó con firmeza y constancia.

Agradecemos a Dios por darnos salud y permitirnos tener esta experiencia y a nuestro asesor Dr. Munive Cerron Ruben Victor por brindarnos su tiempo y guiarnos en este proceso, a nuestra prestigiosa universidad por acogernos durante todo este proceso académico.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUNIVE CERRON RUBEN VICTOR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Uso de biosurfactantes de Carica papaya L. y Mangífera indica para recuperar suelo degradado por hidrocarburos de un taller automotriz del distrito de Independencia

", cuyos autores son SALINAS GONZALES NICOLE ALINSON, SILVERA HUIMA KATHYA DAYANNA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 15 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RUBEN VICTOR MUNIVE CERRON DNI: 19889810 ORCID: 0000-0001-8951-2499	Firmado electrónicamente por: RMUNIVEC el 22-12- 2023 16:28:44

Código documento Trilce: TRI - 0698407





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, SALINAS GONZALES NICOLE ALINSON, SILVERA HUIMA KATHYA DAYANNA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Uso de biosurfactantes de Carica papaya L. y Mangifera indica para recuperar suelo degradado por hidrocarburos de un taller automotriz del distrito de Independencia

", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
NICOLE ALINSON SALINAS GONZALES DNI: 77126032 ORCID: 0000-0002-4123-5266	Firmado electrónicamente por: NASALINASS el 15-12- 2023 16:31:40
KATHYA DAYANNA SILVERA HUIMA DNI: 75384512 ORCID: 0000-0002-6901-6858	Firmado electrónicamente por: KSILVERA el 15-12- 2023 18:03:08

Código documento Trilce: TRI - 0698411



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos:.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
4.1. Propiedades fisicoquímicas del suelo y presencia de hidrocarburos.....	28
4.2. Características y dosis/ concentración óptima del biosurfactantes.....	32
4.3. Porcentaje de reducción de hidrocarburos.....	34
4.4. Resultados estadísticos para prueba de hipótesis.....	36
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de suelos afectados en sus propiedades físico-químicas por hidrocarburos (Devatha, Vishnu y Purna, 2019).....	6
Tabla 2: Comparación de la aplicación de biosurfactantes con diferentes métodos para remoción de suelos	11
Tabla 3: Tabla de validez.....	17
Tabla 4: Diseño Experimental.....	24
Tabla 5: Código de rotulación	25
Tabla 6: Parámetros físico-químicos iniciales del suelo	28
Tabla 7: Presencia de hidrocarburos de la muestra inicial	29
Tabla 8: Parámetros fisicoquímicos finales del suelo	30
Tabla 9: Presencia de hidrocarburos de las muestras finales.....	31
Tabla 10: Resultado de análisis del biosurfactante de Carica Papaya y Mangifera Indica.....	32
Tabla 11: Porcentaje de reducción de los Hidrocarburos Totales de Petróleo en fracción 1,2 y 3 con dosis del 5%, 10% y 15%	33
Tabla 12: Valores de reducción de HTP - Fracción 1	34
Tabla 13: Valores de reducción en porcentaje de HTP - Fracción 2.....	34
Tabla 14: Valores de reducción en porcentaje de HTP- Fracción 3.....	35
Tabla 15: Prueba de ANOVA en HTP 1.....	36
Tabla 16: Comparaciones múltiples en HTP 1.....	37
Tabla 17: Prueba de ANOVA en pH	39
Tabla 18: Comparaciones múltiples en pH	40
Tabla 19: Prueba de ANOVA en CE	42
Tabla 20: Comparaciones múltiples en CE.....	43
Tabla 21: Prueba de ANOVA en MO	45
Tabla 22: Comparaciones múltiples en MO	46
Tabla 23: Prueba de ANOVA en Nitrógeno	48
Tabla 24: Comparaciones múltiples en Nitrógeno	49
Tabla 25: Prueba de ANOVA en Fosforo	51
Tabla 26: Comparaciones múltiples en Fosforo.....	52
Tabla 27: Prueba de ANOVA en Potasio	54
Tabla 28: Comparaciones múltiples en Potasio.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista microscópica del inicio de la fermentación de Carica Papaya L. Dall-E (2023)	8
Figura 2. Vista microscópica del inicio de la fermentación de pulpa de mango. Dall-E (2023)	8
Figura 3. Visualización del taller mecánico automotriz “Carlos”	16
Figura 4. Método aleatorio para recolección de muestra de suelo	18
Figura 5. Medición de profundidad para obtención de la muestra.	18
Figura 6. Tamizado de la muestra de suelo	19
Figura 7. Muestra inicial de suelo enviado al laboratorio inia. acreditado por INACAL	19
Figura 8. Muestra inicial de suelo enviado al laboratorio ALAB, acreditado por INACAL	20
Figura 9. Recolección selectiva del Carica papaya L. y Mangifera indica	21
Figura 10. Carica papaya L. y Mangifera indica cortado en trozos	21
Figura 11. Pesado de frutas seleccionadas.....	21
Figura 12. Visualización de las capas de mago, papaya y estiércol de cuy	22
Figura 13. Vertimiento de microorganismos eficientes (EM)	22
Figura 14. Remoción del biosurfactante	23
Figura 15. Extracción del biosurfactante	23
Figura 16. Maceteros ubicados de forma aleatoria.....	25
Figura 17. Bolsas ziploc codificados para el envío al laboratorio inia.	26
Figura 18. Muestras enviadas al laboratorio Alab.....	26
Figura 19. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro HTP 1	38
Figura 20. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro pH.....	41
Figura 21. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro CE	44
Figura 22. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro MO	47
Figura 23. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro Nitrógeno.....	50
Figura 24. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro Fósforo	53
Figura 25. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro Potasio	56

RESUMEN

La contaminación de suelos por hidrocarburos se puede dar por las diferentes actividades antropogénicas, una de ellas son las actividades realizadas en los talleres automotrices; es por este motivo que se busca diferentes alternativas para contrarrestar esta problemática ambiental planteando así la realización de los biosurfactantes, estas son moléculas tensoactivas que generan la degradación de los hidrocarburos. Es por ello, que el objetivo general de la investigación es evaluar la recuperación de suelos degradados por hidrocarburos de un taller automotriz mediante el uso de biosurfactante *Carica papaya L. y Mangifera indica*. Se tomaron muestras de suelo de un taller automotriz de Independencia, se realizó el tratamiento de manera Ex situ durante 2 meses aplicando dosis del 5%, 10% y 15% por 3 repeticiones resultando 9 muestras finales a analizar. Los resultados obtenidos evidenciaron que en el análisis inicial el hidrocarburo con mayor presencia fue HTP2 y para esta fracción resultó más eficiente la dosis del 15% (150 ml de biosurfactante) obteniendo un resultado de 92% de remoción. Finalmente se concluye que la aplicación del biosurfactante *Carica papaya L. y Mangifera indica* es un método de remediación eficiente para contrarrestar la contaminación de suelos contaminados por hidrocarburos.

Palabras clave: Biosurfactante, hidrocarburo, remediación de suelo.

ABSTRACT

Soil contamination by hydrocarbons can occur due to different anthropogenic activities, one of them is the activities carried out in automotive workshops; It is for this reason that different alternatives are being sought to counteract this environmental problem, thus proposing the creation of biosurfactants, these are surface-active molecules that generate the degradation of hydrocarbons. For this reason, the general objective of the research is to evaluate the recovery of soils degraded by hydrocarbons from an automotive workshop through the use of biosurfactant *Carica papaya* L. and *Mangifera indica*. Soil samples were taken from an automotive workshop in Independencia, the treatment was carried out Ex situ for 2 months applying doses of 5%, 10% and 15% for 3 repetitions, resulting in 9 final samples to be analyzed. The results obtained showed that in the initial analysis the hydrocarbon with the greatest presence was HTP2 and for this fraction the 15% dose (150 ml of biosurfactant) was more efficient, obtaining a result of 92% removal. Finally, it is concluded that the application of the biosurfactant *Carica papaya* L. and *Mangifera indica* is an efficient remediation method to counteract the contamination of soils contaminated by hydrocarbons.

Keywords: Biosurfactant, hydrocarbons, soil remediation.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente es de gran conocimiento las diferentes consecuencias que generan el uso de los hidrocarburos al ambiente, pues este tema es uno de los más tocados para las diferentes investigaciones con la finalidad de contrarrestar esta problemática que es ocasionada por la gran demanda de este recurso que se ha dado con el pasar del tiempo. Asimismo, se sabe que el suelo es uno de los más afectados por la industria petrolera ya que su explotación, producción, refinación y transporte de petróleo y sus derivados ha traído consigo diferentes accidentes que ocasionaron un daño irreparable al suelo (Rivera et al., 2017). Además, gran parte de la contaminación se origina por el uso de este recurso que es destinado a las industrias, y a su vez esta puede significar que las concentraciones dispuestas en el suelo sea un riesgo irreversible en el área (Rodríguez, Zarate y Bastida, 2022).

En los últimos tiempos se ha podido observar una gran cantidad desmedida de derrames; un ejemplo de ello, es la presencia de más de 500 derrames de petróleo en la Amazonía peruana, por este motivo se requiere de manera inmediata un método de remediación, ya que si no se toman acciones correctivas esto daría lugar a que mantengan en la zona afectada y muestren riesgos continuos para el ambiente, primordialmente en el recurso terrestre (Li et al., 2019), esto quiere decir que se presentará un cambio físico, químico y biológico en el suelo, y a su vez este afectará las aguas subterráneas mediante las filtraciones, así mismo en los poros se obstaculiza los espacios minimizando la aeración del recurso suelo e incrementando la densidad aparente, con el pasar el tiempo afectaría el crecimiento de las plantas.

Asimismo, en el distrito de Independencia - Lima se ha podido observar que una de las actividades comerciales que causa un porcentaje alto de contaminación son los talleres automotrices, debido a las actividades que se realizan como los mantenimientos y reparación de vehículos (cambio de aceite, motores y lubricación), es por ello que se puede afirmar que se tiene un impacto no favorable al ambiente a causa de la incorrecta disposición de sus residuos ya que luego de la actividad se arrojan los aceites al suelo (Morales,2018). Como consecuencia, esto genera que el porcentaje de contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos en talleres automotrices aumenten en este distrito.

Por lo ya mencionado anteriormente, se puede afirmar que el suelo es un recurso fundamental para la sostenibilidad de los ecosistemas que brindan beneficios únicos para la humanidad; sin embargo, las diferentes actividades antropogénicas han provocado que con el pasar del tiempo se degraden (Naeem et al., 2020).

En consecuencia, para Vilasó, Rodríguez y Ábalos (2017), el entorno donde se encuentran los hidrocarburos contaminados se sitúa básicamente en el territorio costero, por lo cual es fundamental considerar el predominio de la salinidad en el trabajo superficial del biosurfactante. De igual manera, la temperatura y pH se convierten de gran importancia considerando la variación de los términos en medio de un entorno y otro. Asimismo, cabe mencionar que los hidrocarburos como la gasolina, queroseno, aceites, combustibles, parafinas y el asfalto, y otros más, no únicamente afectan el terreno de la tierra, evidentemente se arriesgan de ser trasladados cerca de las corrientes termohalinas (aguas profundas), causando de esta manera una contaminación, incluso consiguen ser transportados mediante drenaje incrementando aún más el daño del ambiente (Manchego, 2021).

Es por ello, que el uso de los biosurfactantes como método de biorremediación en suelos contaminados por hidrocarburos es muy prometedor ya que tiene las condiciones necesarias para la biodegradación de esta y es de naturaleza ecológica (Irigoin, 2021). Los biosurfactantes son moléculas anfipáticas, esto quiere decir que en parte son hidrofóbicas (repelen el agua) e hidrofílica (se unen al agua), lo que generan que disminuyan la tensión en interfaces dando lugar a que aumente la solubilidad del agua y da disponibilidad de diversos compuestos orgánicos (Chun, 2021).

Ante esta problemática se planteó el siguiente **problema general**: ¿Cómo se evalúa la recuperación de suelos degradados por hidrocarburos de un taller automotriz mediante el uso de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera indica*?; los **problemas específicos**: ¿Cómo se va a determinar qué tipos de hidrocarburos se encuentran presentes en el suelo contaminado del taller automotriz?, ¿Cuál es la concentración/dosis óptima para remediar el suelo contaminado por hidrocarburo?, ¿Cómo se va a determinar el porcentaje de reducción del hidrocarburo por efecto del biosurfactante?

El presente trabajo de investigación se justificó realizando búsquedas de alternativas viables del ámbito científica, ambiental, social y económico. Se justifica de manera **científica** ya que con el aporte que se brindará a futuras investigaciones, ya que la variable a tratar es poco frecuentada en el ámbito de la investigación, brindando así una mejora para posibles futuras toma de decisiones a favor de la remediación ambiental. Por otro lado, en la justificación ambiental nos basamos en la indagación de soluciones que nos permitan acceder a recuperar los suelos degradados por hidrocarburos utilizando el biosurfactante, ya que estos ayudan a mejorar, solubilizar, estabilizar y remover hidrocarburos del suelo, cumpliendo la función de biocatalizadores de degradación natural sin generar efectos adversos en los ecosistemas. Así mismo, se justifica en el ámbito social, a fin de hacer saber al propietario y los empleados del taller mecánico automotriz sobre los efectos que causan los derrames de hidrocarburos a la salud y al suelo en el transcurso de sus actividades. Asimismo, ellos serán los favorecidos con el proyecto de investigación de cómo conseguiremos brindar solución a ese suelo contaminado. En cuanto al aspecto económico, existen diferentes métodos de tratamiento para suelos degradados por hidrocarburos; sin embargo, es fundamental encontrar métodos de un precio no elevado y con facilidad de acceso (Hildebrando, 2015, p.17). Como en este caso utilizaremos biosurfactante de *Carica papaya L.* y *Mangifera indica*, ya que es fácil conseguirlo por medio de los mercados de abasto de diferentes ejes zonales de Independencia.

En este sentido, la investigación realizada plantea un estudio del desarrollo y la mejora de un proceso de remediación a través de los biosurfactantes, los cuales están destinados a tratar suelos contaminados por hidrocarburos con la finalidad de implementar procesos eficaces, de buen rendimiento y de bajo costo.

El presente trabajo de investigación se planteó como objetivo general: Evaluar la recuperación de suelos degradados por hidrocarburos de un taller automotriz mediante el uso de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera indica*; como objetivos específicos: OE (1): Determinar qué tipos de hidrocarburos se encuentran presentes en el suelo contaminado del taller automotriz OE (2): Determinar cuál es la concentración/dosis óptima para remediar el suelo contaminado por hidrocarburos y OE (3): Determinar el porcentaje de reducción

de hidrocarburo por efecto del biosurfactante.

Además, la investigación tiene como hipótesis general: H1: El uso de biosurfactantes *Carica papaya L.* y *Mangifera indica* recupera los suelos degradados por hidrocarburos de un taller automotriz en el distrito de Independencia. Y a su vez hipótesis específicos fueron: El tipo de hidrocarburos que se encontró presente en el suelo contaminado del taller automotriz, fue el Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6-C10), La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llegó a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos y El porcentaje de reducción de hidrocarburo que ayudó al suelo de la mecánica automotriz por efecto del biosurfactante fue del 50%

II. MARCO TEÓRICO

Las altas concentraciones de hidrocarburos, pueden significar un gran efecto negativo en las propiedades del suelo, debido a que estos elementos son potencialmente dañinos, además los componentes tóxicos de los hidrocarburos cambian y reducen los microbiomas y afectan al desarrollo de las plantas (Haider et al., 2021; Ambaye et al., 2023).

Más del 90% de petróleo derramado se deposita en el suelo debido a su alta hidrofobicidad, además los componentes de hidrocarburos se mezclan con los procesos cíclicos naturales de sustancias orgánicas ya existentes, interfiriendo en los cambios físico-químicos y en las características que influyen en el crecimiento de las plantas, por otro lado, las aguas subterráneas también se ven afectadas, disminuyendo la disponibilidad de su uso y limitando su futura productividad (Hung et al., 2020).

Los factores degenerativos de los hidrocarburos presentes en suelos, se ven reflejados en el estrés oxidativo que inducen a las plantas, minimizando su crecimiento, causando deformación de hojas y necrosis en el tejido vegetal, además interfieren en sus funciones enzimáticas, en la fotosíntesis y en permeabilidad de la membrana (Mokume et al., 2020).

De esta manera, Devatha, Vishnu y Purna (2019), analizaron 2 muestras de suelos con concentraciones de 5% y 10 % de hidrocarburo, para visualizar cómo las propiedades tales como pH, conductividad eléctrica y humedad se ven afectadas por el elemento tóxico. En la **Tabla 1**, se muestra representada la información anteriormente citada.

Tabla 1: Tipos de suelos afectados en sus propiedades físico-químicas por hidrocarburos (Devatha, Vishnu y Purna, 2019).

	5% C. de Hidrocarburo			10% C. Hidrocarburo		
	pH	C.E. (μS/Cm)	Humedad (%)	pH	C.E. (μS/Cm)	Humedad (%)
-Grava (29%)	6.74	119.7	11.01	6.54	113.4	11.26
-Grava (10%)	7.36	71.3	7.80	7.02	96.8	8.31

En independencia, los suelos son de tipo grava coluvial, aluvial y de contextura rocosa, lo cual en un derrame de 5% de hidrocarburo, la medida de pH podría ser mayor a 6.74 y la conductividad eléctrica sería de 119.7 μS/Cm a una humedad de 11.01%. Por otro lado, si el porcentaje de hidrocarburo aumentará a 10%, el pH reduciría a 6.54 y la conductividad eléctrica reduciría a 113.4 a una humedad casi constante de 11.26%. Mientras más es la concentración de hidrocarburos presentes en el suelo, mayor irán disminuyendo sus propiedades físicas y químicas (Mallma, 2021).

Muchos de los talleres situados en zonas urbanas producen derrames de hidrocarburos directa o indirectamente en el suelo, y para combatir esta forma de contaminación se han empleado biosurfactantes producidos a partir de plantas y microorganismos (Geetha et al., 2018; Zimmerman et al., 2020). Los biosurfactantes son productos metabólicos que poseen gran importancia en la interacción de la tensión interfacial, actividades de emulsificación, solubilidad y un amplio etcétera de propiedades para la degradación, baja toxicidad y estabilización en diferentes condiciones ambientales y contaminantes (Das and Kumar, 2018; Gaur et al., 2019).

Carica papaya L., o comúnmente llamada papaya es una fruta que contiene un nivel elevado de ácidos grasos en sus semillas, además los hidrocarburos y los ácidos grasos comparten β -oxidación como vía catabólica, por lo que es posible que las enzimas y genes involucrados en la tolerancia de hidrocarburos, puedan ser efectivos para la degradación de múltiples ácidos grasos (Yoon, 2018).

Soares et al., (2018), utilizó *Carica papaya L.* como sustrato para producir biosurfactantes a partir de una cepa de *Bacillus subtilis* UFPEDA 86, con corrección de pH de 6.8, obteniendo como resultados una concentración celular de 1.14 g L⁻¹ en 24 horas, con 32.5% de reducción de tensión en la superficie, índice de emulsificación de 66% y una concentración crítica en el micelio de alrededor de 35 mg L⁻¹.

