



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Efecto del Carbonato de calcio en la absorción de cadmio en
plantas de cacao que se desarrolla en suelos contaminados de
Pucayacu - Huánuco, 2017**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA

GONZALES PIZANGO INGRI KARINA (ORCID 0000-0003-0461-8783)

ASESOR

Mg Sc. SUÁREZ ALVITES HAYDEÉ (ORCID 0000-0003-2750-0980)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

LIMA – PERÚ

Año 2017

Acta de aprobación de tesis

Dedicatoria

A nuestro creador Dios por guiarme en el camino de la vida, por cuidarme y haberme dado personas increíbles que son mi fortaleza y apoyo.

A mi papá Antonio por ser el ejemplo de lucha diaria e inspiración para ser una mejor persona, y darme el apoyo económico que me permitieron culminar mis estudios.

A mi mamá Martha por su ayuda, sus consejos y amor que brinda a cada uno de sus hijos.

A mis hermanos Oscar, Miguel y Carlos, por su apoyo incondicional y porque son mi ejemplo a seguir.

Gracias a ellos, este trabajo ha sido posible.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por darme la oportunidad de seguir logrando mis objetivos.

Agradecer a los maestros de la Universidad Cesar Vallejo por sus enseñanzas, apoyo y su motivación para seguir investigando.

Agradecer a la Ingeniera Haydeé Suárez Alvites por sus enseñanzas, conocimientos y paciencia brindada en sus asesorías.

Agradecer al señor Euletenio Valle por apoyar mi tesis al trabajar en sus parcelas de cacao.

Agradecer a todos mis compañeros que estuvieron en mi etapa universitaria.

Declaración de autenticidad

Yo, Ingri Karina Gonzales Pizango con DNI N° 73117121, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académica Profesional 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 someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 11 de diciembre del 2017



Ingri Karina Gonzales Pizango

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Efecto Del Carbonato de calcio en la absorción de cadmio en plantas de cacao que se desarrolla en suelos contaminados de 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 Ingeniero Ambiental.

La autora

Índice

Acta de aprobación de tesis	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaración de autenticidad	iv
Presentación	v
Índice.....	vi
Resumen.....	x
Abstract.....	x
1. Introducción.....	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.2. Trabajos previos.....	3
1.3. Teorías relacionadas al tema	9
1.3.1 Cacao	9
1.3.2 Cadmio	14
1.3.3 Carbonato de calcio.....	19
1.4 Formulación del problema.....	20
1.4.1 Problema general	20
1.4.2 Problemas específicos.....	21
1.5 Justificación del estudio	21
1.6 Hipótesis	22
1.6.1 Hipótesis nula	22
1.6.2 Hipótesis alterna	22
1.7 Objetivos	22
1.7.1 Objetivo general.....	22
1.7.2 Objetivos específicos.....	22
2.Método	24
2.1 Diseño de investigación	24
2.2 Variables, operacionalización.....	24
2.3 Población y muestra.....	26
2.3.1 Población.....	26
2.3.2 Muestra.....	26
2.3.3 Muestreo.....	27
2.3.4 Unidad de análisis	27
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	
27	

2.4.1	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
2.4.2	Validez y confiabilidad del instrumento	32
2.5	Métodos de análisis de datos	33
2.6	Aspectos éticos	34
3	Resultados	35
3.1	Caracterización de suelos y semillas	35
3.1.1	Caracterización de suelos	35
3.1.2	Caracterización de semillas	35
3.2	Cadmio en raíz de plantas de cacao al aplicar carbonato de calcio	37
3.2.1	Cadmio en la raíz	37
3.3	Cadmio en tallo de las plantas de cacao al aplicar carbonato de calcio .	43
3.3.1	Desarrollo de altura y diámetro de plantas de cacao	43
3.3.2	Cadmio en los tallos	44
3.4	Cadmio en hojas de cacao al aplicar carbonato de calcio	51
3.4.1	Desarrollo de hojas de las plantas de cacao	51
3.4.2	Cadmio en las hojas	52
3.5	Cadmio en el suelo al aplicar carbonato de calcio	58
3.5.1	Cadmio en suelos	58
3.5.2	pH y Concentración de cadmio en suelo	59
3.5.3	Conductividad eléctrica y concentración de cadmio en suelo	61
3.5.4	Temperatura del suelo	62
3.6	Cadmio en las plantas de cacao al aplicar carbonato de calcio	68
3.6.1	Cadmio en las plantas	68
4.	Discusiones	74
5.	Conclusiones	76
6.	Recomendaciones	77
7.	Referencias	78
	ANEXOS	87

Índice de tablas

Tabla N°1 .	Composición química nutricional del cacao	9
Tabla N°2.	Taxonomía	10
Tabla N°3.	Principales empresas exportadoras de cacao en el Perú en el 2015 .	13
Tabla N°4.	Propiedades del cadmio	15
Tabla N°5.	Reglamento de la UE N° 488/2014	20
Tabla N°6.	Tratamientos y dosis	26
Tabla N°7.	Confiabilidad del instrumento N° 1	32

Tabla N°8. Confiabilidad del instrumento N° 2	32
Tabla N°9. Confiabilidad del instrumento N° 3	32
Tabla N°10. Confiabilidad del instrumento N° 4	33
Tabla N°11. Confiabilidad del instrumento N° 5	33
Tabla N°12. Confiabilidad del instrumento N° 6	33
Tabla N°13. Confiabilidad del instrumento N° 7	33
Tabla N°14. Resultados del análisis inicial del suelo.....	35
Tabla N°15. Germinación de semillas de cacao.....	36
Tabla N°16. Longitud de la semilla de cacao	36
Tabla N°17. Circunferencia de la semilla de cacao	36
Tabla N°18. Peso húmedo y seco de las raíces de las plantas de cacao	37
Tabla N°19. Cadmio en la raíz de plantas de cacao al final del experimento.....	37
Tabla N° 20. Prueba de T- Student T0– T1	38
Tabla N° 21. Prueba de T-Student T0-T2.....	39
Tabla N° 22. Prueba de T- Student T0-T3.....	40
Tabla N°23. Prueba de T-Student T1-T2.....	41
Tabla N° 24. Prueba de T-Student T1-T3.....	41
Tabla N° 25. Prueba de T-Student T2- T3.....	42
Tabla N° 26. Desarrollo semanal de la altura y diámetro de plantas de cacao	43
Tabla N°27. Peso húmedo y seco del tallo de las plantas de cacao	44
Tabla N°28. Cadmio en los tallos de plantas de cacao al final del experimento ...	44
Tabla N° 29. Prueba de T-Student T0-T1.....	45
Tabla N°30. Prueba de T-Student T0-T2.....	46
Tabla N°31. Prueba de T-Student T0-T3.....	47
Tabla N° 32. Prueba de T-Student T1-T2.....	48
Tabla N°33. Prueba de T-Student T1- T3.....	49
Tabla N° 34. Prueba de T-Student T2-T3.....	50
Tabla N°35. Número de hojas de plantas de cacao por semana	51
Tabla N°36. Peso húmedo y seco de las hojas de plantas de cacao	52
Tabla N°37. Cadmio en las hojas de plantas de cacao al final del experimento ...	52
Tabla N°38. Prueba de T-Student T0-T1.....	54
Tabla N°39. Prueba de T-Student T0-T2.....	54
Tabla N°40. Prueba de T-Student T0-T3.....	55
Tabla N°41. Prueba de T-Student T1-T2.....	56
Tabla N°42. Prueba de T-Student T1-T3.....	57
Tabla N°43. Prueba de T-Student T2-T3.....	57
Tabla N°44. Cadmio en los suelos de plantas de cacao al final del experimento .	58
Tabla N°45. pH y concentración de cadmio en el suelo	60
Tabla N°46. Correlación de Pearson entre el pH y la concentración de cadmio ...	60
Tabla N°47. Conductividad eléctrica y la concentración de cadmio en el suelo	61
Tabla N°48. Correlación de Pearson entre la Conductividad eléctrica y la concentración de cadmio	62
Tabla N°49. Monitoreo semanal de la temperatura en el suelo.....	62
Tabla N°50. Prueba de T-Student T0-T1.....	63
Tabla N°51. Prueba de T-Student T0-T2.....	64
Tabla N°52. Prueba de T-Student T0-T3.....	64
Tabla N°53. Prueba de T-Student T1-T2.....	65
Tabla N°54. Prueba de T-Student T1-T3.....	66
Tabla N°55. Prueba de T-Student T2-T3.....	67

Tabla N°56.Cadmio en las plantas de cacao al final del experimento.....	68
Tabla N° 57.Prueba de T-Student T0-T1.....	69
Tabla N°58.Prueba de T-Student T0-T2.....	70
Tabla N° 59.Prueba de T-Student T0-T3.....	70
Tabla N° 60.T-Student T1-T2.....	71
Tabla N°61. Prueba de T-Student T1-T3.....	72
Tabla N°62.Prueba de T-Student T2-T3.....	73

Índice de gráficos

Gráfico N°1. Principales regiones productoras de cacao en el 2015.....	13
<i>Gráfico N°2. Principales mercados europeos de exportación en el año 2015.....</i>	14
Gráfico N°3. Diseño del área experimental	27
Gráfico N° 4. Cadmio en raíz de plantas de cacao.....	38
Gráfico N°5. Cadmio en tallos de plantas de cacao	45
Gráfico N° 6.Cadmio en las hojas de plantas de cacao	53
Gráfico N° 7.Cadmio en los suelos de plantas de cacao.....	59
Gráfico N°8.Monitoreo semanal del pH en suelo.....	59
Gráfico N°9.Relación entre pH y concentración de cadmio en el suelo	61
Gráfico N°10. Monitoreo semanal de la conductividad eléctrica en el suelo	61
Gráfico N°11.Relación entre la Conductividad eléctrica y concentración de cadmio en el suelo	62

Índice de figuras

Figura N° 1. Reconocimiento de la zona de estudio.....	29
Figura N° 2.Toma de muestras de suelo	29
Figura N° 3.Acondicionamiento del área experimental.....	29
Figura N°4. Semillas listas para la germinación	30
Figura N°5. Peso de CaCO ₃ en diferentes adiciones	30
Figura N°6. Semilla germinada y siembra de muestras	30
Figura N°7.Monitoreo del PH y CE del suelo	31
Figura N°8. Cosecha de las plantas de cacao	31

RESUMEN

El cacao en nuestro país es uno de los principales productos que brindan empleo a los agricultores y empresarios que se dedican a este negocio. Existen estudios en los cuales indican que están contaminados con cadmio. En esta investigación se determinó el efecto del carbonato de calcio en la absorción de cadmio en plantas desarrollados en los suelos procedentes del distrito de Pucayacu, provincia Leoncio Prado, región de Huánuco. Se germinaron 15 semillas de cacao en esos suelos adicionándose dosis de carbonato de calcio de 2000 kg/ ha, 4000 kg / ha y 6000 kg / ha, las plantas estuvieron en un período de 2 meses y cosecharlas para proceder a su análisis foliar, de la raíz, tallo y suelo. Se analizó semanalmente el pH y la conductividad eléctrica y con ello se determinó su relación con el cadmio. Los valores promedios de concentración de cadmio en las plantas y en el suelo disminuyeron a razón de que la dosis de carbonato de calcio aumentaba, existiendo diferencias significativas entre ellas. La dosis más eficiente fue la de 6000 kg /ha. El carbonato de calcio inhibió la absorción de cadmio en las plantas de cacao desarrolladas en suelos contaminados de Pucayacu.

