



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Efecto de la adición de compost y aserrín en la concentración de cadmio (Cd) en suelos contaminados de los productores de cacao, Pucayacu – Huánuco - 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Loarte Paredes, Angélica Griselda

ASESORA:

MG SC. Suárez Alvites, Haydeé

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad Ambiental y Gestión de Recursos Naturales

LIMA - PERU

2017 - II

PÁGINA DEL JURADO

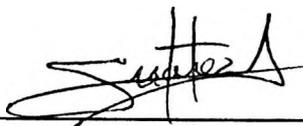
Miembros del Jurado

Dr. Valverde Flores Jhonny.

Presidente

Dr. Ordoñez Gálvez Juan.

Secretario



Mg Sc. Suárez Alvites Haydeé.

Vocal

DEDICATORIA

Dedico en primer lugar esta tesis a Dios quien me guía siempre por el buen camino y me da las fuerzas necesarias para no desfallecer ante los problemas.

A mis padres: Dimas Loarte Pardavé, Lidia Paredes Carrasco, que me supieron inculcar en valores, principios, perseverancia, dedicación y voluntad para superar cualquier dificultad en la vida.

En este momento culminante dedico a ellos con infinita gratitud, por su inmensa paciencia y confianza en mi persona.

Angélica.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios que sin él en la vida no somos nada.

Gracias a los docentes de la Universidad César Vallejo por su dedicación, motivación y por ser esas personas que me guiaron durante mi periodo de universitaria.

Asimismo, mis reconocimientos a la Magister HAYDEÉ SUAREZ ALVITES, quien como asesora supo brindarme su apoyo, por sus conocimientos en este trabajo de investigación y así finalizar y convertirse en realidad este proyecto.

Al señor Eleuterio Valle por brindar las facilidades de campo de la presente investigación.

Agradecer a mi familia por estar siempre conmigo durante estos años. Gracias Papá, Mamá y hermanos los amo con todo mi corazón

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Angélica Griselda Loarte Paredes con DNI N° 72755353, a efecto de 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.

Lima, 12 de Diciembre del 2017

Angélica Griselda Loarte Paredes

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Efecto de la adición de Compost y Aserrín en la concentración de Cadmio (Cd) en suelos contaminados de los productores de cacao, Pucayacu – Huánuco - 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

La Autora

INDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
1.2. TRABAJOS PREVIOS	3
1.3. TEORIAS RELACIONADAS	9
1.3.1. Factores Edáficos.....	9
1.3.2. Suelo	9
1.3.3. Suelos amazónicos.....	10
1.3.4. Perfil del suelo	11
1.3.4.1. Horizonte O	11
1.3.4.2. Horizonte A	11
1.3.4.3. Horizonte E	11
1.3.4.4. Horizonte B	12
1.3.4.5. Horizonte C	12
1.3.4.6. Horizonte R.....	12

1.3.5.	Propiedades físico-químicas del suelo	12
1.3.5.1.	Propiedades físicas	12
1.3.5.2.	Propiedades químicas.....	14
1.3.6.	Tipos de suelos.....	15
1.3.7.	Metales pesados.....	16
1.3.7.1.	Metales pesados en suelo.....	16
1.3.8.	Cadmio	17
1.3.9.	Contaminación por Cd en suelos y vegetación.....	17
1.3.10.	Efectos del cadmio en la salud del ser humano	18
1.3.11.	Materia orgánica	18
1.3.12.	Compost	18
1.3.13.	Aserrín	19
1.3.14.	Descripción del cultivo de cacao.....	20
1.3.14.1.	Composición química del cacao.....	21
1.3.15.	Variedades de cacao	22
1.3.16.	Norma oficial de la Comisión Europea.....	22
1.3.17.	Norma oficial peruana de suelos	23
1.4.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:.....	23
1.4.1.	PROBLEMA GENERAL.....	23
1.4.2.	PROBLEMAS ESPECIFICOS	23
1.5.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	24
1.6.	HIPOTESIS:.....	25
1.6.1.	HIPOTESIS GENERAL:	25
1.6.2.	HIPOTESIS ESPECIFICOS:	25
1.7.	OBJETIVOS.....	26
1.7.1.	OBJETIVO GENERAL:.....	26
1.7.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	26