Carica Papaya L. es una especie de fruta perennial (Ver fig. 1), cuya temperatura para su cultivación está entre 21 °C y 33 °C, además gran parte de las plantaciones se encuentran entre 23° norte y 23 ° sur de latitud. Por otro lado, la papaya ha sido utilizada de manera experimental, para producir diferentes subproductos que ayuden a contrarrestar problemáticas en regiones semiáridas como Brasil y al sur de España, debido a que la producción de papaya en estos lugares se desarrolla fuera del rango óptimo de temperatura, especialmente en verano y de esta manera se crean situaciones que pueden significar un compromiso en su productividad, y causar efectos negativos relacionados con el cambio climático. Además, se ha evidenciado que esta fruta puede producir surfactantes que ayudan a combatir pesticidas, derrames y contaminación ambiental por metales pesados e hidrocarburos (Benkeblia et al., 2018; Nath et al., 2019; Salinas et al., 2020; Campostrini et al., 2018). De manera natural, cuando un fruto de *Carica Papaya L.* se fermenta, los microorganismos asociados a esta fermentación, pueden producir biosurfactantes la cual tienen la facultad de captar iones de metales e hidrocarburos mediante interacciones electrostáticas. La presencia de grupos funcionales de diferente polaridad en sus moléculas provoca esta interacción (Soussi et al., 2019).



Figura 1. Vista microscópica del inicio de la fermentación de *Carica Papaya L.* Dall-E (2023)

Mangifera Indica L. pertenece a la familia anacardiaceae y normalmente se llama mango, es una fruta que se cultiva en países tropicales y ha sido usada para múltiples aplicaciones. El extracto de cáscara de mango ha reportado tener propiedades antimicrobianas, anti cáncer, anti inflamatorias y sus composiciones bioquímicas y metabólicas han captado la atención de muchos investigadores para futuras aplicaciones en el campo de la fitorremediación y producción de surfactantes (Bosé y Sarkar, 2020; Zheng et al., 2022; Ybanez-Julca et al., 2020).



Figura 2. Vista microscópica del inicio de la fermentación de pulpa de mango. Dall-E (2023)

Como antecedente internacional Freire et al. (2020) realizó una investigación titulada “Producción de surfactina utilizando extracto acuoso de cáscara de papaya como sustrato y su aplicación para absorción de hierro”, en donde planteó como objetivo determinar la eficiencia para la absorción de hierro en un efluente sintético, utilizando biosurfactantes producidos en un biorreactor a partir de la fermentación de cáscara de Papaya y la cepa *Bacillus Subtilis* UFPEDA 86. Determinando de esta manera que los porcentajes de reducción de hierro fueron entre 47.2 % y 95.82% aplicando un biosurfactante crudo y de 37.01 a 91.94% aplicando un surfactante puro.

Otra investigación internacional realizada por Valdivia-Rivera et al., (2019) titulada “Producción de microorganismos degradadores de hidrocarburos utilizando residuos agrícolas de *Mangifera indica* L. y *Carica Papaya* L. como fuente de carbono” nos indica que su objetivo fue evaluar la capacidad de los residuos de estas frutas como fuente de carbono para producir microorganismos capaces de degradar hidrocarburos. Determinando de esta manera que el consorcio de hidrocabonoclasticos fue capaz de crecer usando los aceites de papaya (6.09 ± 0.23 g L⁻¹) y mango (2.59 ± 0.30 g L⁻¹), dando como resultado, un consorcio capaz de consumir 13 g L⁻¹ de diesel.

Ehrhardt, Secato y Tambourgi (2015), realizaron una investigación denominada “Producción de biosurfactantes por *Bacillus subtilis* usando Residuos de procesamiento de la piña, enriquecido con Glicerol, como sustrato”, cuyo objetivo fue la producción de biosurfactantes por *Bacillus subtilis* usando residuos de piña procesada, enriquecida con glicerol a 37 °C. De esta manera utilizando diferentes concentraciones de glicerol (3%, 5% y 10%) se realizó el proceso de fermentación, determinando que la mayor reducción de tensión superficial (23 %) y mayor producción de biosurfactantes se produjo en el sustrato de piña con 3% de glicerol en las primeras 24 horas, aumentado su actividad de emulsión hasta un 62.5%.

Liu et al. (2015), en su trabajo de tuvo como objetivo estudiar las características de la estructura química y el comportamiento molecular de la

surfactina. De esta manera se asilaron moléculas de cultivos libres de células de *Bacillus subtilis* HSO 121, determinando que las surfactinas exhiben una fuerte capacidad de autoensamblaje para formar micelios esféricos más grandes, en bajas concentraciones, cuyas propiedades anfipáticas y de superficie tienen relación con la presencia de dominios polares hidrofóbicos.

Como antecedente nacional, Verastegui (2021), realizó una investigación titulada "Remediación del suelo de *Carica papaya L.* por uso de pesticidas, con incorporación de gallinaza y dolomita, Picota, Perú 2021", cuyo objetivo fue determinar la remediación del suelo contaminado con pesticidas donde crece *Carica papaya L.* utilizando gallinaza y dolomita. De esta manera, aunque no se utilizaron biosurfactantes producidos por papayas, se determinó que el tratamiento logró reducir el pH en un equivalente de 0.36%, sin embargo, los metales pesados presentes como el Cd, Cr y pH aunque no exceden el ECA, aumentaron sus niveles, resultando en una baja eficiencia para mejorar el pH del suelo.

Rodriguez, Geldrez (2017) en su investigación elaboró un biosurfactante a base de residuos de cachaza y bagazo de azúcar para poder recuperar un suelo contaminado por hidrocarburo de la cual esas muestras fueron recolectadas de regiones del norte, de las zonas petroleras. La cual el tiempo de exposición de este biosurfactante en la muestra del suelo fue de 15 días en lugar ambiente, después de tiempo de exposición como resultado se obtuvo que el biosurfactante de residuos de bagazo es mejor ya que contribuyó con la remoción a un 61%, caso contrario al de la cachaza que redujo un 45% de hidrocarburo presente en el suelo.

En la siguiente tabla se podrán evidencias a diferentes autores que han utilizado el biosurfactante para la remoción de suelos contaminados, pero con diferentes técnicas.

Tabla 2: Comparación de la aplicación de biosurfactantes con diferentes métodos para remoción de suelos

Tratamiento	Tipo de contaminante	Porcentaje de remoción de hidrocarburo	Autor
Biosurfactante y surfactante químico	Hidrocarburos pesados	Su porcentaje de remoción fue de 32.31% y 42.71%	Mata, 2023
Pseudomonas qingdaonensis Cepa ZCR6	Petróleo	Se logró degradar el 76,52 % de la muestra inicial de hidrocarburos.	Chlebek et al; 2022
Bacilo malacitensi	Petróleo	El porcentaje de remoción total de hidrocarburos de petróleo por parte de la matriz AFC BS es de un 61,8%.	Magthalin et al; 2021
Ramrólípido (Pseudomonas aeruginosa PA1)	Petróleo	Con una acumulación concentrada de biosurfactante de 84 g/L la remoción de hidrocarburos fue del 92 %	Gidudu y Chirwua, 2022
Fitorremediación y biodegradación con <i>Spartina anglica</i> y ramrólípidos 2% de biocarbón modificado	Petróleo	32 a 35 % de eficiencia de remoción de xenobióticos	Zhen et al., 2019
Fitorremediación, degradación y bioaumentación usando <i>Chrysopogon zizanioides</i> con 2% de ramrólípidos	Diesel	2.1 - 4.3 mg/g de una concentración inicial de 7-9 mg/g (40.51 %)	Ram et al., 2019

Miguel Mata (2023) en su tesis titulada Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos pesados utilizando biosurfactantes y surfactantes químicos, mencionan como objetivo general evaluar el proceso de remediación de un suelo industrial contaminado con hidrocarburos pesados utilizando biosurfactantes y surfactantes químicos, el uso de biosurfactantes ofrece ventajas sobre surfactantes químicos, ya que promueve el crecimiento de la microbiota presente en el suelo, en contraste con el efecto negativo que el Tween 80 tiene sobre la población microbiana, se utilizó el biosurfactante ramnolípidos ya que presenta un excelente efecto en la degradación de los hidrocarburos por acción de los microorganismos, ayudando a la degradación al solubilizar o emulsionar los hidrocarburos, aumentando la adsorción interfacial de los hidrocarburos por parte de las bacterias degradantes o mejorando la actividad enzimática del suelo, por lo que esto demuestra que los ramnolípidos mejoran la eficiencia de remoción de HFP en el proceso de lavado de suelo, en comparación con el uso del surfactante químico; se aplicaron soluciones al 0.1%, logrando una disminución de 32.31% y 42.71% para Tween 80 y ramnolípidos.

Se demuestra de acuerdo a la investigación de Chlebek et al; 2022 que utilizaron *Pseudomonas qingdaonensis* Cepa ZCR6 para disminuir el porcentaje de los hidrocarburos de petróleo, teniendo como ello un resultado positivo concluyendo que la cepa logró degradar los hidrocarburos del petróleo (a un 76,52 % de la muestra inicial de hidrocarburos), esto se hace notar que si es un buen porcentaje de remediación de hidrocarburos. Por otro lado, Magthalin et al; 2021 realizó una investigación titulada “Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos aromáticos de sitios industriales utilizando biosurfactantes mejorados con aminoácidos modificados en la superficie”, como ya se nombró en la titulación, se usaron *Bacilo malacitensis*, de igual manera para degradación de suelos contaminados por hidrocarburos (petróleo), donde la cantidad de remoción fue 13.2% menos utilizando ramnolípidos que en conclusión la cantidad de remoción fue de 61,8%. A continuación, también mencionar que Gidudu y Chirwua, 2022 en su investigación demuestra que en el proceso que se realiza para la degradación de hidrocarburos en suelos; mientras la concentración de biosurfactante sea mayor, por consiguiente, la remoción de hidrocarburos es mayor, es por ello que en este

artículo su concentración de biosurfactante fue de 84 g/l y su remoción de hidrocarburos fue de 92%.

Por otro lado, Zhen et al., (2019), busco fitorremediar y degradar petróleo en suelo utilizando *Spartina anglica* y una producción de ramnolípidos 2% de biocarbón modificado obteniendo de esta manera, 32 a 35 % de eficiencia de remoción de contaminante. En contraste con lo anteriormente mencionado, Ram et al. (2019) desarrollo Fitorremediación, degradación y bioaumentación usando *Chrysopogon zizanioides* con 2% de ramnolípidos, para tratar diesel presente en muestras de suelo, lo que eventualmente dio como resultado un 40,51% de remoción del hidrocarburo, siendo un porcentaje un poco mayor al anterior autor, pero demostrando que el porcentaje de remoción depende de la cantidad de ramnolípidos producidos y la metodología implementada.

Con respecto al último objetivo tenemos que determinar el porcentaje de reducción de hidrocarburo por efecto del biosurfactantes, para ello ya se mencionaron anteriormente los procesos que usaron diferentes autores para degradar hidrocarburos asistentes en el suelo, de igual manera a continuación se mencionaran diferentes procesos y porcentaje de remoción, la cual se podrá determinar cuál es más accesible.

Adicional a ellos tenemos a Rodriguez, Yuber (2019) en su tesis acerca de la obtención y evaluación de un ecotensoactivo como alternativa para procesos de recobro mejorado de petróleo, tuvo como objetivo general, evaluar la eficacia de un tensoactivo conseguido a partir de plantas naturales en desarrollo de una recuperación mejorada, mostró como resultado que de acuerdo a los tensoactivos a partir del jaboncillo; *Sapindus* (SS), *Solanum* (ST) y *Furcreae* (FQ) disminuye la tensión interfacial en un rango de 40 y 50% del sistema agua-aceite del hidrocarburo y producen entre el 20 y el 50% del recobro incremental alterando la humectabilidad, por lo que en el análisis mostrado a través del método Soxhlet, el ST reduce a un 82% mientras que para el SS y FQ un 73% conclusión que fue validada por el mejoramiento de las características del suelo.

Por otro lado, Almansoory et al (2019) en su investigación fue que utilizó la Bacteria *HDB serratia marcescens* para abatir los hidrocarburos en suelos contaminados por THP, mediante la determinación del biosurfactante crudo que se efectuó por medio de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), cromatografía en capa fina y espectroscopia de masas en tándem, mientras tanto la purificación se efectuó por medio de la cromatografía de filtración en gel de sílice.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La actual investigación fue de enfoque cuantitativo y el tipo aplicada, como indica Lozada (2014), toda investigación aplicada se hace saber con una forma directa, cogiendo las dificultades las cuales mantiene la agrupación y su elaboración. Ante todo, cabe destacar que esto enfoca fundamentos tecnológicos, donde principalmente es el desarrollo de enlace en medio de la teórica y el producto.

El presente informe utilizó diseño experimental dado que se empleó el uso de biosurfactantes de *Carica papaya L.* y *Mangifera indica* (variable independiente), en suelos degradados por hidrocarburos (variable dependiente). Según Pavón (2016), la variable independiente se emplea premeditadamente, esto puesto que el indagador maneja aquella disposición y determina la causa y efecto de esta posición.

3.2. Variables y operacionalización

Este trabajo constó de dos primordiales variables, que corresponde a variable independiente: Uso de biosurfactante (*Carica papaya L.* y *Mangifera indica*) y una variable dependiente: Suelos degradados por hidrocarburos, por consiguiente, se especifica en la matriz que se muestra en anexo 1. La recolección de investigación, fue conforme la perspectiva de distintos autores, estos se usan ante todo en los conceptos y bases teóricas.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La actual investigación tuvo como población los suelos degradados por hidrocarburos de una mecánica automotriz, que se encuentra ubicado en el distrito de Independencia en el eje zonal de Tahuantinsuyo. Según Arias, et al. (2016) la población es una agrupación formada por individuos, componentes, etc, en el que se logra estudiar, moderar, en muchas ocasiones referido a la alternativa de muestra, acatando con aquellos principios sujetos para aceptar al problema y objetivos de cualquier estudio.

Se acumuló la muestra de un taller mecánico automotriz llamada “Carlos” que se encuentra ubicado en la Av. Ollantaytambo 334 tahuantinsuyo 2da zona - Independencia 15331 (ver figura 03), donde se recolectó un total de 30 kg del suelo contaminado, acatando el protocolo del DS 011-2017 MINAM. Según Hernández Sampierie (2014), señala que es la subcategoría de la población de interés de modo que se recolectarán datos.

La presente investigación contiene un muestreo no probabilístico, puesto que el cual, la muestra fue elegida para beneficio del análisis. El muestreo es de utilidad para establecer el agregado de la muestra de la población total. (López, 2004)



Figura 3. Visualización del taller mecánico automotriz “Carlos”

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La actual información tiene como método una observación directa, ya que este lleva a un análisis físico y químico, que en su momento se puede contestar cierta pregunta planteada como problema, general.

Por tanto, tenemos 2 fichas técnicas, que se hacen valer como instrumento para incorporar los datos, la cual se evidenciará en el Anexo.

Ficha 1: Análisis pre y post tratamiento de suelos por hidrocarburos

Ficha 2: Características químicas del biosurfactante a base de *Carica papaya L.* y *Mangifera indica*

Para alcanzar la perspectiva de validez, se hizo un llamado a 3 expertos en dicha materia, mencionados en la Tabla 3, en relación al alcance de las herramientas de recolección de datos ejecutadas en dicha investigación, López et al. (2019) dan a conocer que los expertos validan dichos instrumentos, ello significa que le agrega importancia, dado que le facilita un grado de visibilidad en conseguir datos de las informaciones originales.

Tabla 3: Tabla de validez.

Especialistas	Porcentaje de validación (%)	
	Ficha 1	Ficha 2
Dr. Munive Cerrón, Rubén Victor	85%	85%
Ing. Ordoñez Galvez, Juan Julio	90%	90%
Ing. Gaudencio Laureano Valentin	90%	90%

En la Tabla 3 se da a notar el resultado de validación, firmados por Ingenieros, que tienen intelecto sobre el tema, así se da un promedio total de 88%, esto facilita una confiabilidad al trabajo de investigación.

3.5. Procedimientos

- **Delimitación del área de estudio**

Para realizar este punto, se delimitó un cuadrante de 30 m² dentro del área de estudio (imagen del área).

- **Obtención de muestra**

Para la obtención, la muestra se realizó un reconocimiento del área de estudio, seguido a ello se comenzó a realizar la toma de muestra según lo establecido por el MINAM (2014) en la Guía de Muestreo de Suelos, la cual nos indica que para el área establecida se debe de realizar 5 puntos con el método aleatorio como se muestra en la figura 4.

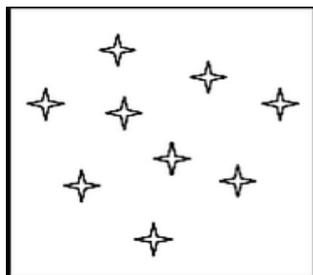


Figura 4. Método aleatorio para recolección de muestra de suelo

En cada punto se hizo una excavación con una profundidad de 30 cm (Ver fig. 5) del cual se extrajo entre 7 y 8 kg.



Figura 5. Medición de profundidad para obtención de la muestra.

La muestra fue mezclada y tamizada (ver fig. 6) para posteriormente obtener una muestra homogénea, como producto final se obtuvo 30 kg de muestra total.



Figura 6. Tamizado de la muestra de suelo

- **Análisis inicial del suelo**

Tras obtener la muestra homogénea, se colocó un kilogramo de suelo en una bolsa ziploc y se codificó como muestra (Testigo), pasado esto la bolsa fue trasladada a un laboratorio acreditado por INACAL (ver fig. 7), donde se estudiaron las características físico-químicas del suelo anteriormente de la adición del tratamiento.



Figura 7. Muestra inicial de suelo enviado al laboratorio inia. acreditado por INACAL

Asimismo, para el análisis de los Hidrocarburos de Petróleo (fracción 1, 2, 3) se procedió a enviar la muestra a un laboratorio acreditado por el INACAL con las indicaciones adecuadas brindadas por el laboratorio ALAB (ver fig. 8).



Figura 8. Muestra inicial de suelo enviado al laboratorio ALAB, acreditado por INACAL

- **Obtención de la materia orgánica**

Para obtener la materia orgánica se hizo la visita a 3 distintos mercados del distrito de Independencia los cuales fueron:

1. Mercado La Paradita
2. Mercado Central de Tahuantinsuyo
3. Mercado Quiquija

Donde se les pidió a los comerciantes del centro de abastos (comercios de frutas), que nos entreguen las *Carica papaya L.* y *Mangifera indica* que se encuentren en estado de descomposición para la realización de nuestro biosurfactante

- **Elaboración de biosurfactante**



Figura 9. Recolección selectiva del *Carica papaya L.* y *Mangifera indica*

Para la elaboración del biosurfactante se realizó lo siguiente:

- Las frutas obtenidas fueron lavadas y posteriormente picadas (Figura 10).



