UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE ABONO ORGÁNICO A PARTIR DE MEZCLAS DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS Y ASERRÍN CON MICROORGANISMO EFICIENTE COMO ALTERNATIVA DE SUSTITUCIÓN DE FERTILIZANTES SINTÉTICOS

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

SALDAÑA BARDALES ANALY ESTELZ

PUCALLPA-PERÚ

2018

ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue aprobada por los miembros del jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Rubén Darío Manturano Pérez _____
Presidente

Ing.MSc.Gladys Elena Rojas Gutiérrez _____
Miembro

Ing. Fermín Campos Solórzano. _____
Miembro

Dr. Grober Panduro Pisco _____
Asesor

Ing. Kelsen Arbaiza Peña _____
Co.Asesor

Bach. Analy Estelz Saldaña Bardales _____
Tesista

DEDICATORIA

A Nuestro padre celestial Dios, por su bondad de brindarme salud. Sabiduría, y ganas de seguir adelante en todo momento y hacer realidad mis sueños.

Con amor a mis queridos padres y hermanas por su apoyo moral, afectivo y su comprensión, me dieron la fuerza necesaria para realizar un objetivo más en mi vida profesional.

Con cariño a mi asesor, co asesor por su orientación y apoyo en este logro profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento por la colaboración en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación a:

El Comité Central con Desarrollo al Futuro de Curimaná en conjunto con la Cooperativa Técnica Belga con sus financiamientos me dio la oportunidad de realizar este proyecto de investigación.

La Universidad Nacional de Ucayali, mi Alma Mater, por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional.

La Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales que, por intermedio de sus docentes, me brindaron valiosas enseñanzas para lograr mi formación de Ingeniera ambiental.

Mi asesor y co asesor por su orientación durante la ejecución del proyecto investigación en campo, análisis estadísticos y la estructuración del informe final.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

DEDICATORIA 3
AGRADECIMIENTO 4
LISTA DE TABLAS 7
LISTAS DE FIGURAS 8
RESUMEN 9
ABSTRACT 10
INTRODUCCIÓN 11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12
1.1. Descripción del problema 12
1.2. Formulación del problema 13
1.3. Objetivos 14
1.4. Justificación 14
II. MARCO TEÓRICO 15
2.1. Fertilización 15
2.2. Fertilizantes 15
2.3. Fertilizantes Inorgánicos 15
2.3.1. Tipos Fertilizantes Sintéticos 16
2.3.1.1. Fertilizantes Nitrogenados 18
2. 3 .1.2. Fertilizantes Fosfatados 19
2.3.1.3 Fertilizantes Potásicos 20
2.4. Abonos Orgánicos 22
2.4.1. Compost 22
2.4.2. Compostaje 23
2.4.3. Fases del Compostaje 24
2.4.4. Factores que influye en el Proceso de Compostaje 26
2.4.5. Parámetros del Compostaje 32
2.4.6. Límites máximo Permisible 33
2.4.7. Residuos Sólidos 34
2.4.7.1. Residuos Sólidos Domiciliarios 35
2.4.7.2. Informe de Caracterización de Residuos urbanos en La Capital Distrital de Curimana 35
2.5. Microorganismos Eficientes (E.M) 36
2.6. Definición de Términos Básicos 38
III.MARCO METODOLÓGICO 41
3.1. Ubicación Política 41

3.3. Población y Muestra 42
3.4. Materiales y Equipos... 42 3.5. Procedimientos de recolección de datos... 43
3.5.1. Instalación del Experimento 43
3.5.1.1. Preparación de las sustratos para el abono orgánico.... 43
3.6. Tratamiento de Datos... 44
3.6.1. Modelo Matemático Estadístico... 44 3.6.2.
Esquema del Diseño Estadístico en Campo... 45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES 46
4.1. Producción de Compost... 46 4.2. Calidad
Nutricional del Compost... 47
4.3. Diferencias de Valores Nutricionales del Compost producido versus los Fertilizantes Sintéticos... 50
V. CONCLUSIONES 52
VI. RECOMENDACIONES... 53
VII. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA... 54
VIII. ANEXO...