2. MÉTODO	26
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:	26
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	27
2.3. Población y Muestra.....	29
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	29
2.5. Métodos de análisis de datos.....	34
2.6. Aspectos éticos	34
3. RESULTADOS	35
3.1. Caracterización de suelos	35
3.2. Caracterización de semillas de cacao	35
3.3. Cadmio en el suelo.....	37
3.4. Cadmio en la raíz	41
3.5. Control de pH del suelo.....	46
3.6. Control de C.E del suelo	48
3.7. Control de Temperatura del suelo.....	50
4. DISCUSIÓN.....	51
5. CONCLUSIONES	55
6. RECOMENDACIONES.....	57
7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	59
8. ANEXOS.....	64

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Composición química nutricional del cacao.....	21
Tabla N° 02: Reglamento N° 488/2014 de la Comisión Europea	23
Tabla N° 03: Especificación de tratamiento.....	31
Tabla N° 04: Confiabilidad de la los instrumentos	34
Tabla N° 05: Días de germinación de la semilla de cacao	35

Tabla N°06: Circunferencia de la semilla de cacao	36
Tabla N° 07: Longitud de semilla de cacao	36
Tabla N° 08: Cadmio en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	37
Tabla N° 09: Tabla de ANOVA de cadmio final en el suelo.....	38
Tabla N°10: Pruebas de T-student para los tratamientos en el suelo.	39
Tabla N° 11: Cadmio en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	41
Tabla N° 12: Tabla de ANOVA de cadmio final en la raíz de la planta de cacao.....	42
Tabla N° 13: Pruebas T-student para los tratamientos en la raíz de la planta de cacao.....	43
Tabla N° 14: Correlación de Pearson entre el pH y la concentración de cadmio (ppm)	47
Tabla N° 15: Correlación de Pearson entre la C.E y la concentración de cadmio (ppm)	49
Tabla N° 16: Control de temperatura del suelo	50
Tabla N° 17: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T1 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	85
Tabla N° 18: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T2 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	85
Tabla N° 19: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T3 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	86
Tabla N° 20: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T4 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	87
Tabla N° 21: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T5 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	87
Tabla N° 22: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T6 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	88
Tabla N° 23: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T1 y T2 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	89
Tabla N° 24: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T1 y T3 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	89
Tabla N° 25: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T1 y T4	

en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	90
Tabla N° 26: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T1 y T5 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	91
Tabla N° 27: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T1 y T6 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	91
Tabla N° 28: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T2 y T3 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	92
Tabla N° 29: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T2 y T4 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	93
Tabla N° 30: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T2 y T5 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	93
Tabla N° 31: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T2 y T6 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	94
Tabla N° 32: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T3 y T4 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	95
Tabla N° 33: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T3 y T5 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	95
Tabla N° 34: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T3 y T6 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	96
Tabla N° 35: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T4 y T5 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	97
Tabla N° 36: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T4 y T6 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	97
Tabla N° 37: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T5 y T6 en los suelos de los productores de cacao al final del experimento.....	98
Tabla N° 38: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T1 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	99
Tabla N° 39: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T2 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	99
Tabla N° 40: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T3 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	100
Tabla N° 41: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T4 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	101
Tabla N° 42: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T5	

en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	101
Tabla N° 43: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T0 y T6 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	102
Tabla N° 44: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T1 y T2 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	103
Tabla N° 45: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T1 y T3 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	103
Tabla N° 46: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T1 y T4 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	104
Tabla N° 47: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T1 y T5 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	104
Tabla N° 48: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T1 y T6 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	105
Tabla N° 49: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T2 y T3 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	106
Tabla N° 50: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T2 y T4 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	106
Tabla N° 51: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T2 y T5 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	107
Tabla N° 52: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T2 y T6 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	108
Tabla N° 53: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T3 y T4 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	108
Tabla N° 54: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T3 y T5 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	109
Tabla N° 55: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T3 y T6 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	110
Tabla N° 56: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T4 y T5 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	110
Tabla N° 57: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T4 y T6 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	111
Tabla N° 58: Prueba T de Student para cadmio en los tratamientos T5 y T6 en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.....	112