Figura 10. *Carica papaya L.* y *Mangifera indica* cortado en trozos

- Después del corte en trozos de las frutas se procedió a pesar 1 kilo de mango, papaya y estiércol de cuy (ver fig. 11)



Figura 11. Pesado de frutas seleccionadas

- Se colocaron 4 capas de cada fruta y de estiércol (ver fig.12), adicionalmente a ello se añadió 30 ml de microorganismos eficientes (EM) (ver fig. 13).



Figura 12. Visualización de las capas de mago, papaya y estiércol de cuy



Figura 13. Vertimiento de microorganismos eficientes (EM)

- Después de colocar las capas dentro del contenedor, permaneció sellado por un periodo de 3 semanas y se removió cada 3 días para obtener los lixiviados generados por la descomposición de la fruta y lograr que se sitúe en la parte inferior del contenedor, siendo este utilizado como la composición remediadora (ver fig.14).



Figura 14. Remoción del biosurfactante

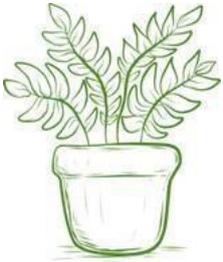
- Una vez pasado el tiempo adecuado para que esté listo el biosurfactante, se procedió a hacer el envío de una muestra al laboratorio inia para analizar sus propiedades de los parámetros físico-químicos (ver fig. 15).



Figura 15. Extracción del biosurfactante

- **Acondicionamiento del suelo por macetero**

Tabla 4: Diseño Experimental.

Identificación de maceteros	Dosis	Suelos + Biosurfactantes
	<p>T0 0% de Biosurfactante (0 ml) * 3 repeticiones</p>	<p>2 kilos de suelo degradado por hidrocarburos + 0 ml de biosurfactantes.</p>
	<p>T1 5% de Biosurfactante (50 ml) * 3 repeticiones</p>	<p>2 kilos de suelo degradado por hidrocarburos +50 ml de biosurfactantes.</p>
	<p>T2 10% de Biosurfactante (100 ml) * 3 repeticiones</p>	<p>2 kilos de suelo degradado por hidrocarburos + 100 ml de biosurfactantes.</p>

	<p style="text-align: center;">T3</p> <p style="text-align: center;">15% de Biosurfactante (150 ml) * 3 repeticiones</p>	<p style="text-align: center;">2 kilos de suelo degradado por hidrocarburos + 150 ml de biosurfactantes.</p>
---	--	--

Cada macetero fue debidamente codificado y rotulado con su código respectivo. Ver tabla 5

Tabla 5: Código de rotulación

%	CODIGO
0%	T0-R1
	T0-R2
	T0-R3
5%	T1-R1
	T1-R2
	T1-R3
10%	T2-R1
	T2-R2
	T2-R3
15%	T3-R1
	T3-R2
	T3-R3

Después de la aplicación de los tratamientos a la muestra del suelo según diseño experimental, se colocaron los maceteros de manera aleatoria, cada macetero previamente codificado. (ver fig. 16)



Figura 16. Maceteros ubicados de forma aleatoria

Periodo de exposición del tratamiento

La investigación se realizó en un periodo de 2 meses, en los cuales se observó cómo afectó la adición de biosurfactante al suelo y qué cambios se han producido durante este tiempo.

Traslado y análisis de las muestras por tratamiento

Para el traslado de la obtención de muestra final, se sacó y se obtuvo 1 kilogramo de suelo por macetero, así mismo cada muestra se colocó en bolsas ziploc, obteniendo así 9 bolsas ziploc previamente codificadas con el nombre de cada tratamiento (ver fig. 17), para la conservación de la muestra, esta se mantuvo a temperatura ambiente y se llevó directamente al laboratorio acreditado, el traslado de la muestra se realizó en un plazo no mayor de 14 horas, para evitar alteraciones en las muestras de suelo, para su posterior análisis.



Figura 17. Bolsas ziploc codificados para el envío al laboratorio inia.

Asimismo, para el estudio de los HTP de Fracción 1, 2 y 3 se enviaron las muestras al laboratorio Alab (ver fig. 18), para lo cual se siguieron las indicaciones emitidas por el laboratorio con su codificación correspondiente para el análisis de la muestra.



Figura 18. Muestras enviadas al laboratorio Alab

Obtención de resultados

Los resultados por cada tratamiento se obtuvieron del análisis de características físicas y químicas que se realizaron a cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Procesamiento de datos

Para el procesamiento los datos obtenidos del previo análisis por cada tratamiento se ingresaron a una base de datos en la cual se llevó a cabo el proceso estadístico, para realizar la contratación de hipótesis.

3.6. Método de análisis de datos:

Para la obtención de los se empleó la herramienta informática de Microsoft Excel, spss ya que con ella realizamos las tablas y la interpretación de nuestros resultados

Para calcular la eficacia de remoción de hidrocarburos en nuestro suelo contaminado se utilizó la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{\text{concentración inicial}-\text{concentración final}}{\text{concentración inicial}}\right) \times 100$$

3.7. Aspectos éticos:

En el presente trabajo de investigación se recolectó información de diferentes trabajos confiables como artículos científicos; se utilizó la guía de elaboración de trabajo de investigación que proporciona la Universidad César Vallejo. Asimismo, se citaron correctamente según la normativa ISO 690 y 691-2 y se consideraron los aspectos éticos de la investigación. Además, efectuó la aprobación por profesionales de los instrumentos de validación.

IV. RESULTADOS

4.1. Propiedades fisicoquímicas del suelo y presencia de hidrocarburos

4.1.1. Propiedades fisicoquímicas del suelo

En la tabla N°06 evidencian las concentraciones iniciales de los parámetros evaluados en el suelo.

Tabla 6: Parámetros físico-químicos iniciales del suelo

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS		VALORES	UNIDADES
pH		8,16	Unid.pH
Conductividad Eléctrica		3,72	mS/m
Materia Orgánica		0,97	%
Nitrógeno		0,04	%
Fósforo		47,62	mg/kg
Potasio		357,81	mg/kg
Textura	ARENA	55,64	%
	LIMO	39,64	
	ARCILLA	4,72	

A partir de la Tabla 6 se pudo determinar las concentraciones iniciales de los parámetros fisicoquímicos:

Por la parte de los parámetros químicos se mostró un rango de pH 8.16 siendo este un suelo alcalino lo que quiere decir que tiene poca asimilación de nutrientes, en la (conductividad eléctrica salió como resultado 3,72 mS/cm) evidenciando que el tipo de suelo es moderadamente salino. Asimismo, la materia orgánica dio como resultado 0.97% lo cual dentro de su clasificación estaría en un nivel bajo sumado a ello, los nutrientes como el nitrógeno en

0.04%, fósforo en 47.62 mg/kg y potasio en 357.81 mg/kg. Por otro lado, en los parámetros físicos se obtuvo en la textura un suelo franco arenosa (arena 55.64%, limo 39.64% y arcilla 4.72%). Evidenciando así que a la muestra inicial analizada le falta nutrientes y por ende tiene poca fertilidad en el suelo.

4.1.2. Presencia de hidrocarburos en muestra inicial

En la tabla N°07 se muestra la presencia de hidrocarburos de la muestra inicial

Tabla 7: Presencia de hidrocarburos de la muestra inicial

<i>MUESTRA</i>	<i>RESULTADOS</i>	<i>ECA</i>	<i>UNIDAD</i>
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6-C10)	<2,010	200	mg/kg MS
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28)	592,866	1200	mg/kg MS
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40)	289,548	3000	mg/kg MS

Como se puede observar en la tabla 7 las concentraciones de hidrocarburos son las siguientes:

- La fracción 1 existe una cantidad de <2,010 mg/kg
- La fracción 2 es de 592,866 mg/kg
- La fracción 3 es de 289,548 mg/kg

Superando notoriamente los valores establecidos en el D.S. 011-2017 ubicado en el anexo del ECA de suelo para el uso de suelo residencial correspondiente a los parámetros presentes en la muestra del estudio.

4.1.3. Características fisicoquímicas finales del suelo

En la tabla N°08 se muestran las concentraciones iniciales de los parámetros analizados en el suelo

Tabla 8: Parámetros fisicoquímicos finales del suelo

Parámetros fisicoquímicos		Tratamientos		
		T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)
pH		8.006	8.213	8.24
Conductividad eléctrica (mS/m)		5.113	5.656	5.95
Materia orgánica (%)		1.855	2.303	2.636
Nitrógeno (%)		0.086	0.113	0.133
Fósforo (mg/kg)		16.013	22.073	25.93
Potasio (mg/kg)		192.466	223.233	235.6
TEXTURA	ARENA	54.666	57.333	54.666
	LIMO	33.666	27.333	29
	ARCILLA	11.666	15.333	16.333

A partir de la tabla 8, se determinó los valores fisicoquímicos finales de los cuales los más idóneos para la muestra de suelo en el pH es el del tratamiento T1 (5%) con un resultado de 8.006 ya que a lo que se desea llegar es a obtener un pH neutro, en el caso de conductividad eléctrica se muestra que en los tres tratamientos aumentó en comparación al resultado inicial, para la materia orgánica y nitrógeno se considera que el tratamiento más correcto es del T3 (15%) ya que logró aumentar la cantidad de estos parámetros, mientras que para el parámetro de fósforo y potasio se tuvo como resultados final una reducción a comparación con el resultado inicial; finalmente, en el caso de textura se mantuvo su condición de franco arenoso.

4.1.4. Presencia de hidrocarburos en muestras finales

En la tabla N°09 se muestra la presencia de hidrocarburos de la muestra finales

Tabla 9: Presencia de hidrocarburos de las muestras finales

MUESTRA	TRATAMIENTOS			
	UNIDAD	T1	T2	T3
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6-C10)	mg/Kg Ms	2,010	2,010	2,010
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28)	mg/Kg Ms	89,478	48,392	46,580
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40)	mg/Kg Ms	37,963	20,640	23,423

Analizando la tabla 9 se puede determinar que como resultados finales de los tres tipos de hidrocarburos tenemos que en HTP Fracción 1 (C6-C10) no ha variado en ni un tratamiento, mientras que el HTP Fracción 2 (>C10-C28) si se observa una variación en cuanto a los tres tratamientos ya que en T1 tiene un valor elevado a diferencia a T2 y T3, seguido a ellos se muestra los resultados finales de HTP Fracción 3 (>C28-C40) donde se evidencia que hay una mayor reducción en el T2 y T3 a comparación del T1.

4.2. Características y dosis/ concentración óptima del biosurfactantes

4.2.1. Características del biosurfactantes

En la tabla N° 10 se visualiza los parámetros analizados en el biosurfactante.

Tabla 10: Resultado de análisis del biosurfactante *de Carica Papaya y Mangifera Indica*

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
pH	pH	6,27
Conductividad eléctrica	dS/m	15,62
Humedad	%	97,72
Materia Orgánica	%	40,57
Nitrógeno	%	2,02
Fósforo	%	1,75
Potasio	%	1,18
Calcio	%	6,58
Magnesio	%	0,74
Relación carbono/nitrógeno	%	11,65

Como se refleja en la tabla 10 se obtuvieron los siguientes resultados: En el pH un 6,27, en la conductividad eléctrica un 15,62 dS/m, en la humedad un 97,72%, en la materia orgánica 40,57%, en nitrógeno 2,02%, en fósforo 1.75%, en potasio 1,18%, en calcio 6.58%, en magnesio 0,74% y finalmente en relación carbono/nitrógeno un 11,65%.

4.2.2. Dosis/concentración óptima del biosurfactante

Tabla 11: Porcentaje de reducción de los Hidrocarburos Totales de Petróleo en fracción 1,2 y 3 con dosis del 5%, 10% y 15%

	5%	10%	15%
HTP 1	2,010	2,010	2,010
HTP 2	84%	91%	92%
HTP 3	86%	92%	91%

Para determinar la dosis óptima de biosurfactante en la remediación de suelos contaminados por hidrocarburos se obtuvo los siguientes resultados:

En el caso de los HTP de Fracción 1 analizando los resultados se pudo determinar que ninguna de la dosis fue óptima ya que como se aprecia en la tabla – los resultados finales no varían, para el caso de los HTP de Fracción 2 se puede afirmar que la dosis más óptima es del 15% ya que si bien es cierto en todos los casos se obtuvo una reducción considerable, esta tuvo una mayor cantidad de reducción con el 92%; finalmente, en el caso de los HTP de Fracción 3 se puede afirmar que la dosis óptima es la del 10% ya que obtuvo una reducción del 92% siendo este el mayor porcentaje de remoción en la muestra final del suelo.

4.3. Porcentaje de reducción de hidrocarburos

Para poder calcular el porcentaje de reducción de los hidrocarburos que se obtuvo en las tres distintas fracciones de HTP, se utilizaron resultados iniciales y finales del suelo con presencia de hidrocarburos.

En la Tabla 12, se observan los valores de reducción en porcentaje de HTP-Fracción 1.

Tabla 12: Valores de reducción de HTP - Fracción 1

TIPOS DE HIDROCARBUROS	TRATAMIENTO	CONCENTRACIÓN INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN (%)
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6-C10)	T1- 5%	2,010	2,010	-
	T2- 10%	2,010	2,010	-
	T3-15%	2,010	2,010	-

A partir de la Tabla 12 se observa que ni uno de los tres tratamientos (5%, 10% y 15%) ha presentado una reducción o alguna variación a la concentración inicial, se mantuvo con la misma concentración de hidrocarburo para los tres tratamientos.

En la Tabla 13, se observan los valores de reducción en porcentaje de HTP-Fracción 2

Tabla 13: Valores de reducción en porcentaje de HTP - Fracción 2

TIPOS DE HIDROCARBUROS	TRATAMIENTO	CONCENTRACIÓN INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN (%)
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28)	T1 - 5%	592,866	89,478	84%
	T2-10%	592,866	48,392	91%
	T3-15%	592,866	46,580	92%

A partir de la tabla 13 se evidencia que el tratamiento 3 al 15% presentó una mayor reducción con un 92%. Por otro lado, el tratamiento 1 al 5% presentó una reducción del 84% y el tratamiento 2 al 10% presentó una reducción al 91 %.

Comprobando así que el Tratamiento 3 posee una mayor efectividad para la reducción de los hidrocarburos en suelos contaminados.

En la Tabla 14, se observan los valores de reducción en porcentaje de HTP- Fracción 3

Tabla 14: Valores de reducción en porcentaje de HTP- Fracción 3

TIPOS DE HIDROCARBUROS	TRATAMIENTO	CONCENTRACIÓN INICIAL	CONCENTRACIÓN FINAL	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN (%)
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40)	T1- 5%	289,548	37,963	86%
	T2 - 10%	289,548	20,640	92%
	T3 - 15%	289,548	23,423	91%

A partir de la tabla 14 se muestra que el tratamiento 2 al 10% hizo una reducción al 92%, así evidenciando que presentó una mayor reducción alta a comparación con el tratamiento 1 al 5% que presentó una reducción de 86% y el tratamiento 3 al 15% presentó una reducción de 91%.

Constatando así que el tratamiento 2 muestra una mayor efectividad en la reducción de hidrocarburos.

4.4. Resultados estadísticos para prueba de hipótesis

4.4.1. Contrastación de hipótesis específicas

- Se realizó la prueba de normalidad en los resultados de los HTP 1, donde los datos obtuvieron un valor mayor a 0,05 (ver anexo 9.1) lo cual indica que los datos provienen de una distribución normal.

Tabla 15: Prueba de ANOVA en HTP 1

ANOVA					
FRACCION1					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,001	3	,000	,596	,635
Dentro de grupos	,007	8	,001		
Total	,008	11			

Prueba de hipótesis

Ho: No se encontraron presentes en el suelo contaminado del taller automotriz, fueron los de hidrocarburos totales de petróleo Fracción 1 (C6 – C10)

H1: Los tipos de hidrocarburos que se encontraron presentes en el suelo contaminado del taller automotriz, fueron los hidrocarburos totales de petróleo Fracción 1 (C6 – C10)

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la H0 No se encontraron presentes en el suelo contaminado del taller automotriz, fueron los de hidrocarburos totales de petróleo Fracción 1 (C6 – C10)

Tabla 16: Comparaciones múltiples en HTP 1

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: FRACCION1						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra Inicial	5% de Biosurfactante	-,01270	,02353	,947	-,0880	,0626
	10% de Biosurfactante	,01700	,02353	,885	-,0583	,0923
	15 % de Biosurfactante	,00967	,02353	,975	-,0657	,0850
5% de Biosurfactante	Muestra Inicial	,01270	,02353	,947	-,0626	,0880
	10% de Biosurfactante	,02970	,02353	,609	-,0456	,1050
	15 % de Biosurfactante	,02237	,02353	,780	-,0530	,0977
10% de Biosurfactante	Muestra Inicial	-,01700	,02353	,885	-,0923	,0583
	5% de Biosurfactante	-,02970	,02353	,609	-,1050	,0456
	15 % de Biosurfactante	-,00733	,02353	,989	-,0827	,0680
15 % de Biosurfactante	Muestra Inicial	-,00967	,02353	,975	-,0850	,0657
	5% de Biosurfactante	-,02237	,02353	,780	-,0977	,0530
	10% de Biosurfactante	,00733	,02353	,989	-,0680	,0827

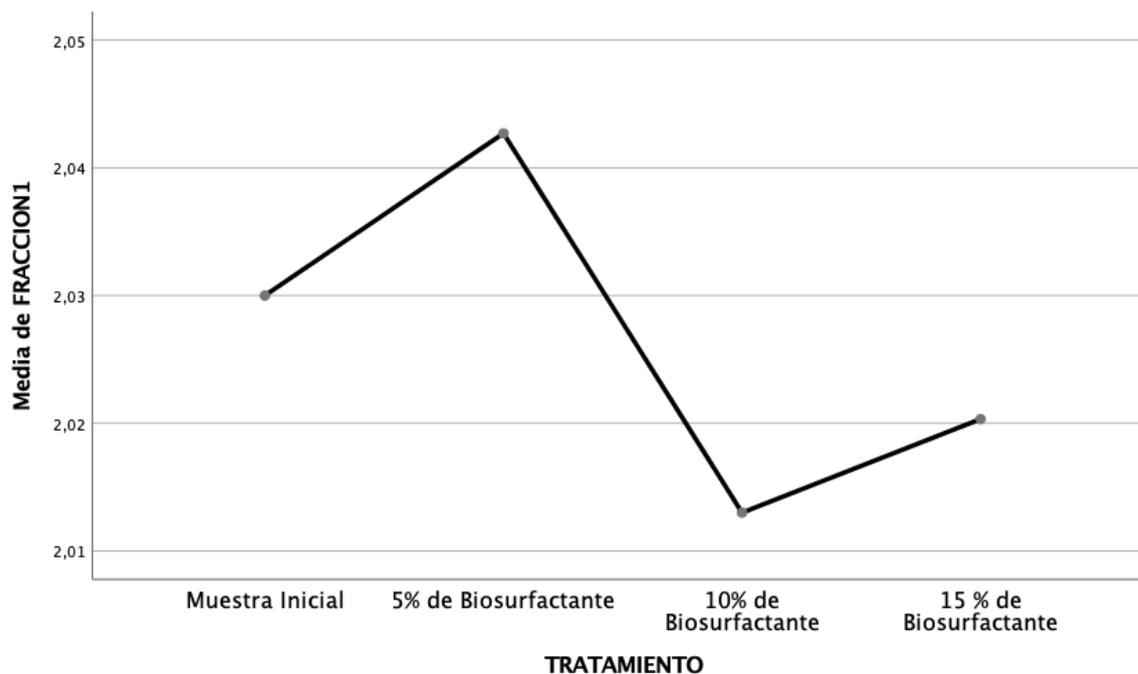


Figura 19. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro HTP 1

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1 .