6 3
IX. ICONOGRAFÍA 85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación, símbolo, forma absorbida y síntoma de deficiencia de los nutrimientos 17
Tabla 2. Ion acompañante (Ca, Mg, S, Cl) de los fertilizantes comunes 17
Tabla 3. Características de los fertilizantes Nítrico-amoniacales más utilizados 18
Tabla 4.Características de la Urea 19
Tabla 5. Características de los Superfosfatos 19
Tabla 6.Características de DAP y MAP 20
Tabla 7. Características de los Abonos potásicos Simples 21
Tabla 8. Niveles de Potasio en suelos según la textura 21
Tabla 9.Fertiliantes más usados 21
Tabla 10. Parámetros del Compostaje 32
Tabla 11. Características de Materiales a Compostar en el proceso. 32
Tabla 12. Lites máximos de metales pesados 33
Tabla 13. Contenido de N.P.K en el Compost 33
Tabla 14. Proporciones en Carbono y Nitrógeno de algunas materias orgánicas. 34
Tabla 15. Composición física de residuos sólidos del casco urbano del distrito de Curimaná 35
Tabla 16. Tabla de distribución completamente al azar aleatorio 42
Tabla 17. Producción de compost según tratamiento (mezcla) 46
Tabla 18. Resultados de las Propiedad química (Nutrientes) 47
Tabla 19. Resultados de metales pesados 48
Tabla 20. Comparacion de contenido nutricional entre el compost producido y los fertilizantes sintéticos. 50
Tabla 21. Análisis estadísticos de temperatura interna entre repeticiones durante el proceso de compostaje.. 63
Tabla 22. Análisis estadísticos de temperatura interna entre repeticiones prueba tukey 63
Tabla 23. Análisis estadísticos de temperatura interna entre tratamientos durante el proceso de compostaje 63
Tabla 24. Análisis estadísticos de temperatura interna entre tratamientos prueba tukey 64
Tabla 25. Análisis estadísticos de humedad relativa entre repeticiones durante el proceso de compostaje. 64
Tabla 26. Análisis estadísticos de humead relativa entre repeticiones prueba tukey 64
Tabla 27. Análisis estadísticos de humedad relativa entre tratamientos durante el proceso de compostaje. 65
Tabla 28. Análisis estadísticos de humead relativa entre tratamientos prueba tukey 65
Tabla 29. Análisis estadísticos del pH entre Repeticiones durante compostaje 65
Tabla 30. Análisis estadísticos de pH entre Repeticiones prueba Tukey 66
Tabla 31. Análisis estadísticos del pH entre Tratamientos durante compostaje 66
Tabla 32. Análisis estadísticos de pH entre Tratamientos prueba tukey 66
Tabla 33. Análisis estadístico de producción de compost. 67
Tabla 34. Análisis estadísticos de producción de compost entre Tratamientos prueba tukey 67
Tabla 35. Análisis estadísticos de propiedades químicas del compost producido 68
Tabla 36. Análisis estadísticos de nitrógeno (base húmeda)(%) prueba Tukey 69
Tabla 37. Análisis estadísticos de nitrógeno (base húmeda)(%) prueba Tukey 69
Tabla 38. Análisis estadísticos de Fosforo (%) prueba Tukey 69

