



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Aplicación de microorganismos eficientes para mejorar la descomposición de residuos sólidos orgánicos en el centro compostero de Granja Porcón - Cajamarca”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Br. Vargas Teran Luis Jeanpier Lennard (0000-0001-8016-2736)

ASESOR:

Dr. Ponce Ayala José Elías (0000-002-0190-3143)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión y Tratamiento de Residuos Sólidos

CHICLAYO – PERÚ

2019

Dedicatoria

De manera especial a mis abuelos Alamiro Terán Cabanillas y Emilio Vargas Terán quienes no se encuentran en el mundo terrenal pero sé que me han cuidado y guiado hasta aquí desde el cielo.

A mis padres Luis Alberto Vargas Saldaña y Emelina Marlene Terán Guevara quienes a pesar de las adversidades lucharon para poder alcanzar una de mis grandes metas.

A mi hermana Fiorella Vargas Terán quien siempre me enseñó a ser fuerte, apreciar el esfuerzo de nuestros padres y sobre todo a vivir lejos de ellos con responsabilidad y ganas de salir adelante.

A mi suegra Margarita Chilón Quispe quien se ha convertido en mi segunda madre y una gran amiga para mí.

A mi esposa Jackeline Valdivia Chilón quien me apoyó incondicionalmente para seguir con mi vida profesional así como amorosa y a mi hijo Luis Sebastián Vargas Valdivia quien formó parte del motor y motivo de cumplir mis metas; y ayudó a fortalecer los lazos de amor y felicidad en mi familia.

Agradecimiento

Ante todo agradecer a Dios por haberme guiado hasta aquí y sé que junto a él podré llegar más lejos cumpliendo todo lo trazado; también agradecerle infinitamente por darme la familia que tengo.

A mi Papá, Mamá, hermana, suegra, esposa e hijo quienes forman el círculo familiar más importante en mi vida; quienes son el pilar más fuerte que puedo tener y que cualquier logro es por ellos y para ellos.

A Granja Porcón por la oportunidad de haber realizado mis prácticas pre profesionales, así mismo después de un buen trabajo y una buena relación de amistad realizar mi tesis cumpliendo una estadía de 1 año de trabajo netamente de campo. Agradezco también a toda la población de Granja Porcón por el apoyo incondicional en especial a la familia del Sr. Santos Chilón Ispilco y la Sra. Rosalía Quispe Chilón quienes me brindaron un hogar, me apoyaron en mi trabajo de campo y ahora forman parte de mi familia.

A mis profesores y asesores quienes me brindaron sus conocimientos y juntos recorrimos un camino de aprendizaje y experiencia profesional.

Y a mis mejores amigas Tahis Serrano Valdivia y Nicol Tantaleán Cueva con quienes emprendimos un camino de estudios y aprendizaje juntos, siempre con gran responsabilidad y respeto siendo próximamente también futuros ingenieros y colegas.

Página del jurado

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 14.00 horas del día, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 01278-2019/UCV-CH, de fecha 23 de julio del 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación del Trabajo de Investigación titulado: **"Aplicación de microorganismos eficientes para mejorar la descomposición de residuos sólidos orgánicos en el centro compostero de Granja Porcón - Cajamarca"**, presentado por el **Bachiller:**

VARGAS TERÁN, LUIS JEANPIER LENNARD, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

PRESIDENTE : Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez

SECRETARIO (A) : Dr. José Elías Ponce Ayala

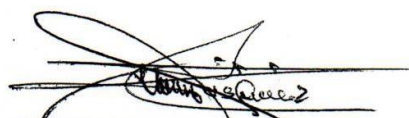
VOCAL : Mgtr. Cesar Augusto Zatta Silva

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

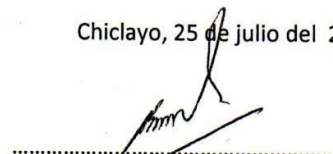
APROBADO POR UNANIMIDAD

Siendo las 14.55 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 25 de julio del 2019



José Modesto Vásquez Vásquez
Presidente



José Elías Ponce Ayala
Secretario



Cesar Augusto Zatta Silva
Vocal

#CHICLAYO

mentel Km. 3.5
81 616 Anx.: 6514



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante

ucv.edu.pe

Declaratoria de autenticidad

Declaratoria de autenticidad

La presente tesis representa el requisito para obtener el título de Ingeniero Ambiental en la facultad de ingeniería de la Universidad César Vallejo.

