



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos
usando el hongo *Penicillium janthinellum* en los servicios
generales de la UNALM – La Molina, 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR

Cerna Apaza Bryan Aldair

ASESOR

Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y gestión de los recursos naturales

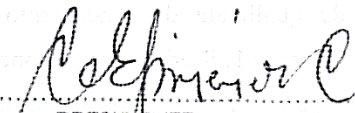
LIMA-PERÚ

2018 - II

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
(a) BRYAN ALDAR CERNA APAZA
cuyo título es: BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDRO-
CARBUROS USANDO EL HONGO FENCILLINA SANTHINELLUS EN LOS
SERVICIOS GENERALES DE LA VMALM - LA MOLINA, 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15 (número)
QUINCE (letras).

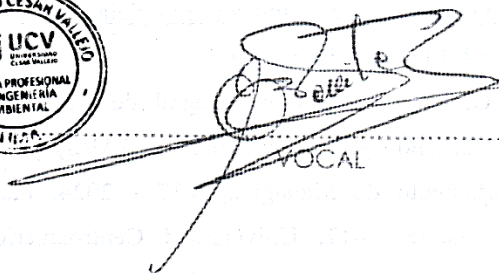
Los Olivos 13 de diciembre del 2018.


PRESIDENTE


SECRETARIO

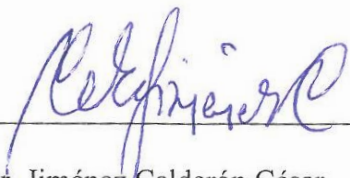





VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

PÁGINA DEL JURADO



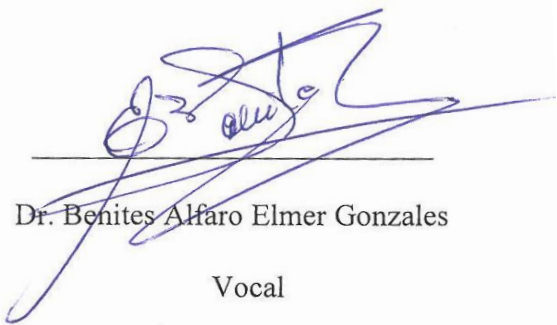
Dr. Jiménez Calderón César

Presidente



Dr. Acosta Suasnabar Horacio

Secretario



Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales

Vocal

DEDICATORIA

A mi familia en general y amigos por siempre apoyarme en todo lo que me propongo, sin ellos no hubiera logrado ser la persona que soy ahora, por su infinito amor y aliento perseverante durante toda esta etapa universitaria.

A mis padres, docentes y asesores de la Universidad César Vallejo que colaboraron de diversas formas en la realización de esta tesis.

AGRADECIMIENTO

A mi madre por darme la vida con la ayuda de Dios y poder estar conmigo en cada paso que doy.

Agradezco a la Universidad César Vallejo por permitirme ser un profesional en lo que tanto me apasiona.

De igual manera a mis amigos que me brindaron desde un inicio su apoyo incondicional para continuar en esta etapa de mi vida.

Finalmente a mi asesor Dr. Elmer Alfaro Benitez por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios y la elaboración de esta tesis.

DECLARATORIA DE AUMENTICIDAD

Yo, Bryan Aldair Cerna Apaza, identificado con DNI N° 71653079, aceptando cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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 de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 13 de Diciembre de 2018.



Bryan Aldair Cerna Apaza

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS USANDO EL HONGO *Penicillium janthinellum* EN LOS SERVICIOS GENERALES DE LA UNALM – LA MOLINA, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

El Autor.

Bryan Aldair Cerna Apaza

INDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
PRESENTACIÓN	vii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Realidad problemática	4
1.2. Trabajos previos.....	5
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	12
1.3.1. Causas y efectos de la contaminación en el suelo	12
1.3.2. Hidrocarburos	13
1.3.3. Mecanismos de degradación del hidrocarburo vía microbiana	13
1.3.4. Capacidad de biorremediación	13
1.3.5. Contaminación por hidrocarburos	13
1.3.6. Contaminación de las aguas subterráneas	14
1.3.7. Comportamiento del hidrocarburo en el ambiente y su movimiento en el subsuelo	14
1.3.8. Efectos de los hidrocarburos en la salud humana.....	14
1.3.9. Factores que afectan al suelo con hidrocarburo.....	14
1.3.10. Petróleo y su destino en el ambiente.....	15
1.3.11. Contaminación	15
1.3.12. Suelo contaminado.....	15
1.3.13. Fuentes de contaminación por hidrocarburos	15
Las principales actividades consideradas como fuentes de contaminación son:	15
1.3.14. Biorremediación.....	16
1.3.15. Biorremediación de hidrocarburos.....	16
1.3.16. <i>Penicillium janthinellum</i>	16
1.4. Formulación del problema.....	17
1.4.1. Problema general.....	17
1.4.2. Problemas específicos.....	17
1.5. Justificación del estudio.....	17