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Suelo de Pucayacu-Fundo San Juan	10
Figura N° 02: Triangulo de clases texturales.....	13
Figura N° 03: Distribución del tratamiento	30
Figura N° 04: ubicación de la zona.....	32
Figura N° 05: Recolección de 105 Kg de suelo	32
Figura N° 06: Germinación.....	32
Figura N° 07: Acondicionamiento y siembra de la muestra	32
Figura N° 08: Control semanal del experimento.....	32
Figura N° 09: Diagrama de flujo del Proyecto	32
Figura N° 10: Contenido de cadmio en el suelo	38
Figura N° 11: Contenido de cadmio en la raíz de la planta de cacao al final del experimento.	42
Figura N° 12: Control de pH en el suelo.....	46
Figura N° 13: Relación entre pH y concentración de cadmio en el suelo	47
Figura N° 14: Control de C.E en el suelo	48
Figura N° 15: Relación entre C.E y concentración de cadmio en el suelo	49
Figura N° 16: Control de temperatura en el suelo	50

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 01: Mapa del área de estudio	65
Anexo N° 02: Caracterización del suelo	66
Anexo N° 03: Resultados de cadmio inicial en el suelo, aserrín y compost.	67
Anexo N° 04: Resultados finales de cadmio en el suelo y en la raíz de la planta de cacao.	68
Anexo N° 05: Prueba de Normalidad para resultados de cadmio final en el suelo.....	75
Anexo N° 06: Prueba de Normalidad para resultados de cadmio final en la raíz de la planta de cacao.....	75
Anexo N°07: Rendimiento de suelo.....	76
Anexo N° 08: Control de pH en el suelo	77
Anexo N° 09: Control de C.E en el suelo	79
Anexo N° 10: Control de temperatura en el suelo	81

Anexo N° 11: Tamaño de semillas	83
Anexo N° 12: Germinación de la semilla de cacao.....	84
Anexo N° 13: Pruebas de T-student para comparar los tratamientos en el suelo.....	85
Anexo N° 14: Pruebas de T – student para los tratamientos en la raíz de la planta de cacao	99
Anexo N° 15: Validación y Confiabilidad	113

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue determinar el efecto del compost y aserrín en la concentración de cadmio en suelos contaminados de los productores de cacao en el distrito de Pucayacu en el fundo San Juan. La metodología empleada fue la de tipo de estudio aplicada de diseño experimental. La muestra representativa fue 105 kilogramos de suelo la cual fue muestreado en los primeros 30 cm de profundidad, se empleó macetas de 3 kilogramos de suelo a la cual se adicionó compost en dosis de 50gr/kg, 100gr/kg y 150gr/kg, conformando el primer tratamiento y, en otros tres maceteros se añadió aserrín en dosis de 100gr/kg, 150gr/kg y 300gr/kg, conformando el segundo tratamiento, cada una tiene cinco repeticiones, se sembraron las semillas de cacao previamente germinadas, para ser llevada a invernadero a una temperatura promedio de 25°C, proporcionando riego con agua potable de forma manual. Inicialmente se analizó el suelo, siendo franco arcilla arenosa, pH de 4.11 y C.E de 0.18 dS/m y la concentración de cadmio es 1.50 ppm sobrepasando el estándar de calidad ambiental del D.S N° 002-2013-MINAM, también se midió el pH del compost a usar siendo 6.86 y el pH del aserrín siendo 7.15. Durante 7 semanas se midió el pH y C.E y T°. Los resultados de pH semanal fueron (Testigo (T0) = 4.11, 4.11, 4.11, 4.11, 4.11, 4.11 y 4.11, (T1) con 50gr/kg de compost= 4.11, 4.8, 4.93, 5, 5.05, 5.16 y 5.27, (T2) con 100gr/kg de compost= 4.11, 4.92, 5.31, 5.42, 5.55, 5.64 y 5.74, (T3) con 150gr/kg de compost= 4.11, 5.33, 5.87, 5.95, 6.05, 6.16 y 6.24, (T4) con 100gr/kg de aserrín= 4.11, 4.63, 4.67, 4.77, 4.89, 4.98 y 5.07, (T5) con 150gr/kg de aserrín= 4.11, 4.72, 4.94, 5.01, 5.15, 5.24 y 5.34 y el (T6) con 300gr/kg de aserrín= 4.11, 4.74, 4.99, 5.06, 5.21, 5.3 y 5.41), los resultados de cadmio final en el suelo fueron (Testigo =1.492 ppm, T1 con 50gr/kg de compost=1.3 ppm, T2 con 100gr/kg de compost=1.078 ppm, T3 con 150gr/kg de compost=0.91 ppm, T4 con 100gr/kg de aserrín=1.406 ppm, T5 con 150gr/kg de aserrín=1.292 ppm y el T6 con 300gr/kg de aserrín=1.212 ppm). El cadmio final en la raíz de la planta de cacao fue (Testigo =1.3080 ppm, T1 con 50gr/kg de compost=0.4800 ppm, T2 con 100gr/kg de compost=0.3740 ppm, T3 con 150gr/kg de compost=0.2040 ppm, T4 con 100gr/kg de aserrín=0.8180 ppm, T5 con 150gr/kg de aserrín=0.7080 ppm y el T6 con 300gr/kg de aserrín=0.5920 ppm). Como resultado obtenemos el aumento del pH y de esta manera la disminución de la biodisponibilidad de cadmio.