Tabla 39. Análisis estadísticos de Calcio (%) prueba Tukey 70
Tabla 40. Análisis estadísticos de Magnesio (%) prueba Tukey 70
Tabla 41. Análisis estadísticos de Potasio (%) prueba Tukey 71
Tabla 42. Análisis estadísticos de Sodio (%) prueba Tukey 71
Tabla 43. Análisis estadísticos de Metales Pesados del compost producido 72
Tabla 44. Análisis estadísticos de Cobre (ppm) prueba Tukey 72
Tabla 45. Análisis estadísticos de Fe (ppm) prueba Tukey 73
Tabla 46. Análisis estadísticos de Zn (ppm) prueba Tukey 73
Tabla 47. Análisis estadísticos de Cd (ppm) prueba Tukey 73
Tabla 48. Análisis estadísticos de Pb (ppm) prueba Tukey 74
Tabla 49. Análisis estadísticos de Mn (ppm) prueba Tukey 74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio 41
Figura 2. Relación entre la proporción de Aserrín y el % de degrabilidad de la mezcla 46
Figura 3. Grafico de medias de temperatura interna según Repeticiones 75
Figura 4. Gráfico de medias de temperatura interna según Tratamientos. 75
Figura 5. Gráfico de medias de humedad relativa según Repeticiones 76
Figura 6. Gráfico de medias de humedad relativa según Tratamientos. 76
Figura 7. Gráfico de media pH entre Repeticiones durante el proceso de compostaje 77
Figura 8. Gráfico de medio pH entre Tratamientos durante el proceso de compostaje 77
Figura 9. Gráfico de media producción de compost 78
Figura 10. Gráfico de media nitrógeno (base húmeda) (%) 78
Figura 11. Gráfico de media nitrógeno (base seca) (%) 79
Figura 12. Gráfico de media Fosforo (%) 79
Figura 13. Gráfico de media Calcio (%) 80
Figura 14. Gráfico de media Magnesio (%) 80
Figura 15. Gráfico de media Potasio (%) 81
Figura 16. Gráfico de media Sodio (%) 81
Figura 17. Gráfico de media de Cobre ppm 82
Figura 18. Gráfico de media de Fe (Hierro ppm) 82
Figura 19. Gráfico de media de Zinc ppm 83
Figura 20. Gráfico de media de Cadmio ppm 83
Figura 21. Gráfico de media de Plomo ppm 84
Figura 22. Gráfico de media de Manganeso ppm 84
Figura 23. Análisis de compost 85

RESUMEN

El proyecto de investigación —evaluación del contenido nutricional de abono orgánico a partir de mezclas de residuos sólidos orgánicos y aserrín con microorganismo eficiente como alternativa de sustitución de fertilizantes sintéticos‖, se desarrolló en la región Ucayali, Provincia de Padre Abad, Distrito de Curimaná, con el objetivo de determinar el contenido nutricional del abono orgánico a partir de las mezclas de residuos sólidos orgánicos y aserrín con microorganismos eficientes obtenidos en campo como alternativa de sustitución de fertilizantes sintéticos. La investigación fue tipo experimental, se empleó la técnica del compostaje, utilizando cuatro tratamientos con sus respectivas proporciones de mezcla de residuos sólidos orgánicos urbanos y aserrín (T_1: 100/0, T_2: 90/10+4 litros M.E, T_3: 80/20 +4 litros M.E y T_4: 70/30 +4 litros M.E), añadiendo 4 litros de microorganismos eficientes como catalizador, durante el proceso se evaluó los parámetros físicos (temperatura, Humedad y pH). Se empleó un Diseño Completamente al Azar para el análisis de producción de Compost y un análisis de correlación simple entre la proporción de Residuos sólidos orgánicos/aserrín y la calidad nutricional de cada producto obtenido (Compost). Los resultados obtenidos indican que la mayor producción de compost lo obtuvo el T_4 (70/30) con 85.1 kg, T_3 (80/20), T_2 (90/10) T_1 (100/0), 51.6 kg, 29.4 kg y 17 kg respectivamente. En el caso del contenido nutricional se observó que el mayor contenido de N (base húmeda y base seca), P205, K2O, CaO y MgO, lo obtuvo el T_1 (1.08 % y 1.18 %),0.85 %,2.90,0.79% y 0.49 % ; según El real decreto BOE-A-2013-7540 de España, califica a el abonos organicos producidos con el $_{T1,}$ según limites maximos permisibles de metales pesados de clase A (Cadmio(0.7 mg/kg),T_1 (0.63 ppm);Cobre (70 mg/kg o ppm), T_1 (30.67 ppm); Zinc (200 mg/kg o ppm), T_1 (63.33 ppm) y Plomo (45 mg/kg o ppm) T_1 (43.55 ppm).Según los resultados obtenidos concluimos que; la proporción óptima para la producción de compost con mayor contenido nutricional es el T_1 (100% Residuos sólidos orgánicos) y el T_4 (70 %Residuos sólidos orgánicos/ 30 % aserrín) fue el de mayor producción 85,1 kg de compost a diferencia del T_1 con 17 kg y se determinó al compost producido por el T_1, ideal para abono organico por su contenido de metales pesados por debajo de los limites maximos permisibles según norma española aunque no sustituya del todo a los fertilizantes sinteticos, es una iniciativa para reducir la contaminacion por el uso indiscriminado de fertilizantes sinteticos y dar un tratamiento a residuos solidos organicos domiciliarios y maderables del Distrito de Curimana e impulzar la produccion de abonos organicos para consolidar una agricultura organica y sostenible.