Palabras claves: Cadmio, cacao, carbonato de calcio, inhibición, absorción.

ABSTRACT

Cocoa in our country is one of the main products that provide employment to farmers and entrepreneurs who are dedicated to this business. There are studies in which they indicate that they are contaminated with cadmium. In this research, the effect of calcium carbonate on the absorption of cadmium was determined with the ingredients of Pucayacu district, Leoncio Prado province, Huánuco region. 15 cocoa seeds were germinated in these soils adding doses of calcium carbonate of 2000 kg / ha, 4000 kg / ha and 6000 kg / ha, the plants in a period of 2 months and harvesting them to proceed to their foliar analysis, of the root, stem and soil. The pH and electrical conductivity were analyzed and its relation with cadmium was determined. The average values of cadmium concentration in the plants and in the soil decreased as the calcium carbonate dose increased; there were significant differences between them. The most efficient dose was 6000 kg / ha. Calcium

carbonate inhibited the absorption of cadmium in cocoa plants grown in contaminated soils of Pucayacu.

Keywords: Cadmium, cacao, calcium carbonate, inhibition, absorption

1. Introducción

La agricultura en nuestro país es base fundamental para el crecimiento económico y la sobrevivencia de los seres vivos, es la actividad que se desarrolla en diversas condiciones climáticas y genera una producción biodiversa; razones por las cuales se convierte en una actividad altamente competitiva y con mayor aceptación del mercado internacional.

El Perú es un importante exportador de frutas, es por eso que se ubica entre los primeros lugares como exportador de cacao orgánico que en el año 2016 generó alrededor de 183 millones de dólares. El cacao es una de las frutas que en los últimos años se ha incrementado su exportación, como indica el INEI el aumento ha sido entre un 12 % y 15 % al año desde el 2012 a la actualidad; por ende, es uno de los productos con alto control de calidad. Sin embargo, el comercio de este está siendo perjudicado a nivel mundial pues las semillas de cacao están contaminadas por cadmio y estas al ser consumidas por los seres humanos dañan a la salud porque es tóxico. Al respecto, la Unión Europea ha emitido un informe en donde establece los niveles permitidos de concentración de cadmio en lo que respecta al contenido para productos alimenticios que van de 0.1 Mg/kg para chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao < 30 % y 0.80 mg/kg para chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50 % los cuales regirán a partir del 01 de enero del 2019.

El Perú es uno de los pocos países en el cual encontramos variedades únicas de cacao fino y de aroma, pero su valor se ve amenazado ya que existen estudios en suelos agrícolas que señalan que contienen cadmio, este metal pesado es absorbido por las plantas llegando hasta el fruto; que al ser consumido generará problemas de salud a las personas.

1.1. Realidad Problemática

Los principales departamentos de nuestro país que producen el cacao son en San Martín, Junín, Ucayali, Ayacucho, Apurímac, Amazonas, Cajamarca, Selva Central y Huánuco. Las empresas más importantes que se dedican al negocio del cacao son Sumaqao, Amazonas Trading Perú, Cafetalera Amazónica, Cooperativa Agroindustrial Tocache, Cooperación Agraria Cafetalera Oro verde, Acopagro, e Industrial Naranjillo. En la actualidad, las áreas productoras de cacao se estiman en 144 mil hectáreas a nivel nacional (Diario Gestión, 2016).

Huánuco, es una de las principales regiones del Perú que se dedican a la producción de cacao debido a que posee buenas condiciones edafoclimáticas. Las áreas que son utilizadas para esta actividad son de 3800 hectáreas aproximadamente con plantaciones de distintas variedades y edades de cacao y una producción de 5292 toneladas al año.

En los suelos amazónicos de Huánuco se encuentra Cadmio en valores superiores al ECA, la concentración en los frutos de cacao es de 1.55 mg/ kg, y por esta razón se pondría en peligro las negociaciones con el mercado internacional. (La República, 2016).

En Pucayacu, ubicada en la provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco; existe un gran número de familias que dependen de este cultivo pues cubre una superficie de 645 hectáreas. La concentración de cadmio en suelos cultivados con cacao en la zona sobrepasa el ECA alcanzando 1.48 ppm afectando a las plantas de cacao, así como a los agricultores ya que se encuentran en contacto con el suelo contaminado.

En los últimos 5 años se ha detectado cadmio en los frutos de cacao procedentes de esta zona y de otras como San Martín, Junín, Ucayali. La presencia del metal en el fruto ha conllevado a que los productores se alerten y busquen alternativas para solucionarla, una de esas es el presente estudio. Si se encontrase la forma de impedir que la planta absorba ese cadmio, se estaría asegurando la calidad sanitaria del mismo y con ello seguridad en su comercio nacional e internacional.

Por ello, es importante determinar el efecto del carbonato de calcio en la absorción de cadmio en las plantas de cacao que se desarrollan en suelos contaminados, la cual asegurará una producción limpia de contaminantes.

La aplicación del tratamiento con carbonato de calcio es una técnica de inhibición de toxicidad a metales pesados, por eso es importante seguir desarrollando investigaciones que favorezcan al crecimiento y mejoramiento de las plantaciones de cultivo de cacao, y de esta manera seguir dominando en el mercado con más de la tercera parte de la producción mundial de cacao.

1.2. Trabajos previos

LORA, BONILLA (2010). En su estudio realizado en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales determinaron el tratamiento más eficiente que disminuyó la concentración de cadmio, esto se llevó a cabo en plantas indicadoras como la lechuga romana y el pasto ryegrass en suelos con metales pesados, para los cuales se usaron fuentes remediadoras como sulfato de calcio (500, 1000 y 1500 kg/ha), Carbonato de calcio (2000, 4000, 6000 kg/ha), $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (300,600,900kg/ha), sulfato de hierro (200,400,600kg/ha) y diatomácea activada (2000, 4000, 6000 kg/ ha). Los parámetros analizados fueron la concentración de cadmio en las hojas y el efecto de los tratamientos realizados con respecto al PH. Las muestras tomadas fueron de 0-20 cm de profundidad, en suelos que se encontraban cerca al río Bogotá, para el experimento se usaron macetas plásticas con 2 kilogramos de suelo. A los 10 días se procedió a plantar el material vegetal, y al cabo de 2 meses se cosechó. Los 5 tratamientos mencionados disminuyeron la concentración de cadmio en la lechuga romana, el que mostró mayor eficiencia fue el CaCO_3 con dosis de 6000 kg/ha, reduciendo de 5.4 ppm (testigo) a 0.6 ppm. Estos valores, posiblemente se deben al cambio en los valores del pH que fue de 4.8 (testigo) a 6.63, el metal pesado a este valor es más soluble en el suelo y por ende la absorción en la planta es menor. Todos los tratamientos en este vegetal redujeron el cromo. En el pasto ryegrass, las dosis con mayor eficiencia fueron las de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (600kg/ha) y el CaCO_3 (6000 kg/ha), y este último disminuyó el cadmio de 0.60 ppm a 0.20 ppm y el pH aumentó de 4.76 a 6.46. En el cromo, los tratamientos de 4000 y 6000 kg/ha CaCO_3 y 400 kg/ha sulfato de hierro fueron los más eficientes.

CONTRERAS, HERRERA, IZQUIERDO, (2005). En su investigación realizada en la región de Barlovento, estado de Miranda, Venezuela. El objetivo fue determinar el efecto que tuvo el CaCO_3 y CaCl_2 en la adsorción de cadmio en las plántulas de cacao, cadmio y pH final en el suelo. Se tomaron muestras en las localidades de Cumbo (pH-5.8) con dosis de CaCO_3 y CaCl_2 : 0, 400, 600 y 800 kg/ha y Tapipa (pH-6.7) con dosis de CaCO_3 y CaCl_2 : 0, 300, 500,700 kg/ha con cuatro repeticiones por tratamiento. Durante un mes se usaron macetas con muestra de 1 kg de suelo y se mezcló cada una de ellas con las dosis señaladas,

se agregó agua para mantener la humedad. Transcurrido el mes, se sembraron las semillas de cacao las cuales estuvieron en agua destilada, cada mes se observó el desarrollo y crecimiento de las plantas de cacao por un periodo de 5 meses. Los resultados obtenidos mostraron que las dosis más altas de los tratamientos usados disminuyeron la concentración de cadmio para las plantas y el suelo comparándolas con el tratamiento testigo, de similar manera, pero el tratamiento más eficiente fue usando CaCO_3 . En la absorción del cadmio por las plantas en los suelos de Tapipa, el tratamiento con carbonato de calcio y dosis de 300 kg/ha y 700 kg/ha disminuyó de 65.33 mg/kg a 41.67 mg/kg y 24.67 mg/kg respectivamente. En suelos de Cumbo, la concentración en las hojas disminuyó de 75mg/kg a 52.33 mg/kg (400 kg/ha) y 39.00mg/kg (800 kg/ha). Se determinó que el cadmio en el suelo disminuyó en Cumbo con dosis de 800 kg/ha de 2.05 mg/kg a 1.76 mg/kg y el Ph final fue de 7.2 usando el tratamiento con carbonato de calcio. En Tapipa, el cadmio en el suelo se redujo de 1.32 mg/kg a 1.11 mg/kg y el pH final 7.4 para el CaCO_3 . También, se observó que las hojas aumentaron su concentración de Ca al pasar de los meses.