Palabras clave: Remediación de suelos, cacao, contaminación por cadmio, compost, aserrín.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to determine the effect of compost and sawdust in the concentration of cadmium in contaminated soils of cocoa producers in the district of Pucayacu in the San Juan estate. The methodology used was the type of applied study of experimental design. The representative sample was 105 kilograms of soil which was sampled in the first 30 cm of depth, 3 kg of soil pots were used, to which was added compost in doses of 50 g / kg, 100 g / kg and 150 g / kg, forming the first treatment and, in other three flowerpots sawdust was added in doses of 100gr / kg, 150gr / kg and 300gr / kg, forming the second treatment, each one has five repetitions, the previously germinated cocoa seeds were sown, to be taken to greenhouse at an average temperature of 25 ° C, providing irrigation with potable water manually. Initially the soil was analyzed, being sandy loam, pH of 4.11 and CE of 0.18 dS / m and the concentration of cadmium is 1.50 ppm exceeding the environmental quality standard of DS No. 002-2013-MINAM, the pH of the soil was also measured. compost to use being 6.86 and the pH of the sawdust being 7.15. For 7 weeks the pH and C.E and T ° were measured. The results of weekly pH were (Control (T0) = 4.11, 4.11, 4.11, 4.11, 4.11, 4.11 and 4.11, (T1) with 50gr / kg of compost = 4.11, 4.8, 4.93, 5, 5.05, 5.16 and 5.27, (T2) with 100g / kg of compost = 4.11, 4.92, 5.31, 5.42, 5.55, 5.64 and 5.74, (T3) with 150g / kg of compost = 4.11, 5.33, 5.87, 5.95, 6.05, 6.16 and 6.24, (T4) with 100gr / kg of sawdust = 4.11, 4.63, 4.67, 4.77, 4.89, 4.98 and 5.07, (T5) with 150gr / kg of sawdust = 4.11, 4.72, 4.94, 5.01, 5.15, 5.24 and 5.34 and (T6) with 300gr / kg of sawdust = 4.11, 4.74, 4.99, 5.06, 5.21, 5.3 and 5.41), the final cadmium results in the soil were (Control = 1,492 ppm, T1 with 50gr / kg of compost = 1.3 ppm, T2 with 100gr / kg of compost = 1.078 ppm, T3 with 150gr / kg of compost = 0.91 ppm, T4 with 100gr / kg of sawdust = 1,406 ppm, T5 with 150gr / kg of sawdust = 1.292 ppm and T6 with 300gr / kg of sawdust = 1.212 ppm). The final cadmium in the root of the cocoa plant was (Control = 1.3080 ppm, T1 with 50gr / kg of compost = 0.4800 ppm, T2 with 100gr / kg of compost = 0.3740 ppm, T3 with 150gr / kg of compost = 0.2040 ppm , T4 with 100gr / kg of sawdust = 0.8180 ppm, T5 with 150gr / kg of sawdust = 0.7080 ppm and T6 with 300gr / kg of sawdust = 0.5920 ppm). As a result we obtain the increase of the pH and in this way the decrease of the bioavailability of cadmium.

Key words: Soil remediation, cocoa, cadmium contamination, compost, sawdust.