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H_1 , entonces asumimos que, No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

- Se realizó la prueba de normalidad en los resultados de pH, donde los datos obtuvieron un valor mayor a 0,05 (ver anexo 9.2) lo cual indica que los datos provienen de una distribución normal.

Tabla 17: Prueba de ANOVA en pH

ANOVA					
pH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,098	3	,033	93,421	,000
Dentro de grupos	,003	8	,000		
Total	,101	11			

Prueba de hipótesis

Ho: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante no llegó a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

H1: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llegó a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llegó a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos.

Tabla 18: Comparaciones múltiples en pH

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: pH						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra Inicial	5% de Biosurfactante	,15667*	,01528	,000	,1077	,2056
	10% de Biosurfactante	-,05000*	,01528	,045	-,0989	-,0011
	15 % de Biosurfactante	-,07667*	,01528	,005	-,1256	-,0277
5% de Biosurfactante	Muestra Inicial	-,15667*	,01528	,000	-,2056	-,1077
	10% de Biosurfactante	-,20667*	,01528	,000	-,2556	-,1577
	15 % de Biosurfactante	-,23333*	,01528	,000	-,2823	-,1844
10% de Biosurfactante	Muestra Inicial	,05000*	,01528	,045	,0011	,0989
	5% de Biosurfactante	,20667*	,01528	,000	,1577	,2556
	15 % de Biosurfactante	-,02667	,01528	,363	-,0756	,0223
15 % de Biosurfactante	Muestra Inicial	,07667*	,01528	,005	,0277	,1256
	5% de Biosurfactante	,23333*	,01528	,000	,1844	,2823
	10% de Biosurfactante	,02667	,01528	,363	-,0223	,0756

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

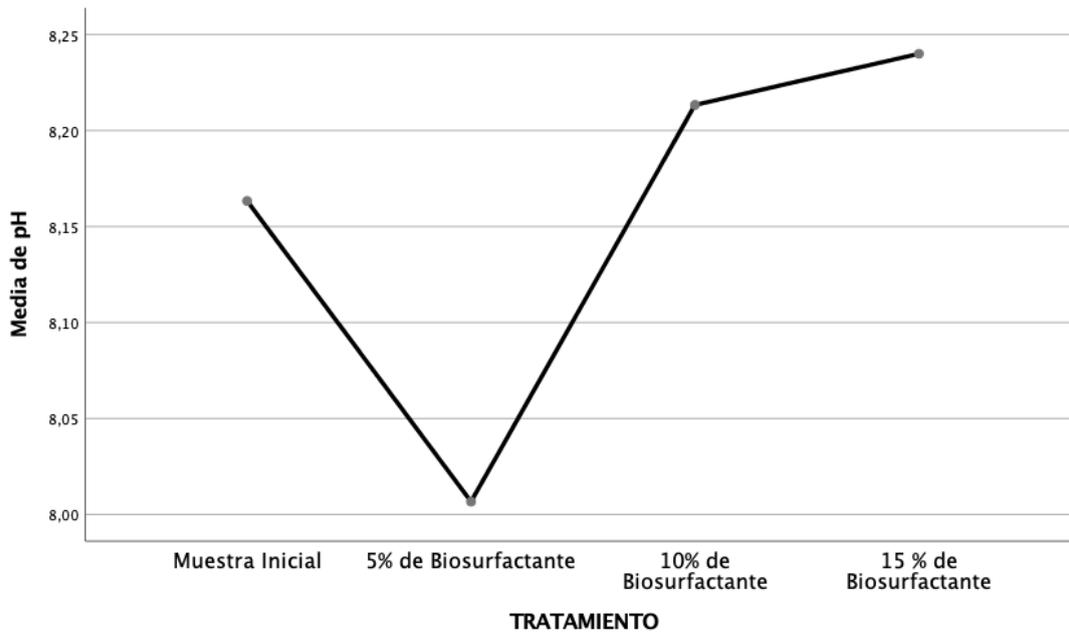


Figura 20. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro pH

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1 .

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H_1 , entonces asumimos que, Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

- Se realizó la prueba de normalidad en los resultados de CE, donde los datos obtuvieron un valor mayor a 0,05 (ver anexo 9.3) lo cual indica que los datos provienen de una distribución normal.

Tabla 19: Prueba de ANOVA en CE

ANOVA					
CE					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	8,425	3	2,808	17,060	,001
Dentro de grupos	1,317	8	,165		
Total	9,742	11			

Prueba de hipótesis

Ho: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante no llegó a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

H1: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llegó a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llegó a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos.

Tabla 20: Comparaciones múltiples en CE

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CE						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra Inicial	5% de Biosurfactante	1,34667*	,33129	,015	-2,4076	-,2858
	10% de Biosurfactante	-1,89000*	,33129	,002	-2,9509	-,8291
	15 % de Biosurfactante	-2,18333*	,33129	,001	-3,2442	-1,1224
5% de Biosurfactante	Muestra Inicial	1,34667*	,33129	,015	,2858	2,4076
	10% de Biosurfactante	-,54333	,33129	,411	-1,6042	,5176
	15 % de Biosurfactante	-,83667	,33129	,130	-1,8976	,2242
10% de Biosurfactante	Muestra Inicial	1,89000*	,33129	,002	,8291	2,9509
	5% de Biosurfactante	,54333	,33129	,411	-,5176	1,6042
	15 % de Biosurfactante	-,29333	,33129	,813	-1,3542	,7676
15 % de Biosurfactante	Muestra Inicial	2,18333*	,33129	,001	1,1224	3,2442
	5% de Biosurfactante	,83667	,33129	,130	-,2242	1,8976
	10% de Biosurfactante	,29333	,33129	,813	-,7676	1,3542

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

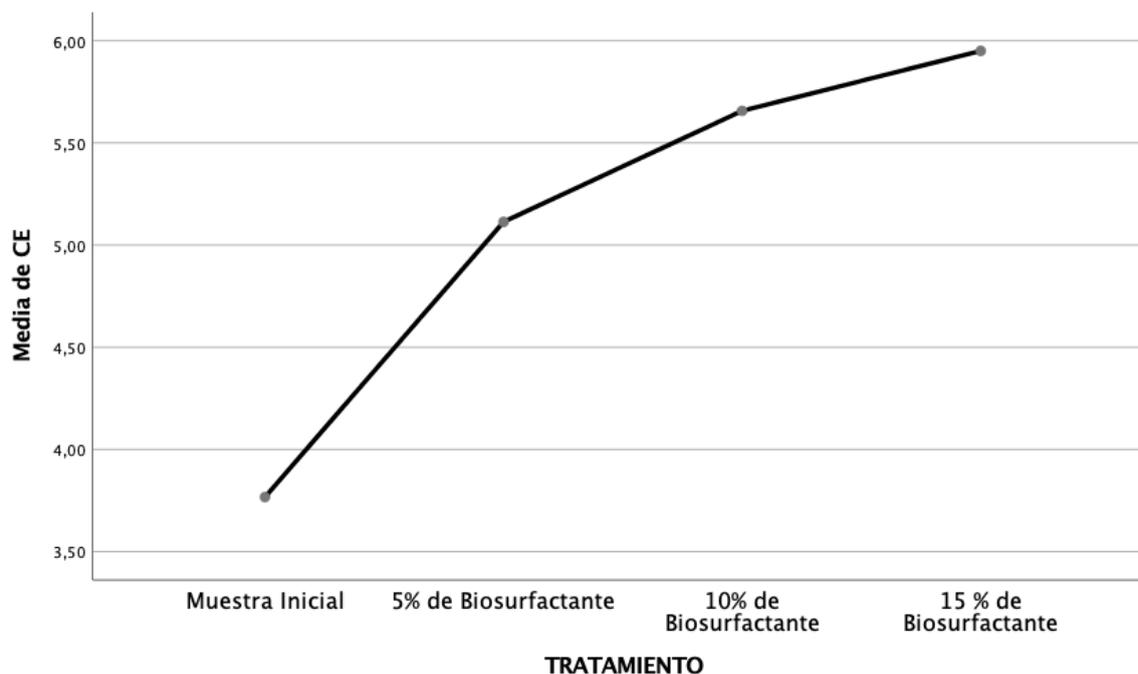


Figura 21. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro CE

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos

Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1 .

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H_1 , entonces asumimos que, No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

- Se realizó la prueba de normalidad en los resultados de MO, donde los datos obtuvieron un valor mayor a 0,05 (ver anexo 9.4) lo cual indica que los datos provienen de una distribución normal.

Tabla 21: Prueba de ANOVA en MO

ANOVA					
MO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,912	3	1,637	247,119	,000
Dentro de grupos	,053	8	,007		
Total	4,965	11			

Prueba de hipótesis

Ho: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante no llega a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

H1: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llega a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llega a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

Tabla 22: Comparaciones múltiples en MO

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: MO						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra Inicial	5% de Biosurfactante	-,94333*	,06646	,000	-1,1562	-,7305
	10% de Biosurfactante	-1,37333*	,06646	,000	-1,5862	-1,1605
	15 % de Biosurfactante	-1,70333*	,06646	,000	-1,9162	-1,4905
5% de Biosurfactante	Muestra Inicial	,94333*	,06646	,000	,7305	1,1562
	10% de Biosurfactante	-,43000*	,06646	,001	-,6428	-,2172
	15 % de Biosurfactante	-,76000*	,06646	,000	-,9728	-,5472
10% de Biosurfactante	Muestra Inicial	1,37333*	,06646	,000	1,1605	1,5862
	5% de Biosurfactante	,43000*	,06646	,001	,2172	,6428
	15 % de Biosurfactante	-,33000*	,06646	,005	-,5428	-,1172
15 % de Biosurfactante	Muestra Inicial	1,70333*	,06646	,000	1,4905	1,9162
	5% de Biosurfactante	,76000*	,06646	,000	,5472	,9728
	10% de Biosurfactante	,33000*	,06646	,005	,1172	,5428

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

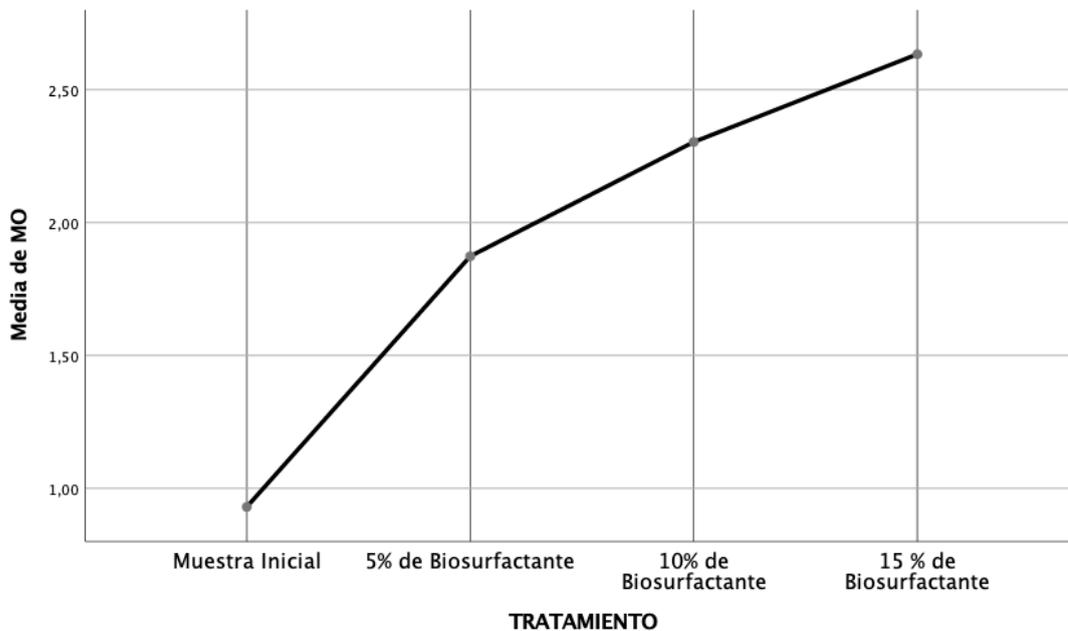


Figura 22. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro MO

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1 .

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H_1 , entonces asumimos que, No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

- Se realizó la prueba de normalidad en los resultados de Nitrógeno, donde los datos obtuvieron un valor mayor a 0,05 (ver anexo 9.5) lo cual indica que los datos provienen de una distribución normal.

Tabla 23: Prueba de ANOVA en Nitrógeno

ANOVA					
NITROGENO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,011	3	,004	43,200	,000
Dentro de grupos	,001	8	,000		
Total	,011	11			

Prueba de hipótesis

Ho: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante no llega a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

H1: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llega a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llega a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos.

Tabla 24: Comparaciones múltiples en Nitrógeno

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: NITROGENO						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra Inicial	5% de Biosurfactante	-,03333*	,00745	,009	-,0572	-,0095
	10% de Biosurfactante	-,06000*	,00745	,000	-,0839	-,0361
	15 % de Biosurfactante	-,08000*	,00745	,000	-,1039	-,0561
5% de Biosurfactante	Muestra Inicial	,03333*	,00745	,009	,0095	,0572
	10% de Biosurfactante	-,02667*	,00745	,030	-,0505	-,0028
	15 % de Biosurfactante	-,04667*	,00745	,001	-,0705	-,0228
10% de Biosurfactante	Muestra Inicial	,06000*	,00745	,000	,0361	,0839
	5% de Biosurfactante	,02667*	,00745	,030	,0028	,0505
	15 % de Biosurfactante	-,02000	,00745	,104	-,0439	,0039
15 % de Biosurfactante	Muestra Inicial	,08000*	,00745	,000	,0561	,1039
	5% de Biosurfactante	,04667*	,00745	,001	,0228	,0705
	10% de Biosurfactante	,02000	,00745	,104	-,0039	,0439

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

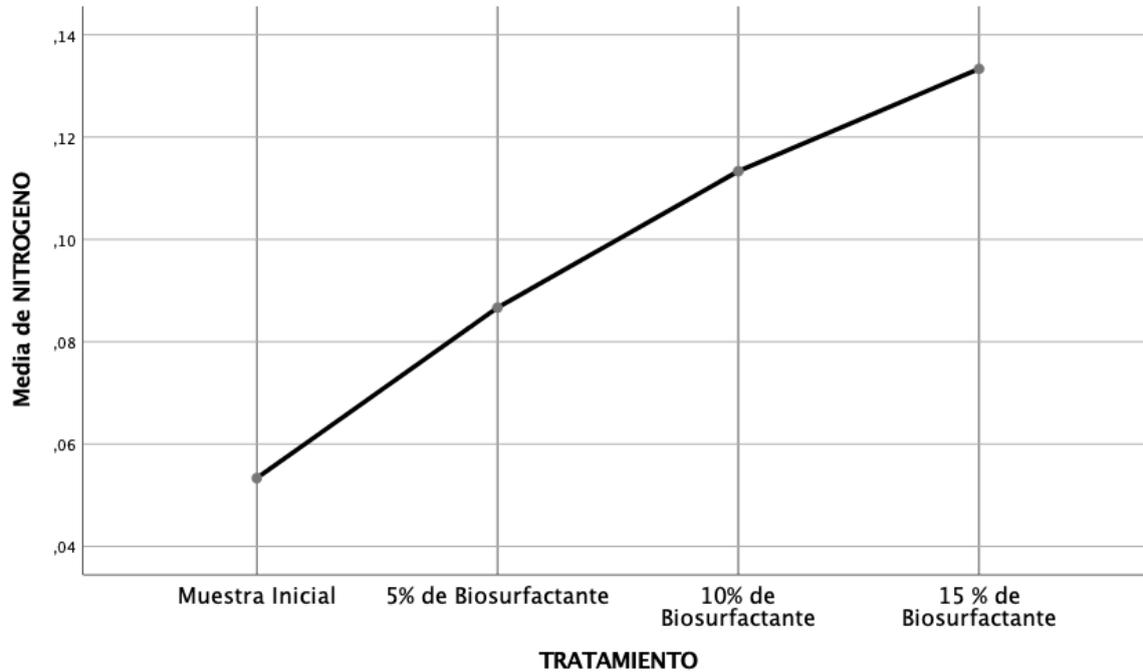


Figura 23. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro Nitrógeno

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1, entonces asumimos que, No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

- Se realizó la prueba de normalidad en los resultados de Fosforo, donde los datos obtuvieron un valor mayor a 0,05 (ver anexo 9.6) lo cual indica que los datos provienen de una distribución normal.

Tabla 25: Prueba de ANOVA en Fosforo

ANOVA					
FOSFORO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1702,035	3	567,345	335,687	,000
Dentro de grupos	13,521	8	1,690		
Total	1715,556	11			

Prueba de hipótesis

Ho: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante no llegó a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

H1: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llegó a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llegó a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos.