HURTADO (2012). La investigación fue realizada en Ecuador – Ríos, para determinar cuál de los diez tratamientos usados fue más eficiente en suelos de cultivos de cacao contaminados con cadmio, así como también la capacidad de absorción que tiene la planta de arroz sembradas en suelos con cadmio respecto al cadmio. Los tratamientos con carbón vegetal, carbonato de calcio, dolomita, carbonato de magnesio, zeolita 1, zeolita 2, humus nacaro, humus UTEQ, tuvieron dosis de (0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0 Tn / ha), a diferencia el tratamiento con vinaza que se trabajó con dosis en mililitros (0, 0.4, 0.8 ,1.3 ,1.7, 2.1, 2.5, 2.9, 3.3, 3.8, 4,2). Las 11 dosis usadas tuvieron tres repeticiones. Los tratamientos fueron agregadas en cinco suelos cacaoteros contaminados con cadmio que tuvieron las siguientes características: Zamora Chinchipe (pH 5.2, Cd 1.24 ppm), Santa Elena (pH 8.5, Cd 1.50 ppm), Guayas (pH 8.3, Cd 1.65 ppm), El Oro (pH 6.3, Cd 2.23 ppm) y Manabí (pH 7.0, Cd 2.37 ppm). Para hallar la absorción de cadmio con plantas de arroz se colocaron 100 semillas pregerminadas por un periodo de 45 días. Los suelos de Zamora Chinchipe, se obtuvieron resultados favorables con las enmiendas de Humus Nacaro, Humus UTEQ y Carbonato de calcio. En el caso de este último, las dosis

de 4 y 5 tn / ha se redujeron la concentración de cadmio de 1.24 a 0.42 y 0.41 ppm respectivamente. El ph en el suelo (testigo, 5.2) tiende a aumentar a mayor dosis de carbonato de calcio hasta llegar al 6.6. En la absorción de cadmio mediante el arroz con respecto al testigo (31.24 ug / maceta) disminuyó a 3.44 y 3.52 ug/ maceta con dosis de 8 y 10 tn/ha respectivamente. En el suelo de Santa Elena, el mejor resultado fue para el Humus UTEQ, y en la absorción de cadmio fue para el carbonato de magnesio. En Guayas, para el suelo los tratamientos con buenos resultados fueron el Humus Nacaro y Zeolita y para la absorción fue la vinaza. En el suelo de la provincia de El Oro (pH 6.3, Cd 2.23 ppm), el carbón vegetal y el carbonato tuvieron resultados óptimos. El primero disminuyó a 0.67 (2 tn/ ha) y 0.69 (3 tn/ ha) y el tratamiento con CaCO₃ a 0.67 (2 tn/ ha) y 0.65 (10 tn/ ha). E pH del suelo aumento a mayor dosis llegando hasta 7.4. En la absorción de cadmio en las plantas usando el carbonato de calcio disminuyó de 11.64 ug/ maceta a 0.74 ug/ maceta con dosis de 10tn/ ha. Por último, en Manabí los tratamientos fueron con la vinaza y Humus Nacaro. Los datos mostrados fueron que los tratamientos con carbonato de calcio y humus obtuvieron los mejores resultados.

BRAEUNER, ORTIZ, MAC VEAN (2005). En Guatemala realizaron un estudio para determinar los efectos que tuvieron la cal agrícola 0, 5 y 10 Tn/ha, las mismas dosis mencionados para el yeso, pero con una adición de 15 tn/ ha los cuales fueron aplicados en cultivos de café afectados por “El mal de viñas “, una enfermedad que causa la marchitez, amarillenta y muerte de las plantas, el suelo se caracterizó por su acidez y su toxicidad con respecto al aluminio. El experimento se realizó en dos fincas, cuyos nombres son Naranjito (PH 4.2) y Pocitos (PH 3.9) y el Al fue de 14.5 % para ambos lugares. Después de dos años, se determinó que la dosis de yeso (15 tn/ ha) y carbonato de calcio (10 tn / ha) tuvieron efectos similares, pues el pH promedio fue de 5.2 para las dos fincas y la saturación de aluminio se redujo hasta 3.5 %. En conclusión, los datos mostrados indicaron que la aplicación de los tratamientos ocasiona resultados significativos en la química del suelo pues los cambios efectuados son de gran importancia para el cultivo de café.

CUEVAS, WALTER (2004). En su estudio realizado en España – Madrid determinaron la absorción del cadmio en plantas de maíz mediante diferentes

dosis de compost residual como: La dosis del testigo fue de fertilización aplicada en sementera a razón de 600 kg/ha y 100 kg/ha de nitrato amónico cálcico en cobertera, 30 y 60 Mg/ha de compost en sementera, 15 y 30 Mg/ha de compost en sementera y la misma, 30 Mg/ha de compost en sementera y 100 kg/ha de nitrato amónico cálcico en cobertera. El compost utilizado tuvo un pH de 7.7, M.O de 14.4 %, N de 1.68 %, P de 2.6 % y potasio de 0.40 %. El período del estudio realizado fue de 2 años, la menor concentración de cadmio hallado en la raíz fue de 0.315 mg/ kg para el tratamiento de 60 Mg/ha de compost en sementera, en el grano del maíz no se hallaron concentraciones de cadmio.

BONOMELLI, BONILLA, VALENZUELA (2003). La investigación fue realizada en Chile para determinar los efectos que tuvieron los fertilizantes fosforados en 4 diferentes tipos de suelos contenidos de cadmio. Se usó un fertilizante comercial el superfosfato triple (SFT), con tres repeticiones por suelo y la cantidad de suelo seco fue de 250 gramos. La concentración inicial de cadmio para el tipo de suelo Alfisol fue de 0.0193 mg/ kg, Inceptisol 0.105 mg/ kg, Ultisol 0.0097 mg/ kg y Andisol 0.027 mg/kg. Después de 90 días de tratamiento se determinó el cadmio final en los suelos, los valores con el tratamiento de fertilización fosforada en el suelo de tipo Alfisol fue de 0.041 mg/ kg, Inceptisol 0.128 mg/ kg, Ultisol 0.033mg/ kg, Andisol 0.081 mg/ kg. El cadmio aumentó en los diferentes suelos estudiados, pero no en niveles significativos, pero al aplicar el fertilizante en reiteradas veces puede ocasionar el aumento en los niveles de cadmio hasta alcanzar límites críticos.

HUAMANI ET AL. (2012). Realizaron una investigación para evaluar metales pesados como Cd y Pb contenidos en los suelos, así como también en las hojas de cacao. En el estudio se tomaron 22 muestras contenidas por un kilogramo de suelos provenientes de cultivos de cacao orgánico, 17 en Huánuco y 5 en Ucayali para analizar los siguientes parámetros como: PH, Materia Orgánica, cadmio y plomo. Asimismo, se escogieron 20 hojas de las plantas de cacao, las cuales se secaron y molieron para su respectivo análisis. Los datos obtenidos fueron que los suelos estudiados son adecuados física y químicamente para el cultivo de cacao; los valores promedios para el ph y materia orgánica fue de 6.05 y 2.58 respectivamente. En el caso de los metales pesados analizados como cadmio

fue de 0.53 ppm y plomo 3.02 ppm. La concentración de cadmio en las hojas de cacao fue de 0.21 y de Pb fue de 0.58.

CÁRDENAS (2012). Realizó una investigación en cooperativa Agraria Industrial Naranjillo en el cual se tomaron 20 parcelas de cacao de orgánico y se determinó en cada una de ellas características físico - químicas del suelo como PH (5.6), materia orgánica (2 %), cadmio disponible en el suelo, así como también en las hojas de cacao (2 unidades por parcela), en los granos de cacao y por último en las cascarillas. Los resultados señalaron que el valor promedio de cadmio disponible en los suelos agrícolas estudiados es de 0.66 ppm el cual se encuentran por debajo de límite máximo permisible, con respecto al nivel foliar el valor fue de 2.84 ppm. En cuanto a las almendras o granos de cacao es de 1.55 ppm y las cascarillas de 2.04 ppm, estos dos elementos analizados están por encima de lo que establece la Unión Europea. Estos datos determinados podrían ser causa de la ubicación de algunas de las parcelas se encuentran en la ribera del Río Huallaga y Tulumayo así como también del uso de fuentes fosfatadas.

ARÉVALO ET AL. (2016). En su investigación realizada en tres regiones del Perú se determinó las concentraciones de cadmio en plantaciones de cacao a profundidad de 0-20 cm. Se determinó que a mayor profundidad no aumenta la concentración de cadmio y mediante la correlación de Pearson se halló que el cadmio tuvo una correlación positiva y significativa (<0.05) con el pH (0.33), MO (0.33) al igual que el CIC y fosforo. En conclusión, la movilidad y disponibilidad del cadmio en el suelo está muy relacionada con el pH.

HUAYNATES (2013). La investigación se llevó a cabo en el departamento de Huánuco en el distrito de Rupa Rupa, cuyo objetivo era determinar el efecto al aplicar compost y el guano de isla, en suelos contaminados con cadmio. Las dosis usadas fueron de 0.5 kg, 1 kg y 1.5 kg por cada tratamiento. Los resultados obtenidos de la aplicación de materias orgánicas fue la reducción en la concentración de cadmio total que se tenía inicialmente en el suelo. Por lo tanto, en la investigación se concluyó que hay una interacción significativa entre las fuentes de materias orgánicas anteriormente mencionadas y la disminución del metal en el suelo. El cadmio en el suelo en una de las aplicaciones disminuyó de

3.5 ppm a 0.3 ppm; también se identificó que para las menores dosis de compost y guano de isla se obtuvieron mejores resultados.

LLACTAS (2016). El estudio tuvo como escenario la provincia de Leoncio Prado ubicado en la región Huánuco, en las parcelas de la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo (COPAIN). Se realizó la experimentación con 5 dosis de dolomita (0 gr, 500 gr, 1000 gr, 1500 gr, 2000 gr) con el objetivo de evaluar los efectos que produce en las almendras de cacao y suelo contaminado con cadmio. El metal pesado inicial en las almendras de cacao fue de 0.980 ppm, al aplicar el tratamiento varió a 0.487 ppm. Los resultados indican que las dosis de dolomita de 2000 gr y 1000 gr, redujo la concentración de cadmio con mayor eficiencia en la almendra de cacao. En el caso del suelo, los tratamientos de 2000 gr y 500 gr de dolomita fueron más eficientes.

TANTALEAN, HUAUYA (2017). La investigación fue realizada en Jacintillo y Ramal de Aspuzana en las regiones de Huánuco y San Martín, respectivamente. La finalidad fue determinar la distribución del cadmio en las diferentes partes que conforman la planta de cacao y en el suelo. Por ese motivo, se realizó calicatas para conocer el contenido de cadmio en los horizontes. En el suelo ubicado en Huánuco, la mayor concentración de cadmio se obtuvo en el horizonte ubicado de 0 a 10 cm, con un valor de 1.17 ppm. En el caso de Ramal de Aspuzana, la concentración más alta fue de 3.68 ppm en la profundidad de 60 a 85 cm. Por último, se determinó que en las diferentes partes estudiadas que conforman la planta de cacao, el tallo muestra mayor contenido del metal pesado, seguido de las hojas, raíces y finalizando están las almendras y cáscaras. En conclusión, el contenido de cadmio en las plantas de cacao es diferente.