Yo LUIS JEANPIER LENNARD VARGAS TERAN, con DNI: 73502409, con total libertad y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado “APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA MEJORAR LA DESCOMPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS EN EL CENTRO COMPOSTERO DE GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA” siendo original, auténtica y personal. En tal virtud declaro que su contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

Chiclayo, 15 de Marzo del 2019.



LUIS JEANPIER LENNARD VARGAS TERÁN

DNI: 73502409

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Realidad problemática.....	17
1.2. Trabajos previos.....	19
1.3. Teorías relacionadas al tema	21
1.3.1. Aplicación de microorganismos eficientes (EM)	21
1.3.1.1. Origen.....	21
1.3.1.2. Componentes de los EM	21
1.3.1.2.1. Bacterias fotosintéticas (<i>Rhodospseudomonas spp.</i>).....	22
1.3.1.2.2. Bacterias ácido lácticas (<i>Lactobacillus spp.</i>).....	22
1.3.1.2.3. Levaduras (<i>Saccharomyces spp.</i>).....	23
1.3.1.2.4. Actinomicetos	23
1.3.1.2.5. Hongos	23
1.3.1.3. Los EM aplicados a la transformación de residuos sólidos orgánicos	23
1.3.2. Descomposición de residuos sólidos orgánicos	24
1.3.2.1. Residuos sólidos.....	24
1.3.2.1.1. Residuos sólidos orgánicos	24

1.3.2.2. Compostaje.....	25
1.3.2.2.1. Proceso de compostaje	26
1.3.2.2.2. Fases del proceso de compostaje	27
1.3.2.2.3. Parámetros de seguimiento en el proceso de compostaje	28
1.3.2.2.3.1. Temperatuta (°C).....	28
1.3.2.2.3.2. Humedad (%)	29
1.3.2.2.3.3. Potencial de hidrógeno (pH)	29
1.3.2.2.3.4. Aireación.....	30
1.3.2.2.3.5. Relación carbono – nitrógeno (C/N)	30
1.4. Formulación del problema	30
1.5. Hipótesis.....	31
1.6. Justificación del estudio	31
1.7. Objetivos	32
1.7.1. Objetivo general	32
1.7.2. Objetivos específicos	32
II. MÉTODO	32
2.1. Diseño de investigación	32
2.2. Variables y operacionalización	32
2.2.1. Variable independiente	32
2.2.2. Variable dependiente.....	32
2.2.3. Operacionalización de variables	32
2.3. Población y muestra	34
2.3.1. Población	34
2.3.2. Muestra.....	34
2.3.3. Muestreo.....	34

2.4. Técnicas, instrumentos y validéz de recolección de datos.....	34
2.4.1. Técnicas.....	34
2.4.2. Instrumentos.....	36
2.4.3. Validez.....	36
2.5. Método de análisis de datos	37
2.6. Aspectos técnicos.....	37
2.6.1. Ubicación geográfica	37
2.6.1.1. Límites políticos.....	37
2.6.1.2. Límites naturales	37
2.6.2. Características del lugar	38
2.6.2.1. Extensión.....	38
2.6.2.2. Clima.....	39
2.6.2.3. Agua.....	39
2.6.2.4. Cobertura vegetal	39
2.6.3. Manejo de la investigación	40
2.6.3.1. Dimensiones de las pilas composteras	40
2.6.3.2. Elaboración del biocultivo de microorganismos eficientes	40
2.6.3.2.1. Materiales.....	40
2.6.3.2.2. Materia prima	40
2.6.3.2.3. Preparación del EM-Madre sólida (EM1).....	41
2.6.3.2.3. Activación del EM-Madre (EMA).....	42
2.6.3.3. Preparación del lugar para las pilas composteras.....	42
2.6.3.4. Entrada del material para el proceso de compostaje	42
2.6.3.5. Formación de las pilas composteras.....	43
2.6.3.6. Riego.....	43