Tabla 26: Comparaciones múltiples en Fosforo

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: FOSFORO						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra Inicial	5% de Biosurfactante	31,59000*	1,06148	,000	28,1908	34,9892
	10% de Biosurfactante	25,53000*	1,06148	,000	22,1308	28,9292
	15 % de Biosurfactante	21,67333*	1,06148	,000	18,2741	25,0726
5% de Biosurfactante	Muestra Inicial	-31,59000*	1,06148	,000	- 34,9892	- 28,1908
	10% de Biosurfactante	-6,06000*	1,06148	,002	-9,4592	-2,6608
	15 % de Biosurfactante	-9,91667*	1,06148	,000	- 13,3159	-6,5174
10% de Biosurfactante	Muestra Inicial	-25,53000*	1,06148	,000	- 28,9292	- 22,1308
	5% de Biosurfactante	6,06000*	1,06148	,002	2,6608	9,4592
	15 % de Biosurfactante	-3,85667*	1,06148	,027	-7,2559	-,4574
15 % de Biosurfactante	Muestra Inicial	-21,67333*	1,06148	,000	- 25,0726	- 18,2741
	5% de Biosurfactante	9,91667*	1,06148	,000	6,5174	13,3159
	10% de Biosurfactante	3,85667*	1,06148	,027	,4574	7,2559

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

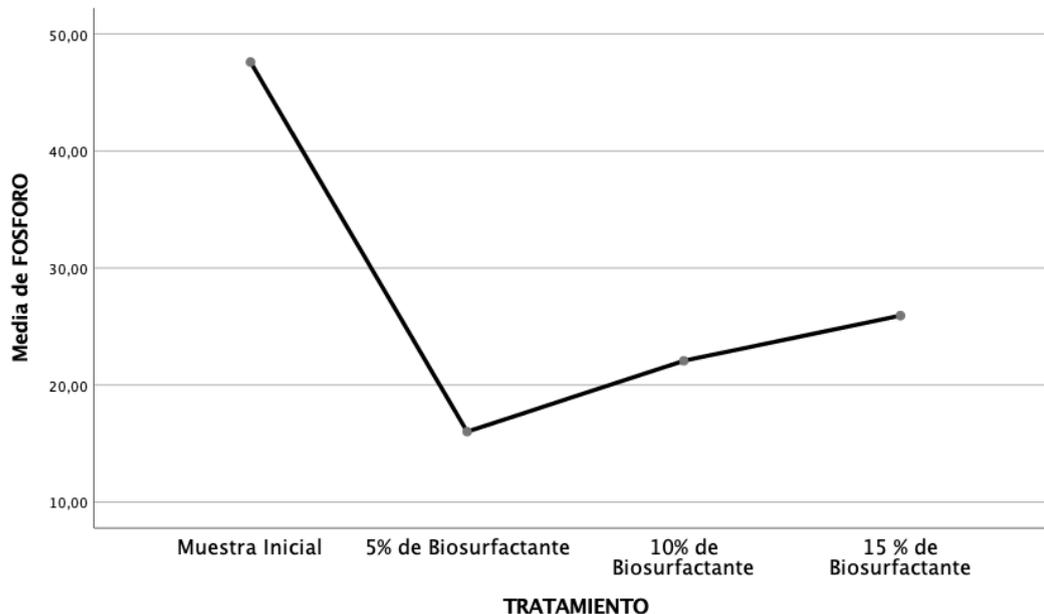


Figura 24. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro Fósforo

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1 .

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H_1 , entonces asumimos que, No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

- Se realizó la prueba de normalidad en los resultados de Potasio, donde los datos obtuvieron un valor mayor a 0,05 (ver anexo 9.7) lo cual indica que los datos provienen de una distribución normal.

Tabla 27: Prueba de ANOVA en Potasio

ANOVA					
POTASIO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	47495,778	3	15831,926	110,850	,000
Dentro de grupos	115,052	8	14,382		
Total	47610,830	11			

Prueba de hipótesis

Ho: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante no llego a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

H1: La concentración/dosis al 5% de biosurfactante llego a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 la concentración/dosis al 5% de biosurfactante llego a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos.

Tabla 28: Comparaciones múltiples en Potasio

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: POTASIO						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra Inicial	5% de Biosurfactante	165,32333*	3,09640	,000	155,4076	175,2391
	10% de Biosurfactante	134,55667*	3,09640	,000	124,6409	144,4724
	15 % de Biosurfactante	122,19000*	3,09640	,000	112,2742	132,1058
5% de Biosurfactante	Muestra Inicial	- 165,32333*	3,09640	,000	- 175,2391	- 155,4076
	10% de Biosurfactante	-30,76667*	3,09640	,000	-40,6824	-20,8509
	15 % de Biosurfactante	-43,13333*	3,09640	,000	-53,0491	-33,2176
10% de Biosurfactante	Muestra Inicial	- 134,55667*	3,09640	,000	- 144,4724	- 124,6409
	5% de Biosurfactante	30,76667*	3,09640	,000	20,8509	40,6824
	15 % de Biosurfactante	-12,36667*	3,09640	,017	-22,2824	-2,4509
15 % de Biosurfactante	Muestra Inicial	- 122,19000*	3,09640	,000	- 132,1058	- 112,2742
	5% de Biosurfactante	43,13333*	3,09640	,000	33,2176	53,0491
	10% de Biosurfactante	12,36667*	3,09640	,017	2,4509	22,2824

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

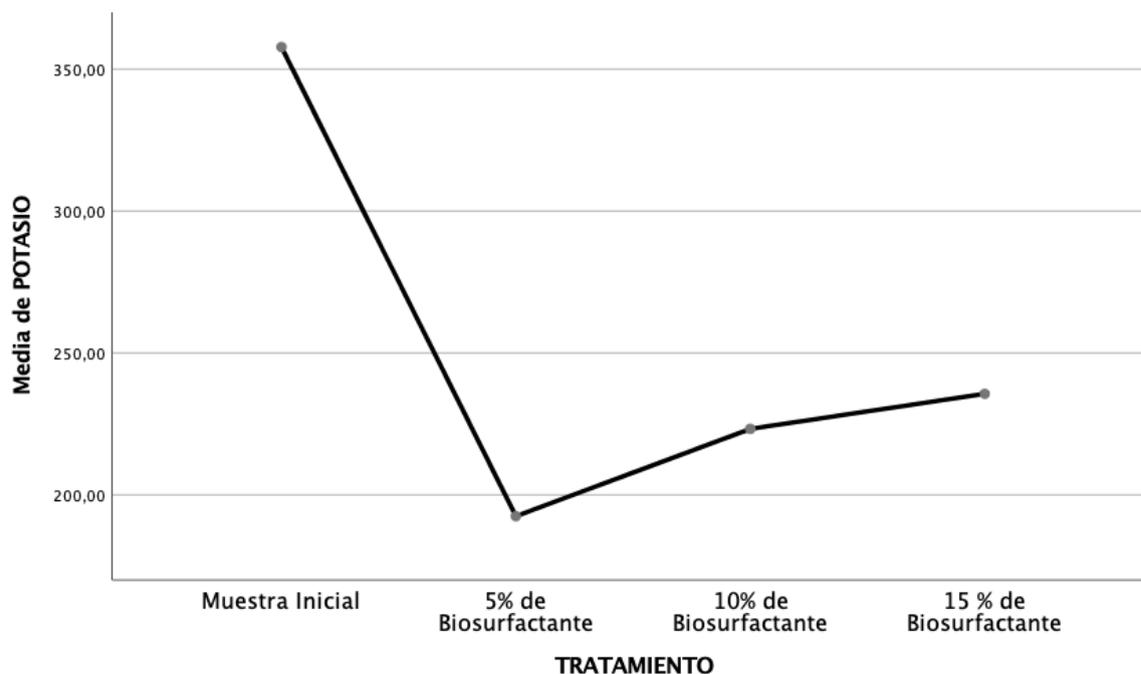


Figura 25. Gráfico de la prueba tukey para el parámetro Potasio

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1 .

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H_1 , entonces asumimos que, No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*, recupera los degradados por hidrocarburos.

V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo se realizó un análisis del suelo de la mecánica para determinar qué tipos de hidrocarburo se encuentran presente en él, la cual se analizaron los Hidrocarburos Totales de petróleo fracción 1, fracción 2, fracción 3, y como resultado con mayor presencia de hidrocarburo presente en el suelo tenemos que es el HTP tipo fracción 2. De igual forma Rodriguez Geldrez (2017) en su investigación titulada Remoción de hidrocarburo totales en suelos contaminados con petróleo a través de residuos de Cachaza y Bagazo de caña de azúcar, llegó a estudiar las mismas fracciones de hidrocarburo tipo F1, F2 y F3, dando como resultado que el suelo analizado con mayor presencia de hidrocarburos fue el HTP tipo fracción 2, pero de la cual se pudo reducir gracias al bagazo que redujo un 61% de HTP. Chlebek et al. (2022) investigó la cepa *Pseudomonas qingdaonensis* ZCR6, de la cual esta cepa logró reducir el porcentaje de suelo contaminado que también se encontraba con presencia de HTP. En consecuencia, Almansoory et al. (2019) en su investigación también determina qué tipo de hidrocarburo se encuentra presente en el suelo, por lo que como resultado salió que el suelo estaba contaminado Hidrocarburo Total de Petróleo en fracción 2, por ello optó en realizar un biosurfactante con la bacteria HDB *serratia macescens*.

Mediante las investigaciones previstas y el análisis realizado en la presente investigación, se puede deducir que la fracción 2 de los HTP es la que mas presencia tienes en cuanto a contaminación de hidrocarburos se refiere y a su vez los métodos de remediación como el biosurfactante de *carica papaya* y *mangifera indica* son muy favorables para este tipo de fracción de hidrocarburos.

En el presente trabajo la dosis óptima para la remediación de suelos contaminados por HTP en Fracción 1 (C6-C10) se consideró que ningún tratamiento fue beneficioso ya que sus resultados finales no cambiaron al del inicial, seguido a ello en la Fracción 2 (>C10-C28) la dosis óptima fue la del 15% obteniendo una remediación del 92% de la muestra del suelo contaminado, finalmente para la Fracción 3 (>C28-C40) la dosis óptima que se considera es la del 10% ya que

obtuvo un porcentaje de reducción del 92% en la muestra analizada.

Asimismo, Mata (2023) en su investigación en su investigación de recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos utilizando biosurfactante ramnolípidos se emplearon soluciones al 0.1% de surfactante, consiguiendo remociones máximas de 32.31%. Elfil et al. (2021) elaboró un biosurfactante de tipo ramnolípidos el cual tuvo una tasa de reducción del 82% de hidrocarburo aplicando el 0.5% de biosurfactante. Por otra parte, Prava y Kumar (2020) en su investigación aplicando el 2% de biosurfactante de *Pseudomonas sp* junto a un consorcio bacteriano logro un 80.27% de reducción de hidrocarburos totales de petróleo. Finalmente, Forjan et al. (2020) nos indica en su investigación que aplicando 1.5% del biosurfactante de *Pseudomonas stutzeri* y *Rhodococcus erythropolis* en suelos contaminados por hidrocarburos logra una remoción del 84%. Si bien los resultados de las investigaciones mencionadas anteriormente son muy favorecedoras para la remediación de suelos, el resultado de la presente investigación logro un porcentaje de más elevado con el 92% de reducción; sin embargo, esto también puede deberse al porcentaje aplicado entre las muestras a analizar de las investigaciones.

En definitiva, en cuanto a porcentaje de dosis se refiere se ha podido observar que tanto en la presente investigación como en investigaciones ya realizadas se ha obtenido un resultado favorable en cuanto a la reducción de hidrocarburos, siendo la diferencia de los porcentajes no tan considerables en comparación de una investigación y otra. Asimismo, se pudo determinar que en la investigación realizada en el porcentaje mínimo del 5% se obtuvo como resultado de remoción 94% en HTP de fracción 2 siendo este superior a los porcentajes de otras investigaciones.

Mediante la producción del biosurfactante a través de frutas utilizando *Carica papaya* y *Mangifera Indica*, en la aplicación de este biosurfactante utilizando diferentes dosis al 5%,10%,15%, se tuvo como resultado que se logró reducir un 84% de HTP 2 con la concentración mínima de 5%. Ehrhardt, Secato y Tambourgi (2015) mediante los residuos de una fruta (piña) lograron reducir un 23% con una concentración de biosurfactante al 3%.

Por otra parte, Chlebek et al. (2022) utilizó *Pseudomonas qinda* Cepa ZCR6 para crear un biosurfactante para la recuperación de suelo contaminado por

hidrocarburos de petróleo, donde esta bacteria resultó dar una respuesta positiva por lo que logró disminuir los HTP a un 76,52 %. Por otro lado, Magthalin et al. (2021) realizó una investigación titulada “Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos aromáticos de sitios industriales utilizando biosurfactantes mejorados con aminoácidos modificados en la superficie” también busca la reducción de porcentaje, pero en este caso de los hidrocarburos aromáticos, dicho autor al usar *Bacilo malacitensis* logró una cantidad de remoción de 61,8%. A diferencia de Gidudu y Chirwua, 2022 para la eliminación de hidrocarburos en suelos, realizaron un biosurfactante con *P. aeruginosa* y *S. marcescens* y así logrando con una concentración de 84 g/l una remoción de hidrocarburo al 92%, haciendo notar que si es un buen porcentaje de recuperación en suelos con hidrocarburos. Asimismo, Semenova et al. (2022) en su investigación realizó un biosurfactante de *Pseudomona aeruginosa* para remoción de suelos contaminados por hidrocarburos, la cual alcanzo un porcentaje de reducción del 50% de HTP. De igual manera, Bidja et al. (2020) en su trabajo de investigación de biodegradación en suelos contaminados de petróleo aplico *Pseudomona aeruginosa* en su muestra contaminada la cual logro un porcentaje de remoción del 91.52% en el parámetro de HAP demostrando así que este tipo de biosurfactante genera un mayor impacto en el tipo de HAP.

Zhen et al. (2019) en su investigación utilizó *Spartina anglica* (planta) pero añadido a ello una producción de ramnolípidos a una concentración del 2%, así obteniendo el producto de un biosurfactante para la remediación y degradación de suelo con petróleo, logrando una de remoción 32 a 35% en hidrocarburos de petróleo. En consecuencia, Ram et al. (2019) para la remediación de suelo contaminado por hidrocarburo realizó la creación de un biosurfactante utilizando *Chrysopogon zizanioides* (planta) y de igual manera como el anterior autor añadió a ello el 2% de ramnolípidos, teniendo como resultado un 40,51% de remoción del hidrocarburo presente en el suelo, siendo así que el porcentaje fue mayor al anterior autor, demostrando que la planta *Chrysopogon zizanioides* es más efectiva en la remediación de suelo por hidrocarburo ya que se mencionó que los dos autores utilizaron el mismo porcentaje de concentración de ramnolípidos (2%). A continuación, mencionar que con el biosurfactante carica papaya L y mangifera indica en una concentración del 5%, 10% y 15% recupera más del 80% de

hidrocarburos presentes en el suelo, dando resultado así que es más efectivo utilizar un biosurfactante hecho con frutas a que usar un biosurfactante realizado por plantas.

Por otro lado, Rodriguez, Yuber (2019) en su investigación realizó un tensioactivo (biosurfactante) como estrategia o alternativa para la mejora de suelo contaminado por hidrocarburo, en la cual para la creación del biosurfactante utilizó plantas naturales como el jaboncillo; *Sapindus* (SS), *Solanum* (ST) y *Furcreae* (FQ), en la cual ST reduce a un 82% mientras que para el SS y FQ un 73%.

En consecuencia, se evidencia que el autor antes mencionado utiliza tres plantas naturales para la creación del biosurfactante y así recupera más del 80% del suelo contaminado por hidrocarburo, comparando y llegando a la conclusión que mediante el biosurfactante de *carica papaya L* y *mangifera indica* es más efectivo, ya que con nuestro biosurfactante se recupera más del 90% de hidrocarburo presente en el suelo.

En conclusión, presentando diferentes autores que han realizado biosurfactantes con (bacterias, plantas, plantas medicinales), con distintas tecnologías y con diferentes dosis/concentración de este. Se concluye que el biosurfactante de *carica papaya L* y *mangifera indica* es un biosurfactante efectivo dando resultado de una remediación mayor al 90%, con un procedimiento sencillo y económico.

VI. CONCLUSIONES

1. El uso de biosurfactante de *Carica papaya L.* y *Mangifera indica* resultó favorable para recuperar suelos degradados por hidrocarburos del taller automotriz en el distrito de Independencia; en dos meses de tratamiento se comprobó que el biosurfactante de las dos frutas seleccionadas tuvieron características convenientes como biosurfactante para suelo contaminado por hidrocarburo.
2. El suelo del taller automotriz ubicado en Independencia presenta contenido de HTP 1 <2,010 mg/kg MS, HTP Fracción 2 con 592,866 mg/kg MS y HTP Fracción 3 con 289,548 mg/kg MS, dando como resultado mayor la presencia de Hidrocarburo Total por Hidrocarburo de la Fracción 2.
3. La concentración/dosis óptima para remediar el suelo contaminado por Hidrocarburos Totales de Petróleo en las distintas fracciones fueron: HTP Fracción 2 al 15% y HTP Fracción 3 al 10%, resultó más eficiente la dosis del 15% (150 ml) de biosurfactante.
4. El porcentaje de reducción de hidrocarburos a partir del biosurfactante de *Carica papaya L.* y *Mangifera indica* en 2 meses fue del 92% para HTP Fracción 2 y 91% para HTP Fracción 3, mostrando así que el uso del biosurfactante es viable para reducir hidrocarburos presentes en el suelo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Optimizar el proceso de la investigación de degradación de hidrocarburos aplicando una mayor dosis de biosurfactante *Carica papaya L.* y *Mangifera indica*, debido a que se pudo evidenciar que si bien es cierto las dosis aplicadas obtuvieron resultados favorables, estas no se lograron reducir hasta los límites establecidos por el ECA.
2. Realizar la aplicación del tratamiento de degradación evaluando un estudio de mayor tiempo como de 3 meses para un mejor resultado de remoción, ya que en la investigación se realizó con un tiempo de 2 meses y el promedio de reducción en una de las dosis aplicadas llegó a alcanzar hasta el 92%.
3. Realizar un análisis detallado del biosurfactante de *Carica papaya* y *Mangifera indica* por separado y hacer una comparación de la mayor efectividad de remoción en suelos contaminados por hidrocarburo

REFERENCIAS

AMBAYE, Teklit Gebregiorgis, et al. Life cycle assessment of bioslurry and bioelectrochemical processes for sustainable remediation of soil polluted with petroleum hydrocarbons: An experimental study. *Sustainable Production and Consumption*, 2023, vol. 36, p. 416-424.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.01.021>

ALMANOORY, Asia, ABU, Hassimi y IDRIS, Mushrifan. *Revista Biosurfactant produced by the hydrocarbon- degrading bacteria: Characterization, activity and applications in removing TPH from contaminated soil.* [en línea]. Mayo 2019.

DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352186418304826>

ABENA, Marie Thérèse Bidja, et al. Biodegradación de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en suelos altamente contaminados mediante atenuación natural y bioaumentación. *Quimiosfera*, 2019, vol. 234, pág. 864-874.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.06.111>

ARIAS Jesus; VILLASIS, Miguel; MIRANDA Mary. The research protocol III: the study population. *Allergy Magazine México*, 2016, vol. 63, no 2, p. 201-206.

DOI: <https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181/273>

BENKEBLIA, Nouredine, et al. Tropical crops and resilience to climate change. En *Climate Change and Crop Production*. CRC Press, 2018. p. 83-103.

DOI: <https://doi.org/10.1201/9781315391861>

BOSE, Susmita; SARKAR, Naboneeta. Natural medicinal compounds in bone tissue engineering. *Trends in biotechnology*, 2020, vol. 38, no 4, p. 404-417.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2019.11.005>

CAMPOSTRINI, Eliemar, et al. Environmental factors controlling carbon assimilation, growth, and yield of papaya (*Carica papaya* L.) under water-scarcity scenarios. En *Water scarcity and sustainable agriculture in a semiarid environment*. Academic Press, 2018. p. 481-505.

DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813164-0.00019-3>

CHLEBEK, D., PLOCINICZAK, T., GOBETTI, S., KUMOR, A., HUPERT, K. y PACWA, M., 2022. Scopus - Document details - Analysis of the genome of the heavy metal resistant and hydrocarbon-degrading rhizospheric *pseudomonas qingdaonensis* zcr6 strain and assessment of its plant-growthpromoting traits. [en línea]. [consulta: 26 mayo 2023].