MAGUIÑA (2017). Los ensayos de la investigación se realizaron en un invernadero cuyas condiciones fueron controladas. La finalidad es determinar el efecto de la planta *Lupinus mutabilis Sweet* en los suelos que se encuentran contaminados con cadmio y como afecta al desarrollo de sus órganos. Las concentraciones de cadmio en el suelo inicialmente fueron de 0mg, 4 mg, 8 mg, 12 mg y 16 mg. La muestra de suelo con mayor contaminación (16ppm), obtuvo los valores más altos en las diferentes partes de la planta, debido a que en las raíces se encontró el valor 3.13 ppm, el tallo con 0.15 ppm y las hojas con 0.13

ppm. También, se concluye que la supervivencia de la planta disminuye con el tiempo porque el contenido de cadmio va en aumento.

SUAÑA (2017). El estudio se realizó en la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, el objetivo fue conocer la capacidad de absorción que tiene la planta de girasol en suelos contaminados de cadmio. La investigación se realizó en dos ambientes: invernadero y el exterior, para ello se utilizó 10 macetas para cada ambiente. Se determinó el cadmio en el suelo, así como también en los tejidos vegetales. La concentración del metal pesado en el suelo del invernadero fue de 24.36 ppm y al exterior fue de 21.76 ppm, por ese motivo se indica que no existe diferencia estadística. En el caso de los tejidos vegetales, la mayor concentración de cadmio se obtuvo en las raíces (invernadero: 1.80 ppm, exterior: 0.88 ppm), en las hojas fue de 0.29 ppm en el interior y en el exterior 0.21 ppm y en el tallo se obtuvo 0.29 en el invernadero y 0.27 en al ambiente exterior.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Cacao

Es un árbol con un tamaño aproximado de 5 – 8 m, pero también puede llegar a medir 20 m. Sus hojas son simples y verdes mayormente, pero los colores pueden variar, sus frutos tienen forma de baya con un tamaño de 30 cm y 10 cm de diámetro de colores como rojo, amarillo. La pulpa de cacao se caracteriza por tener su aroma y sabor que va de ácido a dulce. Aproximadamente, a los 3 a 4 años después de plantar el cacao nacen los frutos (Anacafe, 2004).

Tabla N°1 . Composición química nutricional del cacao

Energía	<i>456 kcal</i>
Agua	<i>3,6 g</i>
Proteína	<i>12 g</i>
Grasa	<i>46,3 g</i>
Carbohidrato	<i>34,7g</i>
Fibra	<i>8,6 g</i>
Calcio	<i>106 mg</i>
Fosforo	<i>537 mg</i>
Hierro	<i>3,6 mg</i>

Fuente: Asistencia Técnica dirigida en manejo del cultivo de cacao – UNALM (2012)

Tabla N°2. Taxonomía

Clase	Angiospermae
Sub clase	Dicotyledoneae
Orden	Malvales
Familia	<i>Malvaceae</i>
Genero	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>(Theobroma cacao L.)</i>

Fuente: Díaz (2013)

1.3.1.1 Variedades de cacao

Las variedades de cacao se dividen en tres grupos:

Cacao Forastero: Son de origen amazónico, arboles robustos, con hojas pequeñas, cascarras duras y lisas, los frutos que tienen son mayormente aplanadas y de sabor amargo. Estos tipos de cacao son resistentes a enfermedades y se adaptan a distintos ambientes por eso es que es la más cultivada en el mundo. (Guía Tecnológica del cultivo de cacao, 2009).

Cacao criollo: También llamado nativo, se desarrollan al norte de Sudamérica y Centroamérica, sus frutos son de color rojo o amarillo que tienen finas paredes. Las semillas son de gran tamaño, redondas y existen en colores blancos o púrpura pálido, este tipo de cacao producen la más alta calidad de chocolate, pero muestra dificultades para los productores pues su rendimiento es bajo y están expuestos a enfermedades. (FAO, 2013).

Cacao trinitario: Son de origen híbrido, entre el Criollo y Forastero. Se le conoce también como el cacao de fino aroma. Se cultiva en países como México, Sudamérica y Centroamérica, Trinidad. Esta variedad se usa como injerto para producir en mayor cantidad el cacao, pero sin perder sus características. (Martínez, 2007).

1.3.1.2 Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de cacao

Altitud: Las plantaciones de cacao crecen adecuadamente en altitudes de hasta 1200 m.s.n.m, a mayores altitudes pueden existir dificultades en la floración porque el cacao es sensible a las épocas de frío y de esta manera sus frutos y flores sufrirían caídas prematuras. (Manual para la producción de cacao orgánico en las comunidades nativas de la Cordillera del Cóndor, 2009).

Precipitación: El cacao es una fruta que requiere de un buen abastecimiento de agua para realizar sus actividades metabólicas. El factor climático como la lluvia varía en las regiones, así como también en las estaciones del año, pero es uno de los factores determinantes para un buen manejo del cultivo de cacao.

La precipitación adecuada para el cultivo es de 1600 – 2500 mm al año, las precipitaciones que sobrepasen estos valores podrían dañar la producción de cacao. (Paredes, 2003).

Temperatura: La temperatura es un elemento que interviene en las reacciones metabólicas de las especies vegetales por lo que es imprescindible para que el desarrollo fisiológico, floración, y fructificación sea eficiente. Los valores de temperatura para que el cultivo de cacao no sea vea afectado son los siguientes: Máxima (32° C), Mínima (23° C), y la óptima (25° C). Si las temperaturas son mayores a 32°C provocarían modificaciones fisiológicas en las plantaciones, por eso es necesario que los cultivos estén en la sombra y así evitar en gran medida el contacto directo de los rayos solares. Las temperaturas menores a 22° C no son buenas pues pueden que no se desarrollen los cultivos. (Loli, 2012).

Vientos: Los cultivos de cacao no pueden estar expuestos a vientos fuertes o brisas pues hacen que pierdan agua y también que las hojas cierren las estomas y no cumpla con su rol que es la fotosíntesis, por lo tanto, la planta llega a morir. Las velocidades mayores de 4 m/ s producen que las hojas se desprendan prematuramente. (Johnson, J.; Bonilla, J.; Castillo, A., 2008).

Humedad: La humedad es muy importante en el desarrollo de las plantaciones de cacao, debido a que, si este factor es mayor al 80 % de, existen posibilidades de producir enfermedades por hongos. Los valores adecuados están entre 70 % y 80 %. (Batista, 2009).

pH: En general, el pH es importante en los suelos para cualquier tipo de cultivo. Los pH para un buen crecimiento de plantas de cacao van de 6.0 a 7 pero el adecuado sería 6.5, también hay plantaciones que se adaptan a pH muy ácidos y básicos desde los 4.5 a 8.5 pero con resultados de escasos de producción. (López, 2015).

Topografía: La topografía en las plantaciones de cacao es otro factor elemental porque algunas de ellas pueden ser accidentadas y dificulta la utilización de maquinarias. Las lluvias también causan que estén en constante erosión y con

ello se desperdicia capa cultivable del suelo. Las soluciones para esto es realizar técnicas de conservación del suelo. Cuando las pendientes son mayores al 15 %, se realizan labores agrícolas manuales y en las menores a ese valor pues se hace el uso de técnicas modernas, las plagas o enfermedades como la moniliasis son escasas. (Paredes, 2003).

Drenaje y aireación: Son otros de los factores más importantes para el desarrollo del cacao, debe existir cambio de oxígeno constantemente porque los seres vivos del suelo consumen ese elemento, y así estos organismos tendrán un mejor funcionamiento en el suelo. La respiración en el suelo se da a través de los poros, por eso no es recomendable que estos se encuentren llenos de agua porque el cacao se ahoga y las plantas mueren ya que no existe intercambio gaseoso. (Enríquez, 1985).

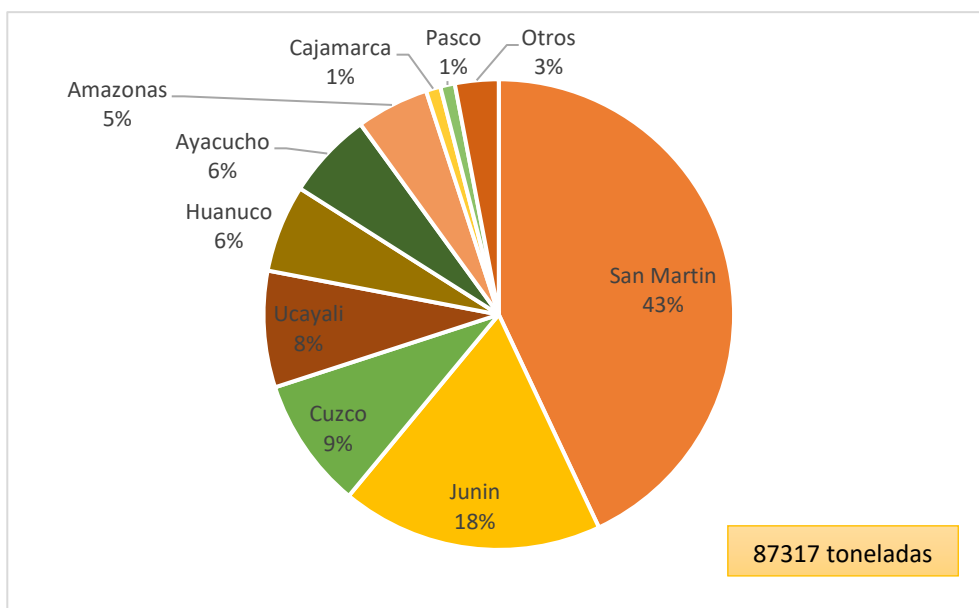
Materia Orgánica: En los suelos que se produzca el cacao la cantidad de materia orgánica tiene que ser la apropiada pues contribuye a la nutrición de la planta y del suelo. Además, este elemento sirve como alimento para los microelementos que se encuentran en el suelo, que intervienen en su formación y desarrollo del mismo. (Loli, 2012).

1.3.1.3 Cacao en el Perú

El cacao es uno de los productos bandera de nuestro país, porque contamos con variedades únicas de cacao debido a que posee un fino sabor y aroma. Debido a eso es que el cacao peruano viene siendo premiado, el año 2016 fue reconocido como el mejor chocolate con leche realizado por el International Chocolate Awards en Londres y Bryan Graham's Fruition Chocolate.

En la actualidad, las exportaciones de cacao ubican al Perú en el quinto lugar y se estima que tiene el 36 % de producción mundial de cacao. En el año 2016 se exportaron cerca de 183 millones de dólares. (Perú 21, 2017).

Las hectáreas de producción que tiene el Perú son de 144 mil hectáreas, de las cuales el 75 % se exportan cacao de alta calidad. (Diario Gestión, 2016).