2.6.3.7. Volteos.....	44
2.6.3.8. Tapado.....	44
2.6.3.9. Cosecha.....	44
2.6.3.10. Medición de los parametros de seguimiento del compostaje.....	44
2.6.3.11. Tiempo de descomposición.....	44
2.6.3.12. Peso final.....	44
2.6.3.13. Toma de muestras para determinar la calidad del compost	45
2.6.3.14. Análisis Microbiológico para corroborar la presencia de Microorganismos en ambos métodos de compostaje.....	45
III. RESULTADOS.....	46
3.1. Análisis de los parametros de seguimiento del proceso de compostaje.....	46
3.1.1. Variación de la temperatura en el proceso de compostaje con EM	46
3.1.2. Variación de la temperatura en el proceso de compostaje convencional.....	47
3.1.3. Comparación de las temperaturas de ambas pilas composteras.....	48
3.1.4. Variación del pH en el proceso de compostaje con EM	49
3.1.5. Variación deL pH en el proceso de compostaje convencional	50
3.1.6. Comparación del pH de ambas pilas composteras.....	51
3.1.7. Variación de la humedad en el proceso de compostaje con EM.....	52
3.1.8. Variación de la humedad en el proceso de compostaje convencional	53
3.1.9. Comparación de la humedad de ambas pilas composteras	54
3.1.10. Temperatura, pH y humedad de la pila compostera EM.....	55
3.1.11. Temperatura, pH y humedad de la pila compostera convencional	56
3.2. Tiempo de obtención del compost	57
3.2.1. Tiempo de descomposición en el proceso de compostaje.....	57
3.2.2. Comparación del tiempo de descomposición de ambos métodos	57

3.3. Peso final del compost	58
3.4. Análisis fisicoquímicos de las muestras de compost final... ..	59
3.5. Análisis microbiológicos de las muestras de compost final.....	60
IV. DISCUSIONES	61
V. CONCLUSIONES	63
VI. RECOMENDACIONES.....	64
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	65
VIII. ANEXOS.....	67
Acta de originalidad de Tesis	87
Autorización de publicación de Tesis	88
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	89

Índice de Tablas

Tabla N° 01: Aplicación de microorganismos eficientes para mejorar la descomposición de residuos sólidos orgánicos en el centro compostero de Granja Porcón - Cajamarca..	33
Tabla N° 02: Formación de las pilas composteras por capas	43
Tabla N° 03: Tiempo de duración del proceso de compostaje en ambas pilas	57
Tabla N° 04: Peso final del compost con EM y convencional.....	58
Tabla N° 05: Calidad del compost con EM y convencional	59
Tabla N° 06: Identificación de microorganismos en el compost con EM y Convencional.....	60
Tabla N° 07: Matriz de consistencia	67
Tabla N° 08: Estudio de Generación y Caracterización de Residuos Sólidos del Lunes 07 al Lunes 14 de Marzo del 2016, Granja Porcón - Cajamarca	68