DOI: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35008639/>

DAS, Amar Jyoti; KUMAR, Rajesh. Utilization of agro-industrial waste for biosurfactant production under submerged fermentation and its application in oil recovery from sand matrix. *Bioresource technology*, 2018, vol. 260, p. 233-240.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.03.093>

DE ARAUJO FREIRE, Andressa, et al. Surfactin production using papaya peel aqueous extract as substrate and its application for iron adsorption. *Research, Society and Development*, 2020, vol. 9, no 7, p. e437974077-e437974077.

DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4077>

DEVATHA, C. P.; VISHNU VISHAL, A.; PURNA CHANDRA RAO, J. Investigation of physical and chemical characteristics on soil due to crude oil contamination and its remediation. *Applied Water Science*, 2019, vol. 9, p. 1-10.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s13201-019-0970-4>

EHRHARDT, D.; SECATO, J.; TAMBOURGI, Elias B. Biosurfactant production by *Bacillus subtilis* using the residue from processing of pineapple, enriched with glycerol, as substrate. *Chemical Engineering Transactions*, 2015, vol. 43, p. 277-282.

DOI: <https://doi.org/10.3303/CET1543047>

ELFIL, Mohamed; NEGIDA, Ahmed. Métodos de muestreo en investigación clínica; una revisión educativa. *Emergencia*, 2017, vol. 5, nº 1.

DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5325924/> [PMC5325924](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5325924/)

FORJÁN, Rubén, et al. Tratamiento de bioaumentación de un suelo contaminado con HAP en un biorreactor de lodos. *Ciencias Aplicadas*, 2020, vol. 10, núm. 8, pág. 2837.

DOI: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/8/2837>

GAUR, Vivek Kumar, et al. Biosynthesis and characterization of sophorolipid biosurfactant by *Candida* spp.: application as food emulsifier and antibacterial agent. *Bioresource technology*, 2019, vol. 285, p. 121314.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121314>

GEETHA, S. J.; BANAT, Ibrahim M.; JOSHI, Sanket J. Biosurfactants: Production and potential applications in microbial enhanced oil recovery (MEOR). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2018, vol. 14, p. 23-32.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.01.010>

GIDUDU, Brian; CHIRWA, Evans MN. Evaluation of the toxicity of a rhamnolipid biosurfactant for its application in the optimization of the bioelectrokinetic remediation of petrochemical contaminated soil. *Cleaner Engineering and Technology*, 2022, vol. 9, p. 100521.

DOI:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790822001264?via%3Dihub>

HAIDER, Fasih Ullah, et al. Phytotoxicity of petroleum hydrocarbons: Sources, impacts and remediation strategies. *Environmental Research*, 2021, vol. 197, p. 111031.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111031>

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, et al. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana, 2018.

DOI: <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

BUENDÍA RÍOS, Hildebrando. Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante compost de aserrín y estiércoles. 2015.

DOI: <https://doi.org/10.15381/iigeo.v15i30.4101>

HUNG, Chang-Mao, et al. Activation of percarbonate by water treatment sludge–derived biochar for the remediation of PAH-contaminated sediments. *Environmental Pollution*, 2020, vol. 265, p. 114914.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114914>

LIU, Jin-Feng, et al. Chemical structure, property and potential applications of biosurfactants produced by *Bacillus subtilis* in petroleum recovery and spill mitigation. *International Journal of Molecular Sciences*, 2015, vol. 16, no 3, p.4814-4837.

DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms16034814>

LOZADA, J., 2014. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *Ciencia América: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, vol. 3, no. 1, ISSN 1390-9592.

DOI: file:///C:/Users/ni_co/Downloads/Dialnet- InvestigacionAplicada6163749.pdf

LOPEZ, Pedro. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. *Punto Cero* [línea]. 2004, vol.09, n.08 [citado 2023-05-31], pp.69-74.

DOI: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/4101>

LÓPEZ FERNÁNDEZ, et al, 2019. Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. Revista Cubana de Medicina Militar [en línea], vol. 48, [consulta: 20 junio 2023].

DOI:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S013865572019000500011&script=sci_arttext&tlng=pt

MALLMA, Sally Fernanda Torres. Mainstreaming land use planning into disaster risk management: trends in Lima, Peru. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2021, vol. 62, p. 102404.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102404>

MANCHEGO Madueño, Han. Bacteria Bacillus Safensis en la degradación sobre hidrocarburos (gasolina) en laboratorio Arequipa 2021. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, facultad de ingeniería y arquitectura, 2021.

DOI:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72826/Manchego_M_HDSD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MINAM, PERÚ. Guía para el muestreo de suelos. Lima, San Isidro, Lima: MAVET IMPRESIONES, 2014.

DOI: <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>

MUKOME, Fungai ND, et al. Biochar amendment as a remediation strategy for surface soils impacted by crude oil. Environmental Pollution, 2020, vol. 265, p. 115006.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115006>

MAGTHALIN, J., SRIDHARAN, R., SOMASUNDARAM, S. y GANESAN, S., 2021. Bioremediation of aromatic hydrocarbons contaminated soil from industrial site using surface modified amino acid enhanced biosurfactant. 23 Environmental Pollution, vol. 289.

DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749121014998>

NATH, Vishal, et al. Impact of climate change on tropical fruit production systems and its mitigation strategies. Climate change and agriculture in India: Impact and adaptation, 2019, p. 129-146.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-90086-5_11

PAVON, Patricia. Metodología de investigación. Universidad Veracruzana Instituto de Ciencias de la Salud, 2016. 44 pp.

PRAVA, Devi; KUMAR, Dhruvar. Detección de bacterias aisladas de lodos de refinería de Assam para actividades hidrocarbonoclasticas. *Revista de Microbiología Pura y Aplicada*, 2020, vol. 14, núm. 2, pág. 1453-1465.

DOI: <https://doi.org/10.22207/JPAM.14.2.43>

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.

DOI:

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S221538962022000100178&script=sci_arttext

RAM, Gomathi, et al. Rhamnolipid production using *Shewanella seohaensis* BS18 and evaluation of its efficiency along with phytoremediation and bioaugmentation for bioremediation of hydrocarbon contaminated soils. *International Journal of Phytoremediation*, 2019, vol. 21, no 13, p. 1375-1383.

DOI: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15226514.2019.1633254>

RODRÍGUEZ, A.M.B. y URREGO, O.C., 2021. Revisión del uso de biosurfactantes para su implementación en los procesos de recuperación mejorada de petróleo. *INVENTUM*, vol.16, no. 31, ISSN 2590-8219.

DOI: <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/2714>

RODRÍGUEZ, N.; MCLAUGHLIN, M.; PENNOCK, D. La contaminación del suelo: una realidad oculta, FAO. 2019.

DOI: <https://policycommons.net/artifacts/2232069/la-contaminacion-del-suelo/2989534/>

RODRIGUEZ, Geldrez. Revista de Remoción de hidrocarburo totales en suelos contaminados con petróleo mediante residuos de Cachaza y Bagazo de caña de azúcar [en línea]. Julio-enero 2017, n°.1.

DOI: <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-scientia/article/view/1208>

SALINAS, Irene; HUESO, Juan José; CUEVAS, Julián. Active control of greenhouse climate enhances papaya growth and yield at an affordable cost. *Agronomy*, 2021, vol. 11, no 2, p. 378.

DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11020378>

SEMENOVA, Ekaterina M., et al. Comunidades microbianas de agua de mar y suelo costero de la región ártica rusa y su potencial para la biorremediación de contaminantes de hidrocarburos. *Microorganismos*, 2022, vol. 10, núm. 8, pág. 1490.

DOI: <https://www.mdpi.com/2076-2607/10/8/1490>

SOUSSI, Siwar, et al. Utilization of grape seed flour for antimicrobial lipopeptide production by *Bacillus amyloliquefaciens* C5 strain. *Applied biochemistry and biotechnology*, 2019, vol. 187, p. 1460-1474.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s12010-018-2885-1>

SOARES, Camylla Carneiro, et al. Biosurfactant production by *Bacillus subtilis* UFPEDA 86 using papaya (*Carica papaya* L.) waste as substrate: Viability studies and pH influence of the culture medium. *African Journal of Biotechnology*, 2018, vol. 17, no 30, p. 928-937.

DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4077>

VALDIVIA-RIVERA, Sergio, et al. Production of hydrocarbon-degrading microorganisms using agricultural residues of *Mangifera indica* L. and *Carica papaya* as carbon source. *3 Biotech*, 2019, vol. 9, no 2, p. 43.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1574-2>

VILASO, Javier, RODRIGUEZ, Odalys y ABALOS, Arelis. EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO EN SUELO CONTAMINADO EMPLEANDO RAMNOLÍPIDOS PRODUCIDOS POR *Pseudomonas aeruginosa* ORA9. *Revista Internacional de contaminación Ambiental* [en línea]. Agosto 2017, vol.33, n.3 [fecha de consulta: 05 de Mayo de 2023].

DOI: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992017000300485

YBAÑEZ-JULCA, Roberto O., et al. Metabolomic profiling of mango (*Mangifera indica* Linn) leaf extract and its intestinal protective effect and antioxidant activity in different biological models. *Molecules*, 2020, vol. 25, no 21, p. 5149.

DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25215149>

YOON, Bo Kyeong, et al. Antibacterial free fatty acids and monoglycerides: biological activities, experimental testing, and therapeutic applications. *International journal of molecular sciences*, 2018, vol. 19, no 4, p. 1114.

DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms19041114>

ZHENG, Ting, et al. The dynamic metabolic profile of Qi-Yu-San-Long decoction in rat urine using UPLC-QTOF-MSE coupled with a post-targeted screening strategy. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 2022, vol. 12, no 5, p. 755-765.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ipha.2022.05.005>

ZHEN, Meinan, et al. Combination of rhamnolipid and biochar in assisting phytoremediation of petroleum hydrocarbon contaminated soil using *Spartina anglica*. *Journal of Environmental Sciences*, 2019, vol. 85, p. 107-118.

DOI:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1001074219314226?via%3Dihub>

ZIMMERMAN, Julie B., et al. Designing for a green chemistry future. *Science*, 2020, vol. 367, no 6476, p. 397-400.

DOI: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.aay3060>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Uso de biosurfactantes de Carica papaya L. y Mangifera indica para recuperar suelo degradado por hidrocarburos de un taller automotriz del distrito de Independencia							
VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN / UNIDAD	
DEPENDIENTE	SUELOS DEGRADADOS POR HIDROCARBUROS	La degradación de suelo indica que existe en el suelo un químico o una sustancia con niveles mas altos de los permitidos provocando un afección negativa sobre esta (Rodriguez, 2019)	Se realizó el metodo ex situ, se tomó una muestra de suelo contaminado por hidrocarburos para mezclarlo con el biosurfactante integrado en diferentes dosis	ANÁLISIS INICIALES Y FINALES DEL SUELO	Textura		
					pH	pH	
					Conductividad Eléctrica	mS/m	
					Materia Orgánica	%	
					Nitrógeno	%	
					Fósforo	mg/kg	
Potasio	mg/kg						
DEPENDIENTE	USO DE BIOSURFACTANTES CARICA PAPAYA Y MANGIFERA INDICA	Son tensoactivos que logran producirse por diferentes tipos de plantas o microorganismos. Se logran distinguir por ser biodegradables y mostrar una reducción de toxicidad, por este motivo se le reconoce como candidatos para reemplazar los surfactantes sintéticos. (RODRIGUEZ Y URREGO, 2021)	Se preparó el suelo con biosurfactante, con diferentes dosis, se analizó la muestra inicial en laboratorio. Se colocó las muestras restantes en 12 macetas y cada uno con su porcentaje de biosurfactantes, posteriormente a ello se dejarón por 2 meses y culminado los meses se llevó al laboratorio para que den el resultado	TIPOS DE HIDROCARBURO	0% de biosurfactantes	%	
					5% de biosurfactantes		
					10% de biosurfactantes		
					15% de biosurfactantes		
					CARACTERÍSTICAS DEL BIOSURFACTANTE	pH	pH
						Conductividad Eléctrica	mS/m
Humedad	%						
Materia Orgánica	%						
Nitrógeno	%						
Fósforo	mg/kg						
Potasio	mg/kg						
Calcio	%						
Magnesio	%						
Relación Carbono/Nitrogeno	%						
DEPENDIENTE	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE HIDROCARBURO A TRAVES DE LA APLICACIÓN DEL BIOSURFACTANTE				$\left(\frac{\text{concentración inicial} - \text{concentración final}}{\text{concentración inicial}} \right) \times 100$	%	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				METODOLOGIA
			VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN /UNIDAD	
¿Como se evalua la recuperaci3n de suelos degradados por hidrocarburos de un taller automotriz mediante el uso de biosurfactante <i>Carica papaya L.</i> y <i>Magifera indica</i>	Evaluar la recuperaci3n de suelos degradados por hidrocarburos de un taller automotriz mediante el uso de biosurfactante <i>Carica papaya L.</i> y <i>Magifera indica</i>	El uso de biosurfactantes <i>Carica papaya L.</i> y <i>Mangifera indica</i> recupera los suelos degradados por hidrocarburos de un taller automotriz en el distrito de Independencia	DEPENDIENTE: SUELOS DEGRADADOS POR HIDROCARBUROS	ANALISIS INICIALES Y FINALES DEL SUELO	Textura		
					pH	pH	
Conductividad El3ctrica	mS/m						
Materia Org3nica	%						
Nitr3geno	%						
F3sforo	mg/kg						
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICO					
¿Como se va a determinar que tipos de hidrocarburos se encuentran presentes en el suelo contaminado del taller automotriz?	Determinar que tipo de hidrocarburo se encuentra presente en el suelo contaminado del taller automotriz	El tipo de hidrocarburo que se encontrar3 presente en el suelo contaminado del taller automotriz, fue el Hidrocarburo Total de Petr3leo Fracci3n 1 (C6-C10) .	INDEPENDIENTE : USO DE BIOSURFACTANTES <i>CARICA PAPAYA</i> Y <i>MANGIFERA INDICA</i>	TIPOS DE HIDROCARBURO	Hidrocarburos totales de petr3leo fracci3n 1 (C6-C10)	mg/kg MS	
					Hidrocarburos totales de petr3leo fracci3n 2 (>C10-C28)		
					de petr3leo fracci3n 3		
¿Cual es la concentraci3n/dosis optima para remediar el suelo contaminado por hidrocarburo?	Determinar cu3l es la concentraci3n/dosis optima para remediar el suelo contaminado por hidrocarburos.	La concentraci3n/dosis al 5% de biosurfactante lleg3 a remediar el suelo contaminado por hidrocarburos.			DOSIS / CONCENTRACION DEL BIOSURFACTANTE	0% de biosurfactantes	%
						5% de biosurfactantes	
					10% de biosurfactantes		
			15% de biosurfactantes				
			CARACTERÍSTICAS DEL BIOSURFACTANTE		pH	pH	
					Conductividad El3ctrica	mS/m	
					Humedad	%	
					Materia Org3nica	%	
					Nitrogeno	%	
					F3sforo	mg/kg	
Potasio	mg/kg						
Calcio	%						
Magnesio	%						
¿Como se va a determinar el porcentaje de reducci3n del hidrocarburo por efecto del biosurfactante?	Determinar el porcentaje de reducci3n de hidrocarburo por efecto del biosurfactante	El porcentaje de reducci3n de hidrocarburo que ayud3 al suelo de la mec3nica automotriz por efecto del biosurfactante fue del 50%		PORCENTAJE DE REDUCCI3N DE HIDROCARBURO A TRAVES DE LA APLICACI3N DEL BIOSURFACTANTE		%	

Fuente: Elaboraci3n propia

Anexo 3. Instrumentos y formatos de validación

Ficha 1. ANÁLISIS PRE Y POST TRATAMIENTO DE SUELOS PORHIDROCARBUROS

Título	Uso de biosurfactantes de <i>Carica papaya L.</i> y <i>Mangifera indica</i> para recuperar suelo degradado por hidrocarburos de un taller automotriz del distrito de Independencia										
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales										
Responsables	Salinas Gonzales Nicole Alinson										
	Silvera Huima Kathya Dayanna										
Asesor	Dr. Munive Cerrón Rubén Victor										
Características del Suelo											
Tratamiento-repetición	CONCENTRACIONES INICIALES Y FINALES DEL SUELO										PORCENTAJE DE REDUCCIÓN E HIDROCARBURO
	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS										
	Textura	pH	Conductividad Eléctrica	Materia Orgánica	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	Hidrocarburos totales de petróleo fracción 1	Hidrocarburos totales de petróleo fracción 2	Hidrocarburos totales de petróleo fracción 3	$((CI-CF)/CI)*100\%$
T0-R1											
T0-R2											
T0-R3											
T1-R1											
T1-R2											
T1-R3											
T2-R1											
T2-R2											
T2-R3											
T3-R1											
T3-R2											
T3-R3											


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No 19889810. Telf.: 964538374


 Dr. Ing. JUAN JUBIO ORDÓÑEZ GALVEZ
 DNI: 38447308
 CIP: 89772

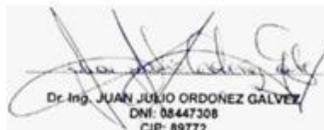

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No. 07655092 Cod. 121554

Ficha 2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL BIOSURFACTANTES A BASE DE CARICA PAPAYA L. Y MANGIFERA INDICA

Título	Uso de biosurfactantes de <i>Carica papaya L.</i> y <i>Mangifera indica</i> para recuperar suelo degradado por hidrocarburos de un taller automotriz del distrito de Independencia									
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales									
Responsables	Salinas Gonzales Nicole Alinson									
	Silvera Huima Kathya Dayanna									
Asesor	Dr. Munive Cerrón Rubén Victor									
Características del Biosurfactantes										
Biosurfactantes	Parámetros									
	Químicos									
	pH	Conductividad Eléctrica	Humedad	Materia Orgánica	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Relación Carbono/ Nitrógeno



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI No 19889810. Telf.: 964538374



Dr. Ing. JUAN JULIO ORDÓÑEZ GALVEZ
DNI: 05447308
CIP: 89772



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI No. 07655092 Cod. 121554

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES
1.1 Apellidos y Nombres: Dr. Munive Cerrón Rubén

1.2 Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación de la UCV

1.3 Especialidad o Línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales

1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 1: Análisis pre y post tratamiento de suelos por hidrocarburos.

1.5 Autor(A) de Instrumento: Nicole Alinson Salinas Gonzales y Kathya Dayanna Silvera Huima.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		4 0	4 5	5 0	5 5	6 0	6 5	7 0	7 5	8 0	8 5	9 0	9 5	10 0
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima 19 de junio del 2023


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No 19889810. Telf.: 964538374

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES
1.1 Apellidos y Nombres: Dr. Munive Cerrón Rubén

1.2 Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación de la UCV

1.3 Especialidad o Línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales

1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 2: Características químicas del biosurfactante a base de *Carica L* y *Mangifera*.