1.6.	HIPÓTESIS.....	18
1.6.1.	Hipótesis General.....	18
1.7.	OBJETIVOS.....	19
1.7.1.	Objetivo General.....	19
1.7.2.	Objetivos Específicos.....	19
II.	MÉTODO.....	20
2.1.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	20
2.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	21
2.3.	VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.....	22
2.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	25
2.4.1.	Población.....	25
2.4.2.	Muestra.....	25
2.5.	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	26
2.5.1.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
2.5.2.	Validación y confiabilidad del instrumento.....	31
2.6.	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	31
2.7.	ASPECTOS ÉTICOS.....	31
III.	RESULTADOS.....	32
3.1	ANÁLISIS DE TPH, pH, M.O, C.E, T° y caracterización del hongo <i>Penicillium janthinellum</i>	32
3.2	Inoculación del hongo en las MUA (1, 2 y 3).....	33
3.3	ANÁLISIS DE HIDROCARBURO, pH, M.O, C.E y T° (12 días después de inocular el hongo).....	34
3.4	ANÁLISIS DE HIDROCARBURO, pH, M.O, C.E y T° (24 días después de inocular el hongo).....	37
3.5	ANÁLISIS FINAL DE HIDROCARBURO, pH, M.O, C.E y T° (POST EXPERIMENTACIÓN).....	40
3.6	EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO.....	46
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	48
V.	CONCLUSIONES.....	50
VI.	RECOMENDACIONES.....	51
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: VALORES DE TPH DE LA MUA-1 A LOS 12 DÍAS DE INOCULADO EL HONGO.....	34
FIGURA 2: Valores de TPH de la MUA-2 a los 12 días de inoculado el hongo.....	35
FIGURA 3: Valores de TPH de la MUA-3 a los 12 días de inoculado el hongo.....	36
FIGURA 4: Valores de TPH de la MUA-1 a los 24 días de inoculado el hongo.....	38
FIGURA 5: Valores de TPH de la MUA-2 a los 24 días de inoculado el hongo.....	39
FIGURA 6: Valores de TPH de la MUA-3 a los 24 días de inoculado el hongo.....	40
FIGURA 7: Valores finales de TPH de la MUA-1.....	41
FIGURA 8: Valores finales de TPH de la MUA-2.....	42
FIGURA 9: Valores finales de TPH de la MUA-3.....	43
FIGURA 10: Eficiencia del tratamiento con respecto al nivel de hidrocarburos.....	47
FIGURA 11: Muestra de suelo contaminada con hidrocarburo	69
FIGURA 12: Muestra de estiércol de vacun:	69
FIGURA 13: Muestra lista para homogenizar.....	70
FIGURA 14: Homogenizando muestra en el tamiz.....	70
FIGURA 15: Pesado de la muestra (20 gramos)	70
FIGURA 16: Agregando 20 ml de agua destilada para llevarlo a agitación orbital.....	71
FIGURA 17: AGITACIÓN ORBITAL.....	71
FIGURA 18: MEDICIÓN DE PH, C.E, M.O Y T°	71
FIGURA 19: TAMIZADO Y RECOLECCIÓN DE MUESTRA PARA ANALIZAR.....	72
FIGURA 20: HEXANO Y BALÓN.....	72
FIGURA 21: AGREGADO DE 250 ML DE HEXANO AL BALÓN	73
FIGURA 22: PESADO DE MUESTRA	73
FIGURA 23: Introducción del papel filtro con la muestra	74
FIGURA 24: Método Soxhlet funcionando.....	74
FIGURA 25: Proceso de enfriamiento del balón.....	75
FIGURA 26: Aceite combinado con hexano listo para la destilación.....	75
FIGURA 27: Proceso de destilación.....	76
FIGURA 28: Aceite separado del hexano por el proceso de destilación por la volatilidad y por la viscosidad alta.	76
FIGURA 29: Llevar al horno el aceite extraído y esperar 20 minutos.....	77