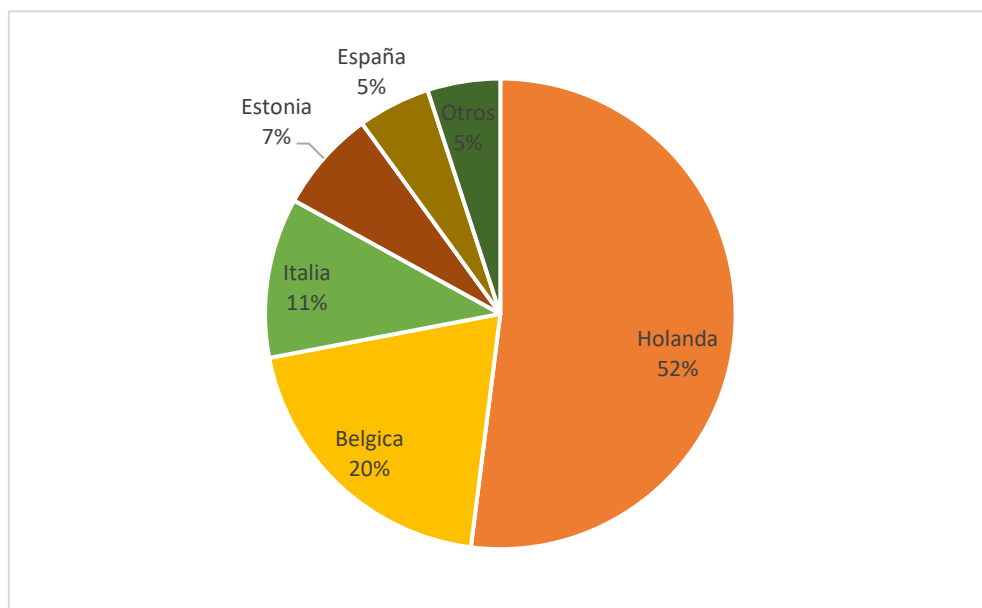
Fuente: Minagri – Estudio del Cacao en el Perú y el mundo (2016)

Gráfico N°1. Principales regiones productoras de cacao en el 2015

Tabla N°3. Principales empresas exportadoras de cacao en el Perú en el 2015

Empresa	Peso (tn)
Sumaqao S.A.C	10112
Amazonas Trading Perú S.A.C	9363
Cafetalera Amazónica	8538
Machu Picchu Coffee Trading S.A.C	6613
Cooperativa Agraria Cacaotera Acopagro	4040
Asociaciones de productores Cacao Alto Hu	1170
Cooperativa Agroindustrial Tocache	1153

Fuente: Minagri – Estudio del Cacao en el Perú y el mundo (2016)



Fuente: Minagri – Estudio del Cacao en el Perú y el mundo (2016)

Gráfico N°2. Principales mercados europeos de exportación en el año 2015

1.3.1.4 Cacao en el mundo

El cacao es una fruta, que en muchos de los países productores es su principal entrada económica. La calidad de cada grano de cacao en los países depende sus suelos, condiciones climáticas, variedades, el manejo que se le brinda a las cosechas y al proceso de obtención de chocolate y más derivados. Según la FAO, la producción de cacao ha crecido 2.4 % anualmente en el periodo 1995 – 2013. En el 2012 se estima que se generaron 10 000 millones de dólares, y las áreas cosechadas en el 2013 llegaron a 10 millones de Ha. África es uno de los continentes con mayor producción de cacao, seguido de Asia y América, esta última incrementó 15.7 % anual en los periodos 2000 – 2013. (Escuela superior politécnica del litoral, 2016).

1.3.2 Cadmio

Este metal pesado se encuentra en pocas concentraciones en el ambiente, pues no se considera vital para los seres vivos. Está ubicado en el grupo III B de la tabla periódica de los elementos químico, el color que posee es blanco plateado suave. El cadmio tiene un gran periodo de permanencia en el suelo que es alrededor de 300 años. (Araujo, 2016).

Tabla N°4. Propiedades del cadmio

Número atómico	48
Masa atómica	112,40
Punto de fusión	320.9°C
Punto de ebullición	765 ° C
Densidad	8.65 kg / litro

Fuente: Arenas, S.; Hernández, S. (2012)

Para determinar que un elemento es toxico, debe tener las siguientes características: producir daños significativos al hombre y ambiente, bioacumulación, ser resistentes a permanecer en el medio ambiente, desplazarse a grandes distancias a través del aire y agua. (Ramírez, 2002).

Las fuentes del cadmio pueden ser antropogénicas debido a las emisiones atmosféricas originadas por las industrias mineras, pues el cadmio es un subproducto del Pb, Zn, Cu y otros metales. Además, se debe también a la quema de residuos municipales, manufactura de pigmentos, plásticos, baterías, insecticidas. Los depósitos directos, es la principal contaminación en los suelos agrícolas se debe a la utilización fertilizantes fosfatados, igualmente de las aguas residuales provenientes de la agricultura, la contaminación por procesos industriales debido a los residuos mineros de las industrias del plateado y galvanizado.

La otra fuente de cadmio es el natural producido por la actividad volcánica. Fuente. (Rodríguez, 2008).

Determinación de cadmio mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica

1. Solución patrón: Preparar estándares a usar de cadmio, para obtener 1000 mg/ L del patrón a usar se necesita 1000 mg de cadmio para ser mezclados con 14 ml de agua desionizada y 7 ml de ácido nítrico. Luego, se agregará agua desionizada en una fiola de 1L, para así diluirlo.
2. Solución madre: Preparar la solución madre con el patrón de cadmio de 1000 mg/L, hasta llevarlo a una concentración de 10 mg/L.

3. Curva de calibración: Con la solución anterior, hallar los puntos para la curva de calibración de acuerdo con mi rango de trabajo y leerlo en el equipo. Utilizar HNO₃ como blanco y para las diluciones.
4. Tratamiento de la muestra: Tener la muestra de suelo tamizada y seca, las de plantas deben ser secadas en una estufa para luego ser molida. Pesar las muestras de suelo y planta, para realizar la mezcla con ácido nítrico (1:1), la cual estará se calentará de 90° a 100 ° C por 15 minutos. Enfriar la mezcla y adicionar HNO₃ para hacer nuevamente la digestión por 30 minutos. Añadir agua con peróxido de hidrogeno de 30 %, aforar hasta el volumen requerido. Luego, agregar HCl y calentar por 15 minutos. Filtrar este extracto resultante.
5. Lectura en el equipo de absorción atómica.
(Barrueta, 2013).

1.3.2.1 Cadmio en plantas

El cadmio es un metal pesado que no es importante para el desarrollo de las plantas, pero suelen contener en pocas cantidades debido a que se encuentran naturalmente en el suelo. La absorción de este metal pesado por las plantas es toxica, pero están se regulan mediante factores como el pH, materia orgánica, micro y macronutrientes. Algunos estudios señalan que la disminución de cadmio se debe al aumento de CEC (Capacidad de cambio catiónico del suelo), porque el suelo absorbe iones. (Cano, 1993).

Principalmente, el cadmio se almacena en la raíz dentro de las vacuolas de las células, y lo demás se deposita en los tallos, hojas, frutos y semillas. Cuando el metal pesado está en la raíz se dirige a la xilema por el espacio que fluye el agua y otras sustancias (apoplasto). El cadmio también causa que los nitratos disminuyan y estas no viajen de la raíz al tallo. Las plantas que se encuentran en suelos contaminados de cadmio cambian su fotosíntesis y transpiración. (Rodríguez, 2008).

Absorción de minerales del suelo por plantas

El suelo contiene rocas diminutas y materia orgánica las cuales alojan espacios que tienen agua y aire. De esta manera, las plantas extraen agua y los minerales del suelo. Los nutrientes que se encuentren en el suelo serán absorbidos mediante los pelos absorbentes ubicados en la zona pilífera de la raíz. A Los

pelos absorbentes tienen una protuberancia (evaginación), y su objetivo es incrementar la superficie de absorción, luego los nutrientes atraviesan por diferentes tejidos de la raíz hasta la xilema y este los conduce hasta la zona fotosintética de la planta. Los nutrientes aprovechan los espacios para ingresar por el córtex de la raíz y luego llegan a la endodermis (capa interna del córtex). Una vez ahí, forman la savia bruta que viajan grandes trayectos de la xilema hasta las hojas (Meléndez y Molina, 2002).

Las plantas por naturaleza poseen mecanismos para absorber y concentrar nutrientes, pero muchas veces las plantas acumulan metales pesados que no son importantes para su desarrollo. La planta al momento de absorber el metal pesado depende principalmente de la movilización de este, ya que viaja del suelo a la raíz de planta, luego las células corticales (su función es del movimiento del agua y minerales del suelo) se van a encargar de transportar el metal pesado hacia a los tallos. Finalmente, los metales pesados se movilizan de los tejidos foliares hasta las semillas, frutos y mucho de estos son consumidos directamente por los seres vivos. (Jhon y Leventahl, 1995).

Factores que influyen en la disponibilidad del cadmio en la planta.

El cadmio se caracteriza por su gran movilidad al viajar de las raíces hacia las hojas de la planta. Uno de los más importantes que influyen en la disponibilidad de cadmio en las plantas es el PH, debido a que en suelos ácidos se encuentran más disponible el metal pesado y en suelos básicos naturales o con alguna mejora en su drenaje o tratamiento con cal, el cadmio existe en menor concentración.

Otros factores que influyen son la clase y cantidad de materia orgánica, la temperatura, cantidad de arcilla, potencial redox y agua que posea el suelo del cultivo. (Dalzell, 1991).

1.3.2.2 Cadmio en el suelo

El cadmio permanece en los suelos alrededor de 300 años y solo 10 % se puede transformar, la cantidad de cadmio en rocas sedimentarias e ígneas no sobrepasan al 0.5 %. Los niveles de cadmio en los suelos son de 0.07 y 1.1 mg/kg, el ingreso de este metal al suelo se debe generalmente al uso de fertilizantes fosforados. Muchas veces se usa los lodos de las aguas residuales (provenientes de procesos industriales) como fertilizantes para el suelo debido a

los nutrientes que este posee y con ello se ocasiona la acumulación de este elemento en el suelo. (Herrera, 2000).

Factores que influyen en la disponibilidad del cadmio en el suelo.

pH: Es uno de los factores más importantes del suelo porque permite conocer la movilidad que tienen los metales en este recurso. A valores altos de pH, el cadmio tiene dificultades en su movilización, también este afecta que el cadmio ingrese a las raíces de las plantas. Mayormente, los pH ácidos benefician la solubilidad del cadmio y tendría un alto potencial de lixiviación de metales, esto ayudaría en los tipos de suelos con textura gruesa debido a la baja capacidad de absorción que poseen. (Navarro, 2006).