1.5 Autor(A) de Instrumento: Nicole Alinson Salinas Gonzales y Kathya Dayanna Silvera Huima.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		4 0	4 5	5 0	5 5	6 0	6 5	7 0	7 5	8 0	8 5	9 0	9 5	10 0
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima 19 de junio del 2023



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No 19889810. Telf.: 964538374

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO

1.2 Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación de la UCV

1.3 Especialidad o Línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales

1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 1: Análisis pre y post tratamiento de suelos por hidrocarburos.

1.5 Autor(A) de Instrumento: Nicole Alinson Salinas Gonzales y Kathya Dayanna Silvera Huima.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI



Dr. Ing. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
DNI: 8447366
CIP: 89772

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima 22 de junio del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO

1.2 Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación de la UCV

1.3 Especialidad o Línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales

1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 2: Características químicas del biosurfactante a base de *Carica papaya L.* y *Mangifera Indica*.

1.5 Autor(A) de Instrumento: Nicole Alinson Salinas Gonzales y Kathya Dayanna Silvera Huima.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		4 0	4 5	5 0	5 5	6 0	6 5	7 0	7 5	8 0	8 5	9 0	9 5	10 0
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI



Dr. Ing. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
CIP: 884708
CIP: 88772

90%

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima 22 de junio del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Gaudencio Laureano Valentin
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación de la UCV
 1.3 Especialidad o Línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 1: Análisis pre y post tratamiento de suelos por hidrocarburos.
 1.5 Autor(A) de Instrumento: Nicole Alinson Salinas Gonzales y Kathya Dayanna Silvera Huima.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		4 0	4 5	5 0	5 5	6 0	6 5	7 0	7 5	8 0	8 5	9 0	9 5	10 0
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima 14 de noviembre del 2023



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No 07655092. Cod: 121554

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: Gaudencio Laureano Valentin

1.2 Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación de la UCV

1.3 Especialidad o Línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales

1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 2: Características químicas del biosurfactante a base de *Carica papaya L. y Manqifera Indica*.

1.5 Autor(A) de Instrumento: Nicole Alinson Salinas Gonzales y Kathya Dayanna Silvera Huima.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		4 0	4 5	5 0	5 5	6 0	6 5	7 0	7 5	8 0	8 5	9 0	9 5	10 0
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

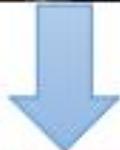
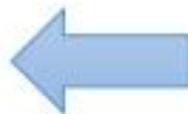
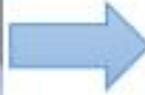
Lima 14 de noviembre del 2023



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 07655092 Cod: 121554

Anexo 4. Imágenes de la elaboración del biosurfactante de *Carica Papaya* y *Mangifera Indica*



Anexo 5. Toma de muestra de un taller automotriz y aplicación del biosurfactante en la muestra



Anexo 6. Resultados fisicoquímicos del suelo

Anexo 6.1 Resultados fisicoquímicos iniciales del suelo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO N° 04557-23/SU/ LABSAF - DONOSO

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : SALINAS GONZALES NICOLE ALISON
 Propietario / Productor : SALINAS GONZALES NICOLE ALISON
 Dirección del cliente : Independencia - Lima
 Solicitado por : SALINAS GONZALES NICOLE ALISON
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 1 muestra
 Producto declarado : Suelo (Suelo Agrícola)
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : INDEPENDENCIA - LIMA
 Fecha(s) de muestreo : 14/08/2023 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 15/08/2023
 Lugar de ensayo : LABSAF Donoso
 Fecha(s) de análisis : 15/08/2023 al 21/08/2023
 Cotización del servicio : 107-23-DO
 Fecha de emisión : 21/08/2023

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1		
Código de Laboratorio	SU471-DO-23		
Matriz Analizada	Suelo		
Fecha de Muestreo	14/08/2023 (*)		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	10:15 (*)		
Condición de la muestra	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	MUESTRA INICIAL		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados
pH	Unid. pH	0,1	8,16
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,0	3,72
Materia Orgánica (**)	%	--	0,97
Nitrógeno (**)	%	--	0,04
Fósforo disponible (**)	mg/kg	--	47,62
Potasio disponible (**)	mg/kg	--	357,81
CaCO ₃ (**)	%	--	0,00
Análisis de Textura			
Arena (**)	%	--	55,64
Limo (**)	%	--	39,64
Arcilla (**)	%	--	4,72
Clase Textural (**)	--	--	Franco arenosa

LC: Límite de cuantificación del método, * <= Menor que el LC



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
Dirección: Carretera Chancay - Huaral Km. 5,6, Huaral - Lima

Página 1 de 2
F-46 / Ver. 04
www.inia.gob.pe

Anexo 6.2 Resultados fisicoquímicos finales del suelo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO N° 04734-23/SU/ LABSAF - DONOSO

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : SALINAS GONZALES NICOLE ALISON
 Propietario / Productor : SALINAS GONZALES NICOLE ALISON
 Dirección del cliente : Independencia - Lima
 Solicitado por : SALINAS GONZALES NICOLE ALISON
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 09 muestras
 Producto declarado : Suelo (Suelo Agrícola)
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : INDEPENDENCIA - LIMA
 Fecha(s) de muestreo : 23/10/2023 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 27/10/2023
 Lugar de ensayo : LABSAF Donoso
 Fecha(s) de análisis : 27/10/2023 al 07/11/2023
 Cotización del servicio : 182-23-DO
 Fecha de emisión : 07/11/2023

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	SU626-DO-23	SU627-DO-23	SU628-DO-23	SU629-DO-23	SU630-DO-23	SU631-DO-23		
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	23/10/2023 (*)	23/10/2023 (*)	23/10/2023 (*)	23/10/2023 (*)	23/10/2023 (*)	23/10/2023 (*)		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	10:45 (*)	10:45 (*)	10:45 (*)	10:45 (*)	10:45 (*)	10:45 (*)		
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados		
pH	Unid. pH	0,1	7,98	8,01	8,03	8,21	8,21	8,22
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,0	4,59	5,12	5,63	5,42	6,12	5,43
Materia Orgánica (**)	%	—	1,95	1,76	1,91	2,39	2,19	2,33
Nitrógeno (**)	%	—	0,09	0,08	0,09	0,12	0,11	0,11
Fósforo disponible (**)	mg/kg	—	14,32	17,60	16,12	22,29	20,36	23,57
Potasio disponible (**)	mg/kg	—	189,23	197,53	190,64	218,10	223,51	228,09
CaCO ₃ (**)	%	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Análisis de Textura								
Arena (**)	%	—	54	55	55	57	58	57
Limo (**)	%	—	38	32	31	33	23	26
Arcilla (**)	%	—	8	13	14	10	19	17
Clase Textural (**)	---	—	Franco arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa

LC: Límite de cuantificación del método, *<= Menor que el LC



Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



Registro N° LE - 200

INFORME DE ENSAYO
N° 04734-23/SU/ LABSAF - DONOSO

ITEM			7	8	9
Código de Laboratorio			SU632-DO-23	SU633-DO-23	SU634-DO-23
Matriz Analizada			Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de Muestreo			23/10/2023 (*)	23/10/2023 (*)	23/10/2023 (*)
Hora de Inicio de Muestreo (h)			10:45 (*)	10:45 (*)	10:45 (*)
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			T3R1	T3R2	T3R3
Ensayo	Unidad	LC	Resultados	Resultados	Resultados
pH	Unid. pH	0,1	8,25	8,24	8,23
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,0	6,47	5,54	5,84
Materia Orgánica (**)	%	--	2,61	2,72	2,58
Nitrógeno (**)	%	--	0,13	0,14	0,13
Fósforo disponible (**)	mg/kg	--	27,19	25,81	24,79
Potasio disponible (**)	mg/kg	--	239,24	235,47	232,09
CaCO ₃ (**)	%	--	0,00	0,00	0,00
Análisis de Textura					
Arena (**)	%	--	56	53	55
Limo (**)	%	--	25	31	31
Arcilla (**)	%	--	19	16	14
Clase Textural (**)		--	Franco arenosa	Franco arenosa	Franco arenosa

LC: Límite de cuantificación del método, *C= Menor que el LC

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265, First Edition, 1994, First Edition/Cor1 1996. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity- Technical Corrigendum 1.
Materia Orgánica (M.O.)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de diciembre 2002). Ítem 7.1.7 AS-07. Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black).
Nitrógeno(N)	Calculo a partir de los datos obtenidos de materia orgánica
Fosforo (P)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de diciembre 2002). Ítem 7.1.10 AS-10.2000. Determinación de fósforo por el método de Olsen y colaboradores. .
Potasio (K)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego-INIA Ed. 1era. 2017. Ítem 4.9.1. Pág. 62. Potasio extractable
Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de diciembre 2002). Ítem 7.3.25 AS-29. Determinación de Carbonatos de calcio (AS-29 método de neutralización ácida).
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de diciembre 2002). Ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliareos
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
Dirección: Carretera Chancay - Huaral Km. 5,6, Huaral - Lima

Página 2 de 3
F-65 / Ver.04
www.inia.gob.pe

INFORME DE ENSAYO
N° 04734-23/SU/ LABSAF - DONOSO

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.
- Medición de pH realizada a una dilución de 1:2
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a una dilución de 1:5

(*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

(**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Beatriz Sales Dávila - Responsable del laboratorio del LABSAF Donoso.

INIA
Estación Experimental Agraria
Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral



Dra. BEATRIZ SALES DAVILA
LABORATORIO DE AGUA, SUELOS Y
FOLIARES

FIN DE INFORME DE ENSAYO

Anexo 7. Resultados de los parámetros analizados en el biosurfactante



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA
CON REGISTRO N° LE - 200



Registro N° LE - 200

INFORME DE ENSAYO N° 09219-23/AO/ LABSAF - DONOSO

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : SALINAS GONZALES NICOLE ALISON
 Propietario / Productor : SALINAS GONZALES NICOLE ALISON
 Dirección del cliente : Independencia - Lima
 Solicitado por : SALINAS GONZALES NICOLE ALISON
 Muestreo por : Cliente
 Número de muestra(s) : 01 muestra
 Producto declarado : Abono orgánico
 Presentación de las muestras(s) : Botella de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : INDEPENDENCIA - LIMA
 Fecha(s) de muestreo : 26/08/2023 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 28/08/2023
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliáres - LABSAF Donoso
 Fecha(s) de análisis : Del 2023/08/28 al 2023/09/07
 Cotización del servicio : 152-23-DO
 Fecha de emisión : 2023/09/07

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1		
Código de Laboratorio	A000-00-23		
Matriz Analizada	Abono org.		
Fecha de Muestreo	26/08/2023 (*)		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	08:30		
Condición de la muestra	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	BIO SURFACTANTE		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados
pH	Unid. pH	–	6,27
Conductividad Eléctrica	dS/m	–	15,62
Humedad (**)	%	–	97,72
Materia Orgánica (**)	%	–	40,57
Nitrógeno (**)	%	–	2,02
Fósforo (**)	%	–	1,75
Potasio (**)	%	–	1,18
Calcio (Ca ²⁺) (**)	%	–	6,58
Magnesio (Mg ²⁺) (**)	%	–	0,74
Relación Carbono/ Nitrógeno (C/N) (**)	%	–	11,65

LC: Límite de cuantificación del método, *c* = Menor que el LC



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliáres
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
Dirección: Carretera Chancay - Hualal Km. 5,6, Hualal - Lima

Página 1 de 2
F-46 / Ver.04
www.inia.gob.pe

Anexo 8 Resultados de presencia de hidrocarburos
 Anexo 8.1 Resultados de la presencia de hidrocarburos en la muestra inicial del suelo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 096



INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-19828

N° 01 - 0000007902

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : NICOLE ALINSON SALINAS GONZALES
 2.-DIRECCIÓN : JR. ISMAEL ESCOBAR 305 PAMPLONA BAJA - SAN JUAN DE MIRAFLORES
 3.-PROYECTO : ANALISIS DE SUELO
 4.-PROCEDENCIA : AV. OLLANTAY TAMBO 334, TAHUANTINSUYO 2DA ZONA
 5.-SOLICITANTE : NICOLE ALINSON SALINAS GONZALES
 6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 000004823-2023-0000
 7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
 8.-MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
 9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2023-09-06

II. DATOS DE ITEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Suelos
 2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 1
 3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2023-08-28
 4.-PERIODO DE ENSAYO : 2023-08-28 al 2023-09-06

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
 CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

<p>SEDE PRINCIPAL Av. Guardia Chelaca N° 1877, Belavista - Callao Telf.: (+011) 713 0756 Cel.: 877 616 675 / 940 598 572</p>	<p>SEDE ZARUMILLA Prolongación Zaramilla Mz. D2 Lt. 3, Belavista - Callao Telf.: (+011) 713 0636 Cel.: 837 111 379 / 940 598 572</p>	<p>SEDE AREQUIPA COOP SIDSUR Mz E Lt. 9, Arequipa Telf.: (+054) 615 843 Cel.: 832 646 642 / 940 598 572</p>	<p>SEDE PIURA Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura Telf.: (+073) 542 335 Cel.: 819 476 138 / 940 598 572</p>
--	--	---	--

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-19828

N° Id.: 0000087992

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) ^(*)	EPA Method 8270E / Rev. 6 2018.	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 - C10) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3. 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.

(*) EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

^(†) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

SEDE PRINCIPAL

 Av. Guardia Chalaca N° 1877,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0756
 Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA

 Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0636
 Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA

 COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
 Arequipa
 Telf.: (+054) 616 843
 Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA

 Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
 Castilla - Piura
 Telf.: (+073) 542 335
 Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 2 de 4

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-19828

N° Id.: 0000087992

IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-61843
CÓDIGO DEL CLIENTE:				S-01
COORDENADAS:				E:0277073.00
UTM WGS 84:				N:8674826.00
PRODUCTO:				Suelos
SUB PRODUCTO:				Suelo
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				14-09-2023 12:14
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 - C10) (*)	mg/Kg MS	0,990	2,010	<2,010
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28) (*)	mg/Kg MS	4,920	10,000	592,866
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C40) (*)	mg/Kg MS	4,920	10,000	289,548
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)				
1-Metilnaftaleno (*)	mg/Kg MS	0,032	0,069	<0,059
2-Metilnaftaleno (*)	mg/Kg MS	0,038	0,068	<0,068
Acenafteno (*)	mg/Kg MS	0,035	0,063	<0,063
Acenaftileno (*)	mg/Kg MS	0,035	0,063	<0,063
Antraceno (*)	mg/Kg MS	0,038	0,068	<0,068
Benzo(a)antraceno (*)	mg/Kg MS	0,024	0,044	<0,044
Benzo(a)pireno (*)	mg/Kg MS	0,028	0,051	<0,051
Benzo(b)fluoranteno (*)	mg/Kg MS	0,031	0,056	<0,056
Benzo(g,h,i)perileno (*)	mg/Kg MS	0,035	0,064	<0,064
Benzo(k)fluoranteno (*)	mg/Kg MS	0,028	0,051	<0,051
Criseno (*)	mg/Kg MS	0,033	0,060	<0,060
Dibenzo(a,h)antraceno (*)	mg/Kg MS	0,038	0,069	<0,069
Fenantreno (*)	mg/Kg MS	0,037	0,067	<0,067
Fluoranteno (*)	mg/Kg MS	0,031	0,056	<0,056

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, *<= Menor que el L.D.M.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 3 de 4

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-19828

N° Id.: 0000087992

ITEM	1
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-61843
CÓDIGO DEL CLIENTE:	S-01
COORDENADAS:	E:0277073.00
UTM WGS 84:	N:8674826.00
PRODUCTO:	Suelos
SUB PRODUCTO:	Suelo
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:	14-09-2023 12:14

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Fluoreno (*)	mg/Kg MS	0,034	0,062	<0,062
Indeno(1,2,3-cd)pireno (*)	mg/Kg MS	0,037	0,068	<0,068
Naftaleno (*)	mg/Kg MS	0,037	0,067	<0,067
Pireno (*)	mg/Kg MS	0,032	0,058	<0,058

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

 L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *<= Menor que el L.C.M.
 L.D.M.: Límite de detección del método, *<= Menor que el L.D.M.

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"
SEDE PRINCIPAL

 Av. Guardia Chalaça N° 1877,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0756
 Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA

 Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0636
 Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA

 COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
 Arequipa
 Telf.: (+054) 616 843
 Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA

 Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
 Castilla - Piura
 Telf.: (+073) 542 335
 Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág.4 de 4

Anexo 9.2 Resultados de la presencia de hidrocarburos en la muestra inicial del suelo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 096



INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-24035

N° ID: 000090308

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZÓN SOCIAL : NICOLE ALINSON SALINAS GONZALES
 2.-DIRECCIÓN : JR. ISMAEL ESCOBAR 385 PAMPLONA BAJA - SAN JUAN DE MIRAFLORES
 3.-PROYECTO : ANALISIS DE SUELO FINAL
 4.-PROCEDENCIA : AV. OLLANTAY TAMBO 334, TAHUANTISUYO 2DO ZONA
 5.-SOLICITANTE : NICOLE ALINSON SALINAS GONZALES
 6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 0000005840-2023-0000
 7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
 8.-MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
 9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2023-11-08

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Suelo
 2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 9
 3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2023-10-28
 4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2023-10-28 al 2023-11-08

Liz Y. Quipe Quipe
Jefe de Laboratorio
 CIP N° 211882



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

📍 **SEDE PRINCIPAL**
 Av. Guardia Chelaca N° 1807,
 Bellavista - Callao
 Telf: (+01) 713 0756
 Cel: 977 518 675 / 940 598 572

📍 **SEDE ZARUMILLA**
 Prolongación Zarumilla Mr. D2 Lt. 3,
 Bellavista - Callao
 Telf: (+01) 713 0638
 Cel: 977 111 379 / 940 598 572

📍 **SEDE ARIQUIPA**
 COOP SIDSUR Mr E Lt. 9,
 Arequipa
 Telf: (+054) 819 843
 Cel: 932 648 642 / 940 598 572

📍 **SEDE PIURA**
 Urb. Miraflores Mr. G Lt. 17,
 Castilla - Piura
 Telf: (+073) 542 326
 Cel: 919 475 133 / 940 598 572

Pág: 1 de 8

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-24035

N° SI: 000002020

EL MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) (*)	EPA Method 8270C / Rev. 3 2018.	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Faseción 1 (C6 - C10) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3, 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Faseción 2 (C10-C28) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3, 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.
Hidrocarburos Totales de Petróleo Faseción 3 (C28-C40) (*)	EPA Method 8015 C, Rev. 3, 2007.	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography.

*EPA - U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis.