FIGURA 30: Sacar del horno y pesar (La diferencia del peso inicial del balón con la del aceite extraído es igual a = 10000 mg/kg)..... 77

RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada en el área de servicios generales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en el distrito del mismo nombre, con el objetivo de disminuir la concentración de hidrocarburos presentes en el suelo, específicamente en este caso basándonos en la problemática, disminuir los niveles de gasolina y aceite que son los que más perjudican el suelo de esta área, el cual es usado como zona comercial. El diseño empleado fue totalmente experimental, la cual consistió en realizar el muestreo del suelo (el cual fue donado por la institución), para luego ser trasladado al laboratorio, donde se realizó los distintos análisis y tratamientos para esta investigación, durante el mes de Octubre y Noviembre; cabe resaltar que los inóculos de hongo líquido también fueron donados por la universidad mencionada.

La metodología usada en esta investigación para el análisis de hidrocarburos, fue el método Soxhlet para poder así determinar la concentración inicial, se hizo uso del multiparámetro para medir el pH y la temperatura, también se usó el método de calcinación para evaluar el porcentaje de materia orgánica y un conductímetro para obtener la concentración de conductividad eléctrica del suelo.

Existen variaciones en la concentración de hidrocarburos en los 3 tratamientos, respecto a concentración inicial de 10000 mg/kg, la disminución que se dio en los distintos tratamientos, tuvieron una eficiencia de 25 %, 23% y 19 % respectivamente en los 3 tratamientos. Es decir, se redujo las concentraciones de hidrocarburo, respecto al valor inicial a 2512.23 mg/kg, 2355.56 mg/kg y 1900 mg/kg respectivamente.

El único valor de los otros parámetros a medir en esta investigación que tuvo mayor realce o contraste de variación fue la concentración de materia orgánica, la cual aumentó de 4% a 14.1% el mayor valor de una muestra, por consiguiente, nos lleva a deducir que el tratamiento fue ventajoso según lo esperado.

El trabajo experimental realizado fue en 35 días, en 3 fases, realizándose los análisis para ver la variación y disminución de los distintos parámetros, medidos a 12, 24 y 35 días.

Palabras claves: biorremediación, *Penicillium janthinellum*, suelo contaminado, hidrocarburo, contaminación.

ABSTRACT

This research was developed in the area of general services of the Universidad National Agrarian La Molina, located in the District of the same name, in order to assess the levels of hydrocarbon present in the soil, which is used as a zone commercial. The design employed was totally experimental, which consisted in carrying out sampling of soil (which was donated by the institution for educational uses), to be later transferred to the laboratory, where there will be the various analyses and treatments you will need this investigation, during the month of October and November. It is worth highlighting that the inoculum of bacteria liquid also were donated by the mentioned institution.

The methodology used in this study for the analysis of hydrocarbons, was the Soxhlet method to determine the existing levels, made use of multi-parameter to measure levels of pH and temperature, also used the method of calcination to measure the levels of organic matter and a conductivity meter to get the values of electrical conductivity of the soil.

There are variations in the levels of hydrocarbons in the 3 treatments, compared to the initial levels of 10000 mg/kg, the decline that occurred in the different treatments, had an efficiency of 25%, 23% and 19% respectively in the 3 treatments. I.e., decreased concentrations of hydrocarbon, with respect to the initial level to 2512.23 mg/kg, 2355.56 mg/kg and 1900 mg/kg respectively.

The only value of the other parameters to be measured in this study who had greater enhancement or contrast variation was the level of organic matter, which increased from 4% to 14.1% the highest value of a sample, therefore, leads us to infer that the treatment was... safety n expected.

The experimental work carried out was in 35 days, 3 phase, performing the analysis for the variation and decline of different parameters, measured at 12, 24 and 35 days.

Key words: bioremediation, *Penicillium janthinellum*, contaminated soil, hydrocarbon pollution.



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Eimer Benites Alfaro, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

"Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos usando el hongo Penicillium janthinellum en los servicios generales de la UNALM-La Molina, 2018", del estudiante **Bryan Aidair Cerna Apaza**, constató que la investigación tiene un índice de similitud de **17 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Los Olivos, 13 de diciembre de 2018


Dr. Eimer Benites Alfaro
DNI: 07867259

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------