Índice de Figuras

Figura N° 01: Proceso de compostaje	26
Figura N° 02: Fases del proceso de compostaje	28
Figura N° 03: Materia prima entrante a las pilas composteras	35
Figura N° 04: Materia prima entrante a las pilas composteras	35
Figura N° 05: Ubicación de Granja Porcón a nivel departamental, provincial, distrital y vista panorámica	38
Figura N° 06: Temperatura de la pila compostera EM	46
Figura N° 07: Temperatura de la pila compostera convencional	47
Figura N° 08: Comparación de temperaturas de ambas pilas composteras	48
Figura N° 09: Variación del pH de la pila compostera EM	49
Figura N° 10: Variación del pH de la pila compostera convencional	50
Figura N° 11: Comparación del pH de ambas pilas composteras	51
Figura N° 12: Variación de la humedad de la pila compostera EM.....	52
Figura N° 13: Variación de la humedad de la pila compostera convencional	53
Figura N° 14: Comparación de la humedad de ambas pilas composteras	54
Figura N° 15: Temperatura, pH y humedad de la pila compostera EM.....	55
Figura N° 16: Temperatura, pH y humedad de la pila compostera convencional	56
Figura N° 17: Materiales para la preparación del cultivo de EM	69
Figura N° 18: Materia prima para la preparación del cultivo de EM.....	70
Figura N° 19: Mezclas necesarias para la preparación del EM-MADRE SÓLIDA	71
Figura N° 20: Preparación del EM-MADRE SÓLIDA	72
Figura N° 21: Activación del EM-MADRE (EMA).....	73

Figura N° 22: Formación de las Pilas Composteras.....	74
Figura N° 23: Dilución 2lt EMA/20lt agua y aplicación del EMA diluido en el compostaje	75
Figura N° 24: Control de los Parámetros de seguimiento en el Proceso de Compostaje (Ph, % Humedad y Temperatura)	76
Figura N° 25: Compost Final en ambas pilas Composteras.....	77
Figura N° 26: Análisis Microbiológico del Compost para verificar la presencia de Microorganismos	78
Figura N° 27: Resultados del crecimiento bacteriano de las muestras de Compost	79
Figura N° 28: Resultados de la presencia de microorganismos en la muestra de compost con ME	80
Figura N° 29: Resultados de la presencia de microorganismos en la muestra de compost Convencional.....	81
Figura N° 30: Resultados del Análisis Físicoquímico del Compost Convencional realizado en el INIA – Estación Experimental Vista Florida Chiclayo, 2016.....	82
Figura N° 31: Resultados del Analisis Físicoquímico del Compost Con EM realizado en el INIA – Estación Experimental Vista Florida Chiclayo, 2016.....	83
Figura N° 32: Documento de validación de los resultados obtenidos en el Análisis Microbiológico realizado en el laboratorio de la Universidad César Vallejo Chiclayo...	84
Figura N° 33: Documento solicitud para la realización de tesis en Granja Porcón... ..	85
Figura N° 34: Documento carta de aceptación para realizar la tesis en Granja Porcón... ..	86

RESUMEN

La presente investigación fue un trabajo netamente de campo que se realizó en el centro compostero de Granja Porcón – Cajamarca, donde se elaboró un biocultivo de microorganismos eficientes con subproductos generados en la zona como hojarasca virgen (pino, quinal y alisos), suero de leche, semolina (trigo, avena y quinua), melaza, levadura de pan y agua sin cloro; con dos procesos para su elaboración, la obtención del EM-Madre y la activación de los microorganismos llamado EMA en una solución líquida la cual fue aplicada en el proceso de compostaje en una dosis de 2 lt EMA / 20 lt agua; con respecto al compostaje se inició con la preparación y limpieza del lugar para poder formar la pila compostera convencional y la pila compostera con la aplicación de EM, con dimensiones de 2.5 m de largo, 1.8 m de ancho y 1.2 m de altura, con un peso de 1000 kg para ambas pilas habiendo utilizado residuos sólidos orgánicos de restaurantes, papel, cartón, cenizas, maleza, aserrín, estiércol de ganado vacuno y agua; durante el proceso de compostaje se llevó un control de parámetros de seguimiento como temperatura (T°), porcentaje de humedad (%H) y potencial de hidrógeno (pH) semanalmente teniendo como resultado de tiempo una duración de 97 días para el compostaje con EM y 139 días para el compostaje convencional.