Materia Orgánica: Este factor tiene la característica de absorber los iones metálicos, suelos con gran cantidad de materia orgánica tienden a absorber más cadmio. (Reyes, M.; Barreto, L., 2010).

Textura: En los suelos arenosos existen problemas de retención de metales pesados porque estos se caracterizan por tener poros pronunciados, no se aprovecha el agua para las plantas, ni se retiene adecuadamente los nutrientes. (Sánchez, 2013).

Macronutrientes y micronutrientes: Los fertilizantes que contengan nitrógeno y fosforo al adicionarlos en el suelo, afectan la capacidad de absorción del Cd por plantas ya que ocasiona cambios en el pH y en la CIC de los suelos. En el caso de los micronutrientes, mediante estudios se determinó que la presencia de zinc en los suelos disminuye el contenido de cadmio y de esa manera se controla la disponibilidad de Cd para las plantas. (Sánchez, 2013).

1.3.2.3 Cadmio en la salud

Los metales pesados causan graves problemas en los seres vivos, a pesar de estar en concentraciones mínimas. Uno de ellos es el cadmio, el cual ingresa mayormente por vía digestiva, también a través del humo del tabaco. Las personas que se encuentran cerca a los depósitos de residuos peligrosos respiran cadmio y les afectaría los pulmones, incluso causar la muerte.

El cadmio al entrar a los riñones daña al mecanismo de filtración.

Otros efectos: Posible desarrollo de cáncer, daños en el sistema nervioso, problemas de fertilidad, diarreas, vómitos, dolor de estómago. (Arcentales, C.; Arcentales, G., 2010).

1.3.3 Carbonato de calcio

Es uno de los principales compuestos de la calcita o piedra caliza, color blanco e insípido. Se extrae mayormente de las canteras o minas, para después ser triturada mecánicamente. En muchos casos se usa para la construcción, aditivos para los cementos y en la agricultura.

1.3.3.1 Carbonato de calcio en suelos

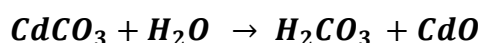
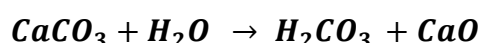
Los carbonatos son importantes porque influyen en las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo, aportan elementos como calcio, magnesio y otros nutrientes. El tamaño de las partículas es fundamental, porque determina la eficacia de su reacción con el pH del suelo ya que posee mayor espacio para las reacciones químicas.

Unos de los factores más importantes del suelo en el que influye el carbonato de calcio es el pH, ya que neutraliza la acidez del suelo. También interviene en la reducción de la concentración de Al en el suelo, suelos más porosos y oxigenados, por eso existe el aumento de la disponibilidad de P, K, Mg y mejora en procesos de nitrificación. (International Plant Nutrition Institute, 2016).

1.3.3.2 Carbonato de calcio en plantas

Los carbonatos de calcio en las plantas resultan de gran importancia pues aportan en la nutrición vegetal, porque mejora el crecimiento y formación de las raíces, neutraliza las sustancias tóxicas que puedan producirse en las plantas. Disminuye la concentración de aluminio y así se evitará que las plantas tengan problemas en la división celular en sus raíces, es por eso que muchas veces en los suelos ácidos el sistema radicular crece con dificultades y no se desarrolla correctamente. También, el carbonato de calcio en muchos casos inhibe en la absorción de Cd y otros metales pesados en las plántulas. En suelos ácidos, se usa mayormente el carbonato de calcio ya que lo neutralizará, brindará calcio para nutrir las diferentes plantas y se precipitará en el suelo como carbonato de cadmio. (Espinoza y Molina, 1999).

Reacción Química



1.3.3.3 Normas reguladoras del cadmio en el cacao y en el suelo

El cadmio es un metal pesado que, si excede en su consumo, ocasiona daños en la salud de las personas. De tal manera existen normativas que regulan la concentración de cadmio en los alimentos, en este caso en el cacao y son los siguientes:

Reglamento de la Unión Europea N, ° 488 / 2014, contenido máximo de cadmio en productos alimenticios. *Productos específicos de cacao y chocolate.*

Tabla N°5. Reglamento de la UE N° 488/2014

Chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao < 30 %	0.10 a partir del 1 enero de 2019
Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao < 50 %; chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 30 %	0.30 a partir del 1 enero de 2019
Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50 %	0.80 a partir del 1 enero de 2019
Cacao en polvo vendido al consumidor final o como ingrediente en cacao en polvo edulcorado vendido al consumidor final (chocolate para beber)	0.60 a partir del 1 enero de 2019

Fuente: Comisión de la Unión Europea (2014)

Por otro lado, el MINAM establece estándares de calidad ambiental para suelos agrícola, respaldado por el D.S N° 002-2013 en la cual refiere que el cadmio en suelos agrícolas es 1.4 mg/kg.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cuál es el efecto del carbonato de calcio en la absorción de cadmio en las plantas de cacao que se desarrollan en suelos contaminados de Pucayacu - Huánuco?

1.4.2 Problemas específicos

¿Cuál es la concentración de cadmio que se encuentra en la biomasa radicular de las plantas de cacao después de aplicar carbonato de calcio a suelos contaminados?

¿Cuál es la concentración de cadmio que se encuentra en la biomasa del tallo de las plantas de cacao al aplicar carbonato de calcio a suelos contaminados?

¿Cuál es la concentración de cadmio que se encuentra en la biomasa foliar de las plantas de cacao al aplicar carbonato a suelos contaminados?

¿Qué concentración de cadmio se encuentra en el suelo después de aplicar carbonato de calcio?

1.5 Justificación del estudio

Es importante conocer el efecto del carbonato de calcio en la absorción de cadmio en las plantas de cacao en suelos contaminados y de esa manera contribuir en que este producto bandera de nuestro país como lo es el cacao continúe relevante en el mercado europeo, asimismo se asegure su producción en vista que aproximadamente 90 000 personas se dedican a la producción y exportación de cacao quienes se verán afectadas por las exigencias del mercado europeo. El mercado europeo es uno de los principales destinos del cacao peruano el cual ha emitido un comunicado donde señala los valores que se permitirán para productos alimenticios derivados del cacao y se deben cumplir antes del 1 de enero del 2019.

Por otro lado, la investigación será de interés para los empresarios, estudiantes, profesionales, e investigadores que buscan conocer los efectos que pueda tener algunos tratamientos, en este caso usando el CaCO_3 en la absorción de cadmio en las plantas de cacao en suelos contaminados de la selva peruana de Huánuco, que es la quinta región con mayor producción nacional de cacao con un 6 %; información que permite iniciar estrategias para el control de cadmio en los frutos y suelos.

La agricultura sostenible busca el empleo de sustancias que coadyuven al desarrollo de los cultivos al mismo tiempo la protección de los recursos (agua y suelo), siendo necesario que los productores de cacao conozcan de estos, la agricultura ecológica es económicamente viable y las practicas que usan varían

de acuerdo con el contexto, la presente investigación contribuye al cumplimiento de los principios de la agricultura ecológica.

Asimismo, contribuir con información necesaria pues hay escasas investigaciones del tema en la actualidad, información que será relevante y aplicable en otras regiones importantes de producción de cacao como San Martín, Junín, Cusco, Ucayali. Por otro lado, el carbonato de calcio que sea usado como tratamiento es un producto de fácil acceso para los productores de cacao, lo cual contribuirá a la solución del problema de suelos contaminados y la toxicidad de las plantas con cadmio y de esta manera los productores podrán vender sus productos finales de manera segura a partir del año 2019 como lo indica el reglamento de la Unión Europea.

El determinar el efecto que pueda generar el CaCO_3 en las plantas de cacao en suelos contaminados con cadmio nos dará elementos necesarios para definir y seguir con la búsqueda de otras acciones de inhibición y poder reducir los niveles de cadmio en el fruto, plantas y suelos para que así las exportaciones y producción siga creciendo y con ello seguir liderando en la producción del cacao a nivel mundial.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis nula

El carbonato de calcio no inhibe la absorción de cadmio en las plantas de cacao que se desarrollen en suelos contaminados de Pucayacu

1.6.2 Hipótesis alterna

El carbonato de calcio inhibe la absorción de cadmio en las plantas de cacao en suelos contaminados de Pucayacu

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Determinar el efecto del carbonato de calcio en la absorción de cadmio en las plantas de cacao que se desarrollan en suelos contaminados de Pucayacu

1.7.2 Objetivos específicos

Evaluar la concentración de cadmio que se encuentra en la biomasa radicular de las plantas de cacao después de aplicar carbonato de calcio a suelos contaminados

Evaluar la concentración de cadmio que se encuentra en la biomasa del tallo de las plantas de cacao después de aplicar carbonato de calcio a suelos contaminados

Evaluar la concentración de cadmio que se encuentra en la biomasa foliar de las plantas de cacao después de aplicar carbonato de calcio a suelos contaminados

Evaluar el efecto que produce el carbonato de calcio al cadmio presente en el suelo.

2. Método

2.1 Diseño de investigación

El estudio de acuerdo con el fin que persigue es aplicada, porque se aplicará conocimientos adquiridos y también se generará otros para resolver problemas. Asimismo, el nivel de investigación es explicativa porque el objetivo de este estudio es explicar las causas de algún evento o fenómeno de las variables estudiadas. (Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, M.; 2014).

En esta investigación se explicará los efectos que tienen las distintas dosis de carbonato de calcio en las plantas de cacao.

El diseño metodológico es experimental, pues se manipulará intencionalmente las variables del estudio, en la cual se observará los efectos que puedan tener. (Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, M.; 2014).