ABSTRACT

The research project "evaluation of the nutritional content of organic fertilizer from mixtures of organic solid waste and sawdust with efficient microorganism as an alternative to substitution of synthetic fertilizersǁ, It was developed in the region Ucayali, Province of Padre Abad, District of Curimaná, with the objective of determining the nutritional content of the organic fertilizer from the mixtures of organic solid waste and sawdust with efficient microorganisms obtained in the field as an alternative of substitution of fertilizers synthetic.The research was experimental type, the composting technique was used, using four treatments with their respective mixing ratios of urban organic solid waste and sawdust (T1: 100/0, T2: 90/10 + 4 liters ME, T3: 80 / 20 +4 liters ME and T4: 70/30 +4 liters ME), adding 4 liters of efficient microorganisms as a catalyst, during the process the physical parameters (temperature, humidity and pH) were evaluated. A Completely Randomized Design was used for the analysis of Compost production and a simple correlation analysis between the proportion of organic solid waste / sawdust and the nutritional quality of each product obtained (Compost). The results obtained indicate that the highest production of compost was obtained by T4 (70/30) with 85.1 kg, T3 (80/20), T2 (90/10) T1 (100/0), 51.6 kg, 29.4 kg and 17 kg respectively. In the case of nutritional content, it was observed that the highest content of N (wet base and dry base), P205, K2O, CaO and MgO, was obtained by T1 (1.08% and 1.18%), 0.85%, 2.90,0.79% and 0.49%; According to Royal Decree BOE-A-2013-7540 of Spain, qualifies the organic fertilizers produced with T1, according to maximum permissible limits of heavy metals of class A (Cadmium (0.7 mg / kg), T1 (0.63 ppm); (70 mg / kg or ppm), T1 (30.67 ppm); Zinc (200 mg / kg or ppm), T1 (63.33 ppm) and Lead (45 mg / kg or ppm) T1 (43.55 ppm).Based on the results obtained, we conclude that; The optimum proportion for the production of compost with the highest nutritional content is T1 (100% organic solid waste) and T4 (70% Organic solid waste / 30% sawdust) was the highest production 85.1 kg of compost unlike the T1 with 17 kg and was determined to the compost produced by T1, ideal for organic fertilizer because of its content of heavy metals below the maximum permissible limits according to the Spanish norm, although it does not completely substitute synthetic fertilizers, it is an initiative to reduce the contamination due to the indiscriminate use of synthetic fertilizers and to treat residential and timber organic solid residues of the Curimana District and promote the production of organic fertilizers to consolidate an organic and sustainable agriculture.

INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria tiene profundos efectos en el medio ambiente en conjunto, siendo una de las principales fuentes de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua. La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques dando lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos, (Gonzales, 2011).

La actividad económica de las familias del Distrito de Curimana se sustenta en la producción agrícola, cultivándose principalmente el plátano, yuca y maíz, otros cultivos, como la palma aceitera y el cacao. Actualmente, la cadena productiva del cacao está optando por producirse de forma orgánica, tanto desde la siembra hasta el producto final (chocolate de cacao), para ser aceptable en el mercado internacional, sin embargo los estándares de calidad para la certificación como —Orgánicoǁ, se han vuelto aún más exigentes. Esta situación ha generado la necesidad de desarrollar alternativas para obtener abonos orgánicos de calidad que sustituya la fertilización sintética o inorgánica y sacar provecho de los residuos sólidos orgánicos del distrito de Curimana, (Saldaña, 2016).

Entre las principales alternativas se encuentra el compost que al ser mejorador de suelos, es sumamente útil para contrarrestar la erosión y mejorar los cultivos en cuanto a cantidad y calidad de los mismos (Sztern y Pravia, s/f). Teniendo en cuenta todos estos factores, el presente trabajo de investigación ha tenido como objetivo determinar el contenido nutricional del abono orgánico producido a partir de la mescla de residuos sólidos orgánicos y aserrín con microorganismos eficientes obtenidos en campo, como alternativa de sustitución de fertilizantes sintéticos para reducir la contaminación ambiental.