Se realizó un muestreo in Situ para realizar un análisis fisicoquímico en el INIA Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo el que demostró que el compost con EM tuvo un pH de 7.1, conductividad eléctrica (25.75mihos/cm), materia orgánica (48.25%), nitrógeno (1.62%), fósforo (1.69%), potasio (1.18%), calcio (2.32%), magnesio (0.55%), materia seca (89.25%), humedad (35.2%), cenizas (15.04%), carbono (17.36) y la relación C/N (18.25%); demostrando que fue de mejor calidad que el compost convencional con pH de 6.2, conductividad eléctrica (21.60mihos/cm), materia orgánica (46.25%), nitrógeno (1.25%), fósforo (1.52%), potasio (1.06%), calcio (2.28%), magnesio (0.48%), materia seca (85.10%), humedad (35%), cenizas (12.33%), carbono (15.85) y la relación C/N (15.69%); y se realizó un análisis microbiológico en el cual se pudo verificar la presencia de microorganismos del suelo, bacilos +, lactobacilos, hongos y levaduras para la muestra del compost EM; y para el compost convencional microorganismos del suelo y bacilos+.

PALABRAS CLAVE: Compostaje, microorganismos eficientes, residuos orgánicos.

ABSTRACT

The present research had a clear field work that was carried out at the Porcon - Cajamarca Farm composition center. A bioculture of Efficient Microorganisms was developed with by-products generated in the area as virgin leaf litter (pine, quinoa and alders), whey, semolina (wheat, oats and quinoa), molasses, bread yeast and chlorine-free water; With two processes for its elaboration, obtaining the MS-Mother and the activation of the micro-organisms called EMA in a liquid solution and then being applied in the composting process in a dose of 2lt of EMA / 20lt of water; with respect to the composting began with the preparation and cleaning of the place to begin the formation of the conventional composter pile and the compost pile with the application of EM, with dimensions of 2.5 m long, 1.8 m width and 1.2 m height, with A weight of 1000 kg for both piles and the inputs used were organic solid wastes, paper and cardboard, ash, weeds, sawdust, cattle manure and water, during the composting process a control of the monitoring parameters was carried out temperature (T°), humidity percentage (%H) and hydrogen potential (pH), with a duration of 97 days for EM composting and 139 days for conventional composting.

In situ sampling was carried out to perform a physicochemical analysis at the INIA Experimental Station Vista Florida - Chiclayo, which demonstrated that compost with EM with pH of 7.1, electrical conductivity (25.75 μ m / cm), organic matter (48.25%), phosphorus (1.69%), potassium (1.18%), calcium (2.32%), magnesium (0.55%), dry matter (89.25%), moisture (35.2%), ash (17.36) and the C / N ratio (18.25%); (1.25%), phosphorus (1.52%), potassium (1.06%), calcium (2.25%), organic matter (46.25%), 2.48%), magnesium (0.48%), dry matter (85.10%), moisture (35%), ash (12.33%), carbon (15.85) and C / N ratio (15.69%); And a microbiological analysis was performed in which the presence of soil microorganisms, bacilli +, lactobacilli, fungi and yeasts could be verified for the EM compost sample; and for conventional compost soil microorganisms and bacilli +.

KEY WORDS: Composting, efficient microorganisms, organic wastes.

Acta de originalidad de Tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 17
--	--	--

Yo, **JOSE MODESTO VASQUEZ VASQUEZ**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada **"APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA MEJORAR LA DESCOMPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS EN EL CENTRO COMPOSTERO DE GRANJA PORCON - CAJAMARCA"**, del (de la) estudiante **VARGAS TERAN, LUIS JEANPIER LENNARD**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19% 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.

Chiclayo 19 de julio del 2019



MGTR. JOSE MODESTO VASQUEZ VASQUEZ
DNI: 05343326

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------