2.2 Variables, operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Efecto del carbonato de calcio	El CaCO ₃ es el principal compuesto de la piedra caliza, color blanco e insípido. Se extrae mayormente de las canteras o minas, para después ser triturada mecánicamente. (Espinoza y Molina, 1999).	El carbonato de calcio usado es de uso agrícola de la empresa FertiCorp. Las dosis aplicadas son de 2000 kg/ha, 4000 kg/ ha, 6000 kg/ ha, y cada una de ellas tuvo 5 repeticiones. En las macetas, se añadirá en la superficie y al contorno de las muestras germinadas. A los 2 meses se cosechará y se determinará si inhibió el cadmio en las plantas.	Carbonato de calcio	Dosis de carbonato de calcio: 2000 4000 6000	kg/ ha
Absorción de cadmio en plantas de cacao en suelos contaminados	Es la capacidad de absorción que tienen las plantas de cacao instaladas en suelos contenidos con cadmio. (Rodríguez, 2008).	La absorción de cadmio en las plantas de cacao se determinó luego de 2 meses de siembra, se cosecharán las plantas y luego se analizará el cadmio contenido en la biomasa radicular, del tallo y foliar, El análisis se determinará mediante el método de espectrometría de absorción atómica. Por otro lado, se realizó un seguimiento al desarrollo de las plantas con respecto a su altura, diámetro de cuello y número de hojas. Los análisis realizados en el suelo fueron semanales por un período de 2 meses, se midió el PH con el potenciómetro, la temperatura y conductividad eléctrica con el conductímetro.	Concentración de cadmio	Cd en biomasa radicular de la planta Cd en biomasa del tallo la planta Cd en biomasa foliar de la planta Cd en suelo contaminado	mg/ kg
			Planta	Altura de planta	Cm
				Diámetro de cuello	Unidad
				Nº hojas	Unidad
			Suelo	Peso húmedo y seco de la raíz, tallo y hojas	gr
				pH del suelo	(0 – 14)
Temperatura del suelo	(°C)				
Conductividad del suelo	(dS/ m)				

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La población del presente estudio de investigación está conformada por las plantas de cacao instaladas en suelos que contienen cadmio procedente del distrito de Pucayacu, provincia de Leoncio Prado, Región de Huánuco. El total de plantas es de 370 plantas / ha de cacao; las cuales pertenecen al Fundo San Juan del propietario Eleuterio Valle, las plantaciones de cacao tienen entre 1 año y 5 años y el suelo es de tipo franco arcilloso. El área de siembra del cacao abarca 0.5 has y está ubicada entre las siguientes coordenadas UTM: X: 377761 E, Y: 9033690 N; X : 377772 E , Y:9033698 N ; X : 377723 E, Y : 9033652 N y la coordenada X : 377743 E , Y : 9033707 N (ANEXO N°17).

2.3.2 Muestra

Se tiene 15 plantas como muestra en las cuales se analizó la biomasa foliar, tallo y raíz: las mismas que fueron usadas para las tres dosis (2000, 4000, 6000 kg/ha de CaCO₃) y 5 plantas (sin CaCO₃). Las muestras de suelo son de 60 kilogramos. Se cuenta con 20 macetas, las cuales se distribuyeron en 5 macetas con 2000 kg/ha, 4000 kg/ha y 6000 kg/ha y 5 macetas testigo. El área de las macetas fue 0.05 m².

Tabla N°6. Tratamientos y dosis

TRATAMIENTO	REPETICIONES	CARBONATO DE CALCIO
T0	R1	Testigo (sin adición de carbonato de calcio) 0 kg/ha
	R2	
	R3	
	R4	
	R5	
T1	R1	2000 kg/ha
	R2	
	R3	
	R4	
	R5	
T2	R1	4000 kg/ha
	R2	
	R3	
	R4	
	R5	
T3	R1	6000 kg/ha
	R2	
	R3	
	R4	
	R5	

Fuente: Propia (2017)



Fuente: Propia (2017)

Gráfico N°3. Diseño del área experimental

2.3.3 Muestreo

El muestreo de suelo se realizó aplicando la técnica al azar; a una profundidad de 30 cm.

Las semillas del fruto de cacao que fueron obtenidas para plantarlas proceden del Fundo San Juan - Huánuco, empleándose la técnica del tercio medio.

2.3.4 Unidad de análisis

La unidad de análisis es la planta de cacao, sembrada en una maceta que contiene suelo contaminado con cadmio y carbonato de calcio. Cada maceta tiene tres kilos de suelo.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada en la investigación es de observación pues la información se tomó en campo y luego se analizó en el laboratorio para obtener los resultados.

Los instrumentos a utilizar son los siguientes:

- Ficha de muestreo de suelo (Anexo N°1)
- Ficha de muestreo de semilla de cacao (Anexo N°2)
- Ficha de germinación de plantas de cacao (Anexo N°3)
- Ficha de control de desarrollo de plantas de cacao (Anexo N°4)
- Ficha de cosecha de plantas de cacao (Anexo N°5)
- Ficha de contenido de cadmio en planta y suelo (Anexo N°6)
- Ficha de contenido de pH, temperatura y conductividad eléctrica en el suelo (Anexo N° 7)

La investigación siguió el proceso que se detalla a continuación:

PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Reconocimiento de la zona de estudio para el muestreo de semillas y suelo



Determinación inicial de las características fisicoquímicas y contenido de Cd en las muestras de suelo



Acondicionamiento del área experimental



Figura N° 1. Reconocimiento de la zona de estudio



Figura N° 2. Toma de muestras de suelo



Figura N° 3. Acondicionamiento del área experimental

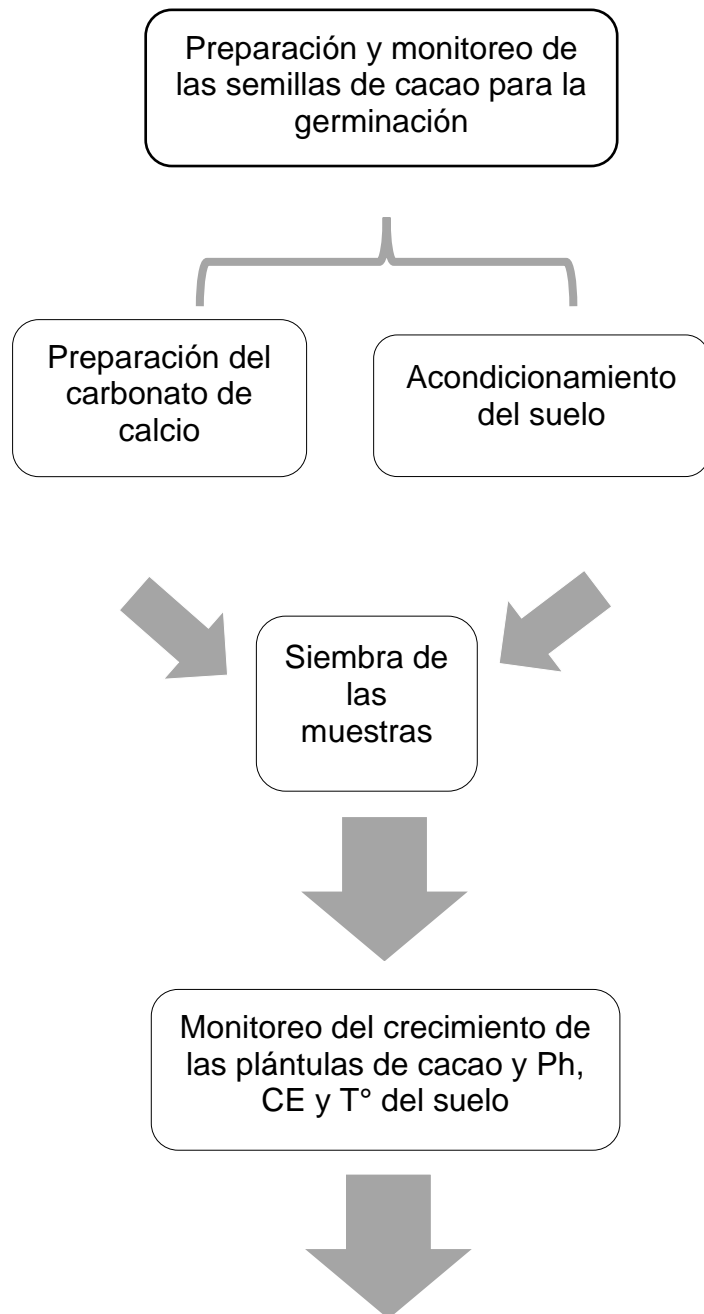


Figura N°4. Semillas listas para la germinación



Figura N°5. Peso de CaCO3 en diferentes adiciones



Figura N°6. Semilla germinada y siembra de muestras

Cosecha de las plantas de cacao



Análisis de cadmio en planta y en el suelo



Procesamiento de los resultados



Figura N°7. Monitoreo del pH y CE del suelo



Figura N°8. Cosecha de las plantas de cacao

2.4.2 Validez y confiabilidad del instrumento

Los instrumentos de la presente tesis fueron validados por especialistas en el tema y la confiabilidad se determinó mediante el Alfa de Cronbach.

Los especialistas fueron:

Dr. Elmer Benites Alfaro

Mg.Sc. Haydeé Suárez Alvites

Ing. Carlos Advincula Zambrano

El análisis de confiabilidad realizado fue por el Alfa de Cronbach para cada instrumento como se indica a continuación:

- Ficha de muestreo de suelos, la validez obtuvo una valoración promedio de 93.5%.

Tabla N°7. Confiabilidad del instrumento N° 1

Alfa de Cronbach	N° de elementos
0,912	10

- Ficha de muestreo de semilla de cacao de planta de cacao, la validez obtuvo una valoración promedio de 93.5 %.

Tabla N°8. Confiabilidad del instrumento N° 2

Alfa de Cronbach	N° de elementos
0,877	10

- Ficha de germinación de plantas de cacao, la validez obtuvo una valoración promedio de 94.3 %.

Tabla N°9. Confiabilidad del instrumento N° 3

Alfa de Cronbach	N° de elementos
0,916	10

- Ficha de control de desarrollo de plantas de cacao, la validez obtuvo una valoración promedio de 94.3 %.

Tabla N°10. Confiabilidad del instrumento N° 4

Alfa de Cronbach	N° de elementos
0,911	10

- Ficha de cosechas de plantas de cacao, la validez obtuvo una valoración promedio de 94.17 %.

Tabla N°11. Confiabilidad del instrumento N° 5

Alfa de Cronbach	N° de elementos
0,894	10

- Ficha de contenido de cadmio en planta y suelo, la validez obtuvo una valoración promedio de 91.6 %.

Tabla N°12. Confiabilidad del instrumento N° 6

Alfa de Cronbach	N° de elementos
0,923	10

- Ficha de contenido de pH, temperatura y conductividad eléctrica en el suelo, la validez obtuvo una valoración promedio de 94 %.

Tabla N°13. Confiabilidad del instrumento N° 7

Alfa de Cronbach	N° de elementos
0,911	10

2.5 Métodos de análisis de datos

En la investigación sobre los efectos del carbonato de calcio en la absorción de cadmio en plantas de cacao que se desarrolla en suelos contaminados, los resultados de los análisis en laboratorio y los instrumentos usados serán procesados en Excel y programas estadísticos como SPSS. Se usaron las pruebas de correlación de Pearson y las pruebas de medias por T- de Student, ambas a un margen de error de 5 %.

2.6 Aspectos éticos

Los resultados obtenidos en la investigación son veraces, porque se evitó hacer el uso de copia de información de otras investigaciones. También, los instrumentos y metodología han sido validados por tres especialistas en el tema.

3 Resultados

3.1 Caracterización de suelos y semillas

3.1.1 Caracterización de suelos

Tabla N°14. Resultados del análisis inicial del suelo.