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

Pág. 2 de 8

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chelica N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+51) 713 8758
Cel.: 977 518 675 / 948 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mc. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+51) 713 8638
Cel.: 937 111 379 / 948 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mc E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+54) 818 643
Cel.: 932 646 642 / 948 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mc. G Lt. 17,
Castillo - Piura
Telf.: (+073) 542 385
Cel.: 919 475 133 / 948 598 572

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-24035

N° LI: 000090300

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4			
CODIGO DEL LABORATORIO	M-23-78871	M-23-78872	M-23-78873	M-23-78874			
CODIGO DEL CLIENTE	T1-R1	T1-R2	T1-R3	T1-R4			
COORDENADAS	E:0277023.00	E:0277023.00	E:0277023.00	E:0277023.00			
UTM WGS 84	N:9871826.00	N:9871826.00	N:9871826.00	N:9871826.00			
PRODUCTO	Suelto	Suelto	Suelto	Suelto			
SUB PRODUCTO	Suelto	Suelto	Suelto	Suelto			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO	28-10-2023 10:00	28-10-2023 10:05	28-10-2023 10:10	28-10-2023 10:15			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 - C10) (*)	mg/kg MS	0,060	2,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C28) (*)	mg/kg MS	4,800	10,080	56,704	106,777	102,862	58,541
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C28-C48) (*)	mg/kg MS	4,800	10,080	21,654	47,884	44,402	22,448
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PNAH)							
1-Metilnftaleno (*)	mg/kg MS	0,020	0,060	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2-Metilnftaleno (*)	mg/kg MS	0,020	0,060	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Acenftaleno (*)	mg/kg MS	0,020	0,060	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Acenftileno (*)	mg/kg MS	0,020	0,060	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Antraceno (*)	mg/kg MS	0,020	0,060	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Benzoflujantreno (*)	mg/kg MS	0,024	0,074	<0,024	<0,024	<0,024	0,048
Benzopireno (*)	mg/kg MS	0,026	0,078	<0,026	<0,026	0,067	0,065
Benzofluoranteno (*)	mg/kg MS	0,021	0,063	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021
Benzog, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, aa, ab, ac, ad, ae, af, ag, ah, ai, aj, ak, al, am, an, ao, ap, aq, ar, as, at, au, av, aw, ax, ay, az, ba, bb, bc, bd, be, bf, bg, bh, bi, bj, bk, bl, bm, bn, bo, bp, bq, br, bs, bt, bu, bv, bw, bx, by, bz, ca, cb, cc, cd, ce, cf, cg, ch, ci, cj, ck, cl, cm, cn, co, cp, cq, cr, cs, ct, cu, cv, cw, cx, cy, cz, da, db, dc, dd, de, df, dg, dh, di, dj, dk, dl, dm, dn, do, dp, dq, dr, ds, dt, du, dv, dw, dx, dy, dz, ea, eb, ec, ed, ee, ef, eg, eh, ei, ej, ek, el, em, en, eo, ep, eq, er, es, et, eu, ev, ew, ex, ey, ez, fa, fb, fc, fd, fe, ff, fg, fh, fi, fj, fk, fl, fm, fn, fo, fp, fq, fr, fs, ft, fu, fv, fw, fx, fy, fz, ga, gb, gc, gd, ge, gf, gg, gh, gi, gj, gk, gl, gm, gn, go, gp, gq, gr, gs, gt, gu, gv, gw, gx, gy, gz, ha, hb, hc, hd, he, hf, hg, hh, hi, hj, hk, hl, hm, hn, ho, hp, hq, hr, hs, ht, hu, hv, hw, hx, hy, hz, ia, ib, ic, id, ie, if, ig, ih, ii, ij, ik, il, im, in, io, ip, iq, ir, is, it, iu, iv, iw, ix, iy, iz, ja, jb, jc, jd, je, jf, jg, jh, ji, jj, jk, jl, jm, jn, jo, jp, jq, jr, js, jt, ju, jv, jw, jx, jy, jz, ka, kb, kc, kd, ke, kf, kg, kh, ki, kj, kk, kl, km, kn, ko, kp, kq, kr, ks, kt, ku, kv, kw, kx, ky, kz, la, lb, lc, ld, le, lf, lg, lh, li, lj, lk, ll, lm, ln, lo, lp, lq, lr, ls, lt, lu, lv, lw, lx, ly, lz, ma, mb, mc, md, me, mf, mg, mh, mi, mj, mk, ml, mm, mn, mo, mp, mq, mr, ms, mt, mu, mv, mw, mx, my, mz, na, nb, nc, nd, ne, nf, ng, nh, ni, nj, nk, nl, nm, nn, no, np, nq, nr, ns, nt, nu, nv, nw, nx, ny, nz, oa, ob, oc, od, oe, of, og, oh, oi, oj, ok, ol, om, on, oo, op, oq, or, os, ot, ou, ov, ow, ox, oy, oz, pa, pb, pc, pd, pe, pf, pg, ph, pi, pj, pk, pl, pm, pn, po, pp, pq, pr, ps, pt, pu, pv, pw, px, py, pz, qa, qb, qc, qd, qe, qf, qg, qh, qi, qj, qk, ql, qm, qn, qo, qp, qq, qr, qs, qt, qu, qv, qw, qx, qy, qz, ra, rb, rc, rd, re, rf, rg, rh, ri, rj, rk, rl, rm, rn, ro, rp, rq, rr, rs, rt, ru, rv, rw, rx, ry, rz, sa, sb, sc, sd, se, sf, sg, sh, si, sj, sk, sl, sm, sn, so, sp, sq, sr, ss, st, su, sv, sw, sx, sy, sz, ta, tb, tc, td, te, tf, tg, th, ti, tj, tk, tl, tm, tn, to, tp, tq, tr, ts, tt, tu, tv, tw, tx, ty, tz, ua, ub, uc, ud, ue, uf, ug, uh, ui, uj, uk, ul, um, un, uo, up, uq, ur, us, ut, uu, uv, uw, ux, uy, uz, va, vb, vc, vd, ve, vf, vg, vh, vi, vj, vk, vl, vm, vn, vo, vp, vq, vr, vs, vt, vu, vv, vw, vx, vy, vz, wa, wb, wc, wd, we, wf, wg, wh, wi, wj, wk, wl, wm, wn, wo, wp, wq, wr, ws, wt, wu, wv, ww, wx, wy, wz, xa, xb, xc, xd, xe, xf, xg, xh, xi, xj, xk, xl, xm, xn, xo, xp, xq, xr, xs, xt, xu, xv, xw, xx, xy, xz, ya, yb, yc, yd, ye, yf, yg, yh, yi, yj, yk, yl, ym, yn, yo, yp, yq, yr, ys, yt, yu, yv, yw, yx, yy, yz, za, zb, zc, zd, ze, zf, zg, zh, zi, zj, zk, zl, zm, zn, zo, zp, zq, zr, zs, zt, zu, zv, zw, zx, zy, zz							

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, (*) Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, (*) Menor que el L.D.M.

Pág 3 de 8

<p>SEDE PRINCIPAL Av. Guardia Chaleca N° 1807, Bellavista - Callao Tel: (+51) 713 8758 Cel: 977 516 675 / 940 598 572</p>	<p>SEDE ZARUMILLA Prolongación Zarumilla Mc. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao Tel: (+51) 713 8688 Cel: 937 111 379 / 940 598 572</p>	<p>SEDE AREQUIPA COOP SIDSUR Mc E Lt. 9, Arequipa Tel: (+54) 818 843 Cel: 932 646 642 / 940 598 572</p>	<p>SEDE PIURA Urb. Miraflores Mc. G Lt. 17, Castillo - Piura Tel: (+073) 542 385 Cel: 919 475 133 / 940 598 572</p>
--	--	--	--

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-24035

N° ID: 000092200

ITEM	1	2	3	4			
CODIGO DE LABORATORIO	M-23-74671	M-23-74672	M-23-74673	M-23-74674			
CODIGO DEL CLIENTE	T1-R1	T1-R2	T1-R3	T3-R1			
COORDENADAS	E:0377023.00	E:0377023.00	E:0377023.00	E:0377023.00			
UTM WGS 84	N:9874826.00	N:9874826.00	N:9874826.00	N:9874826.00			
PRODUCTO	Sueto	Sueto	Sueto	Sueto			
SUB PRODUCTO	Sueto	Sueto	Sueto	Sueto			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO	26-10-2023 10:08	26-10-2023 10:08	26-10-2023 10:10	26-10-2023 10:15			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Indeno(1,2,3-oxipirano) (*)	mg/kg MS	0.037	0.068	<0.068	<0.068	0.068	0.068
Naftaleno (*)	mg/kg MS	0.037	0.067	<0.067	<0.067	<0.067	<0.067
Pireno (*)	mg/kg MS	0.032	0.058	0.055	0.073	0.077	0.079

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, (*) Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, (*) Menor que el L.D.M.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-24035

N° Id.: 000062008

ITEM	I	II	III	IV
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-74875	M-23-74876	M-23-74877	M-23-74878
CÓDIGO DEL CLIENTE	T3-R2	T3-R2	T3-R1	T3-R2
COORDENADAS	E:0077023.00	E:0077023.00	E:0077023.00	E:0077023.00
UTM WGS 84	N:8874826.00	N:8874826.00	N:8874826.00	N:8874826.00
PRODUCTO	Sueta	Sueta	Sueta	Sueta
SUB PRODUCTO	Sueta	Sueta	Sueta	Sueta
INSTRUMENTO DE MUESTREO	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :	28-10-2023 10:28	28-10-2023 10:28	28-10-2023 10:30	28-10-2023 10:35

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Hidrocarburos Totales de Puntos Fracción 1 (C6 - C10) (*)	mg/kg MS	0.060	2.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Hidrocarburos Totales de Puntos Fracción 2 (>C10-C28) (*)	mg/kg MS	4.820	10.000	59.585	35.089	47.551	48.351
Hidrocarburos Totales de Puntos Fracción 3 (>C28-C40) (*)	mg/kg MS	4.820	10.000	22.267	17.267	20.089	19.839
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)							
1-Metilnftaleno (*)	mg/kg MS	0.032	0.059	<0.059	<0.059	<0.059	<0.059
2-Metilnftaleno (*)	mg/kg MS	0.038	0.068	<0.068	<0.068	<0.068	<0.068
Acenftaleno (*)	mg/kg MS	0.035	0.063	<0.063	<0.063	<0.063	<0.063
Acenftileno (*)	mg/kg MS	0.035	0.063	<0.063	<0.063	<0.063	<0.063
Antraceno (*)	mg/kg MS	0.038	0.068	<0.068	<0.068	<0.068	<0.068
Benzo(a)antraceno (*)	mg/kg MS	0.024	0.044	<0.044	<0.044	<0.044	<0.044
Benzo(a)pireno (*)	mg/kg MS	0.028	0.051	0.054	<0.051	<0.051	<0.051
Benzo(b)fluoranteno (*)	mg/kg MS	0.031	0.056	<0.056	<0.056	<0.056	<0.056
Benzo(k)fluoranteno (*)	mg/kg MS	0.035	0.064	0.064	<0.064	<0.064	<0.064
Benzo(g)fluoranteno (*)	mg/kg MS	0.028	0.051	<0.051	<0.051	<0.051	<0.051
Criseno (*)	mg/kg MS	0.033	0.060	0.072	<0.060	<0.060	<0.060
Dibenz(a,h)antraceno (*)	mg/kg MS	0.038	0.068	0.060	<0.068	<0.068	<0.068
Fluoranteno (*)	mg/kg MS	0.037	0.067	0.065	<0.067	<0.067	0.068
Furanoteno (*)	mg/kg MS	0.031	0.056	0.057	<0.056	0.065	<0.056
Piceno (*)	mg/kg MS	0.034	0.062	<0.062	<0.062	<0.062	<0.062

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, (*) Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, (*) Menor que el L.D.M.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chelaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+51) 713 5756
Cel.: 977 516 676 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+51) 713 0638
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+54) 846 843
Cel.: 982 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+51) 542 386
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-24035

N° M: 000000200

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-23-7665	M-23-7666	M-23-7667	M-23-7668			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T3-R2	T3-R2	T3-R1	T3-R2			
COORDENADAS:	E:0077023.00	E:0077023.00	E:0077023.00	E:0077023.00			
UTM WGS 84:	N:0674826.00	N:0674826.00	N:0674826.00	N:0674826.00			
PRODUCTO:	Susos	Susos	Susos	Susos			
SUBPRODUCTO:	Susos	Susos	Susos	Susos			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO:	28-10-2023 10:28	28-10-2023 10:28	28-10-2023 10:30	28-10-2023 10:35			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Indeno(3,3-dipirina) (*)	mg/kg MS	0.007	0.008	0.008	-0.008	-0.008	-0.008
Nitroeno (*)	mg/kg MS	0.007	0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
Pirano (*)	mg/kg MS	0.002	0.002	0.019	0.002	0.002	0.007

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.- Límite de cuantificación del método, *(*) Menor que el L.C.M.

L.D.M.- Límite de detección del método, *(*) Menor que el L.D.M.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chaleca N° 1807,
Bellavista - Callao
Telf: (+51) 713 0758
Cel: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Nz. Dº Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf: (+51) 713 0638
Cel: 907 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Nz E Lt. 9,
Arequipa
Telf: (+514) 516 843
Cel: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mr. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf: (+073) 542 335
Cel: 919 475 133 / 940 598 572

Página 2 de 2

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-24035

Nº Id.: 000092308

ITEM	I
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-23-76979
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T3-R3
COORDENADAS:	E:02 77023.00
UTM WGS 84:	N:08 74206.00
PRODUCTO:	Suelos
SUB PRODUCTO:	Suelos
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :	28-10-2023 10:40

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C8 - C10) (*)	mg/kg MS	0,000	2,070	<0,010
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (>C10-C20) (*)	mg/kg MS	4,000	10,000	51,038
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (>C20-C40) (*)	mg/kg MS	4,000	10,000	30,541
Hidrocarburos Aromáticos Poliaromáticos (PAHs)				
1-Metilnftaleno (*)	mg/kg MS	0,032	0,098	<0,058
2-Metilnftaleno (*)	mg/kg MS	0,038	0,098	<0,058
Acenftaleno (*)	mg/kg MS	0,035	0,093	<0,053
Acenftileno (*)	mg/kg MS	0,032	0,092	<0,052
Antraceno (*)	mg/kg MS	0,038	0,098	<0,058
Benzo(a)antraceno (*)	mg/kg MS	0,024	0,068	<0,044
Benzo(a)pireno (*)	mg/kg MS	0,028	0,051	<0,051
Benzo(b)fluoranteno (*)	mg/kg MS	0,031	0,058	<0,058
Benzo(k)fluoranteno (*)	mg/kg MS	0,032	0,064	<0,054
Benzo(e)fluoranteno (*)	mg/kg MS	0,028	0,051	<0,051
Crineno (*)	mg/kg MS	0,032	0,090	<0,050
Dibenz(a,h)antraceno (*)	mg/kg MS	0,038	0,098	<0,058
Fluoranteno (*)	mg/kg MS	0,037	0,097	0,080
Fluoranteno (*)	mg/kg MS	0,031	0,058	<0,054

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - ICA.

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, (*) Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, (*) Menor que el L.D.M.

SEDE PRINCIPAL

 Av. Guardia Chaleca N° 1877,
 Bellavista - Callao
 Telf: (+51) 713 8758
 Cel: 977 518 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA

 Prolongación Zarumilla Mc. D2 Lt. 3,
 Bellavista - Callao
 Telf: (+51) 713 0638
 Cel: 937 111 370 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA

 COOP SIDSUR Mc E Lt. 9,
 Arequipa
 Telf: (+54) 848 843
 Cel: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA

 Urb. Miraflores Mc. G Lt. 17,
 Castilla - Piura
 Telf: (+073) 542 388
 Cel: 919 475 133 / 940 598 572

Pág 7 de 8

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-24035

N° ID: 000002200

ITEM		II		
CÓDIGO DE LABORATORIO:		IE-23-24035		
CÓDIGO DEL CUENITE:		T3-R3		
COORDENADAS:		E:0277923.00		
UTM WGS 84:		N:9871826.00		
PRODUCTO:		Suenos		
SUB PRODUCTO:		Suenos		
INSTRUCTIVO DE MUESTRO:		NO APLICA		
FECHA y HORA DE MUESTRO:		28-10-2023 10:40		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Fuoresceina (*)	mg/kg M&S	0.024	0.062	<0.062
Indeno(1,2,3-cd)pireno (*)	mg/kg M&S	0.027	0.068	<0.068
Naftaleno (*)	mg/kg M&S	0.027	0.067	<0.067
Pereno (*)	mg/kg M&S	0.022	0.058	0.068

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, (*) Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, (*) Menor que el L.D.M.

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chelaca N° 1807,
Bellavista - Callao
Telf.: (+51) 713 0758
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 L1 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+51) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE ARGUIPA
COOP SIDSUR Mz E L1 9,
Arguipa
Telf.: (+51) 618 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G L1 17,
Castillo - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Página 8 de 8

Anexo 9: Prueba de normalidad

9.1. Prueba de normalidad en HTP 1.

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FRACCIÓN 1	Muestra Inicial	,175	3	.	1,000	3	1,000
	5% de Biosurfactante	,376	3	.	,773	3	,051
	10% de Biosurfactante	,175	3	.	1,000	3	1,000
	15 % de Biosurfactante	,292	3	.	,923	3	,463
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **Ho** los datos proceden de una distribución normal.

9.2. Prueba de normalidad en pH

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	Muestra Inicial	,219	3	.	,987	3	,780
	5% de Biosurfactante	,219	3	.	,987	3	,780
	10% de Biosurfactante	,385	3	.	,750	3	,000
	15 % de Biosurfactante	,175	3	.	1,000	3	1,000
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **Ho** Los datos proceden de una distribución normal.

9.3. Prueba de normalidad en CE

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CE	Muestra Inicial	,292	3	.	,923	3	,463
	5% de Biosurfactante	,176	3	.	1,000	3	,979
	10% de Biosurfactante	,381	3	.	,761	3	,024
	15 % de Biosurfactante	,258	3	.	,960	3	,614
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **Ho** los datos proceden de una distribución normal.

9.4. Prueba de normalidad en MO

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MO	Muestra Inicial	,276	3	.	,942	3	,537
	5% de Biosurfactante	,310	3	.	,900	3	,384
	10% de Biosurfactante	,269	3	.	,949	3	,567
	15 % de Biosurfactante	,301	3	.	,912	3	,424
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **Ho** Los datos proceden de una distribución normal.

9.5. Prueba de normalidad en Nitrógeno

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NITROGENO	Muestra Inicial	,253	3	.	,964	3	,637
	5% de Biosurfactante	,385	3	.	,750	3	,000
	10% de Biosurfactante	,385	3	.	,750	3	,000
	15 % de Biosurfactante	,385	3	.	,750	3	,000
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **Ho** Los datos proceden de una distribución normal.

9.6. Prueba de normalidad en Fosforo

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FOSFORO	Muestra Inicial	,253	3	.	,964	3	,637
	5% de Biosurfactante	,193	3	.	,997	3	,893
	10% de Biosurfactante	,220	3	.	,987	3	,778
	15 % de Biosurfactante	,206	3	.	,993	3	,835
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **Ho** Los datos proceden de una distribución normal.

9.7. Prueba de normalidad en Potasio

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
POTASIO	Muestra Inicial	,175	3	.	1,000	3	1,000
	5% de Biosurfactante	,326	3	.	,873	3	,304
	10% de Biosurfactante	,189	3	.	,998	3	,908
	15 % de Biosurfactante	,181	3	.	,999	3	,940
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **Ho** Los datos proceden de una distribución normal.