Parámetros		Unidades	Resultado
pH		0-14	4.11
C.E		dS/m	0.18
CaCO ₃		%	0.00
M.O		%	0.61
P		ppm	3.4
K		ppm	54
Análisis Mecánico	Arena	%	64
	Limo		11
	Arcilla		25
Clase Textural			Fr.Ar.A.
CIC			11.2
Cationes Cambiables	Ca ⁺²	meq/100g	0.73
	Mg ⁺²		0.3
	K ⁺		0.31
	Na ⁺		0.18
	Al ⁺³ + H ⁺		2.6
Suma de Cationes			4.13
Suma de Bases			1.53
% Sat. De Bases		%	14
Cd		ppm	1.5

Fuente: Laboratorio de UNALM, Laboratorio INTERLABS (2017)

En la tabla N° 14, se muestran los resultados del análisis de suelo inicial, tanto las propiedades físicas como químicas y también la concentración de cadmio. De acuerdo con los resultados, se encontró que el suelo es franco arcilloso arenoso, con pH de 4.11 y conductividad eléctrica 0.18 dS/m. La materia orgánica tuvo un porcentaje de 0.61 y CaCO₃ fue de 0. La concentración de cadmio en el suelo presentó un valor de 1.5 ppm.

3.1.2 Caracterización de semillas

3.1.2.1 Germinación de semillas

Se realizó control de la germinación de las 20 semillas de cacao, los resultados obtenidos fueron:

Tabla N°15. Germinación de semillas de cacao

Día de Germinación	Frecuencia	Porcentaje
6 ° día	13	65,0
7 ° día	7	35,0
Total	20	100,0

Fuente: Propia (2017)

De acuerdo a la Tabla N°15, al sexto día germino el 65 % de semillas y la diferencia al séptimo día.

3.1.2.2 Longitud de semilla

La longitud de las semillas de cacao se midió y se obtuvo los siguientes valores:

Tabla N°16. Longitud de la semilla de cacao

Longitud de semilla	Frecuencia	Porcentaje
2,60 cm	6	30,0
2,70 cm	10	50,0
2,80 cm	3	15,0
2,90 cm	1	5,0
Total	20	100,0

Fuente: Propia (2017)

De acuerdo a la tabla N° 16, se aprecia que el valor mínimo de la longitud de la semilla de cacao es de 2.6 cm (30%), y el máximo de 2.9 cm (5%). El promedio fue de 2.8 cm.

3.1.2.3 Circunferencia de semilla

La circunferencia de las semillas de cacao se midió y los valores que se obtuvieron son los siguientes:

Tabla N°17. Circunferencia de la semilla de cacao

Circunferencia de semilla	Frecuencia	Porcentaje
3,00 cm	3	15,0
3,10 cm	8	40,0
3,20 cm	8	40,0
3,30 cm	1	5,0
Total	20	100,0

Fuente: Propia (2017)

De acuerdo a la tabla N° 17, se aprecia que el valor mínimo de la circunferencia es de 3 cm y el máximo de 3.3 cm. El promedio fue de 3.1 cm (40 %).

3.2 Cadmio en raíz de plantas de cacao al aplicar carbonato de calcio Biomasa radicular

Tabla N°18. Peso húmedo y seco de las raíces de las plantas de cacao

Tratamiento	Peso húmedo (gr)	Peso seco(gr)
T0 = Testigo	81.2	46.8
T1 = 2000 kg/ ha CaCO ₃	81.8	44.8
T2 = 4000 kg/ ha CaCO ₃	78.4	40.8
T3 = 6000 kg/ ha CaCO ₃	81.2	44.0

Fuente: Propia (2017)

En la tabla N°18, se presenta los resultados de peso húmedo y seco de las raíces de las plantas de cacao al finalizar el experimento. Con respecto al peso húmedo, el tratamiento sin carbonato de calcio y con 6000 kg/ha tuvieron en promedio 81.2 gr. El menor peso fue para el tratamiento 2 (4000 kg/ ha) con 78.4 gr. y el tratamiento con 2000 kg/ha presentó un valor de 81.8 gr. El peso en seco en el testigo fue de 46.8 gr., el tratamiento 1 y 3 presentaron valores cercanos con 44.8 y 44 respectivamente, el tratamiento que tuvo un menor peso con 40.8 gr., fue el tratamiento 2.

3.2.1 Cadmio en la raíz

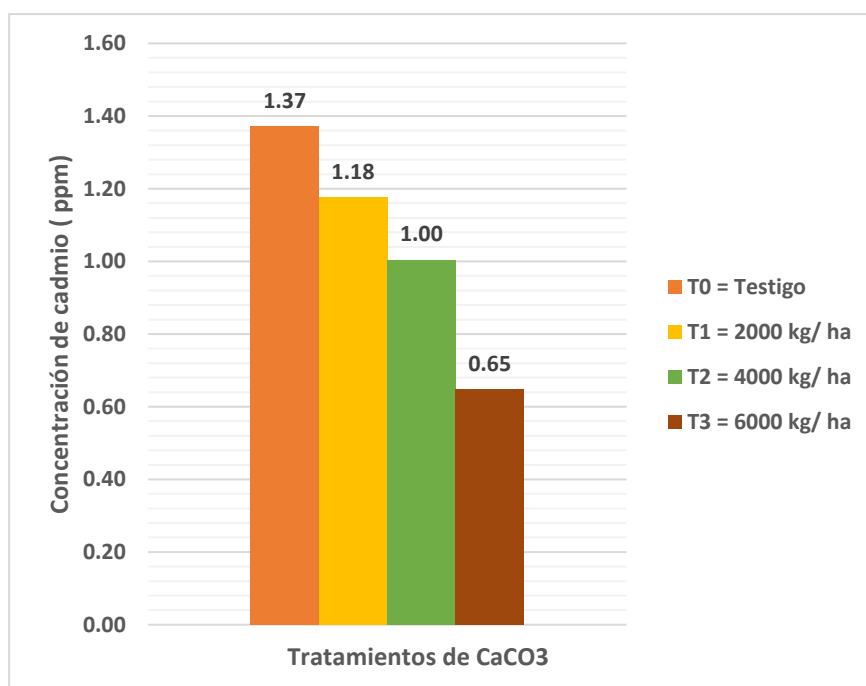
Tabla N°19. Cadmio en la raíz de plantas de cacao al final del experimento

Tratamiento	Concentraciones de cadmio (ppm)					Promedio	Desviación estándar
	R1	R2	R3	R4	R5		
T0 = Testigo (sin carbonato de calcio)	1.39	1.33	1.36	1.41	1.37	1.37	0.03
T1 = 2000 kg/ ha CaCO ₃	1.17	1.13	1.21	1.19	1.18	1.18	0.03
T2 = 4000 kg/ ha CaCO ₃	0.99	1.07	1.01	0.98	0.97	1.00	0.04
T3 = 6000 kg/ ha CaCO ₃	0.57	0.65	0.67	0.73	0.62	0.65	0.06

Fuente: Propia (2017)

De acuerdo a la tabla N° 19 los valores obtenidos de cadmio en la raíz, el testigo (T0) tiene un promedio de 1.37 ppm de cadmio. El tratamiento con 6000 kg/ ha de carbonato de calcio presenta la menor concentración de cadmio 0.65 ppm; el

tratamiento 1(2000 kg/ ha) alcanza 1.18 ppm y el T2 (4000 kg/ha) con 1 ppm de cadmio en raíz de cacao.



Fuente: Propia (2017)

Gráfico N° 4. Cadmio en raíz de plantas de cacao

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos se realizó la prueba de T- Student para muestras independientes. Para este análisis estadístico se determinó inicialmente la prueba de normalidad, los datos que se obtuvieron fueron mayores a $\alpha = 0.05$, por lo que se afirma que los tratamientos tienen distribución normal. (ANEXO N° 8).

Tabla N° 20. Prueba de T- Student T0– T1

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en raíz	Se asumen varianzas iguales	0,02	0,89	10,3	8	0,0	0,196	0,01897	0,15225	0,23975

	No se asumen varianzas iguales			10,33	7,996	0,0	0,196	0,01897	0,15224	0,23976
--	--------------------------------	--	--	-------	-------	-----	-------	---------	---------	---------

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 20, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.890 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . La concentración media de cadmio en la raíz del T1 (2000 kg/ ha CaCO_3) posee una diferencia significativa en comparación con el tratamiento testigo.

Tabla N° 21. Prueba de T-Student T0-T2

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en raíz	Se asumen varianzas iguales	0,245	0,634	16,457	8	0,0	0,368	0,02236	0,3164	0,4195
	No se asumen varianzas iguales			16,457	7,479	0,0	0,368	0,02236	0,3158	0,4202

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

De acuerdo a la tabla N° 21, se indica que la significancia de la prueba de Levene es de 0.634 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son

iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Existen diferencias significativas entre el tratamiento 2 (4000 kg/ha) CaCO_3 y Tratamiento 0 (testigo).

Tabla N° 22. Prueba de T- Student T0-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en raíz	Se asumen varianzas iguales	1,277	0,291	24,296	8	0,0	0,724	0,0298	0,65528	0,79272
	No se asumen varianzas iguales			24,296	5,957	0,0	0,724	0,0298	0,65096	0,79704

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ No existe diferencias significativas
$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Las varianzas no son iguales	$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Existen diferencias significativas

En la tabla N° 22, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.291 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . La concentración media de cadmio en la raíz del T3 tiene una diferencia significativa en comparación con el testigo.

Tabla N°23. Prueba de T-Student T1-T2

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en raíz	Se asumen varianzas iguales	0,363	0,564	7,754	8	0,0	0,172	0,02218	0,12085	0,22315
	No se asumen varianzas iguales			7,754	7,401	0,0	0,172	0,02218	0,12012	0,22388

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene		T- Student	
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 23, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.564 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . La concentración media de cadmio en la raíz del T2 (4000 kg/ha) obtuvo mejores resultados comparado a la media del tratamiento 1 (2000 kg/ha).

Tabla N° 24. Prueba de T-Student T1-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en raíz	Se asumen varianzas iguales	1,447	0,263	17,799	8	0	0,528	0,02966	0,45959	0,59641
	No se asumen			17,799	5,882	0	0,528	0,02966	0,45506	0,60094

	varianzas iguales									
--	-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
P ≥ α = Se acepta H ₀ = Las varianzas son iguales	P ≥ α = Se acepta H ₀ = No existe diferencias significativas
P < α = Se acepta H ₁ = Las varianzas no son iguales	P < α = Se acepta H ₁ = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 24, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.263 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H₁. La concentración media de cadmio en la raíz del tratamiento con 6000 kg/ ha y el T1 (2000 kg/ ha) tuvieron una diferencia significativa.

Tabla N° 25. Prueba de T-Student T2- T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en raíz	Se asumen varianzas iguales	0,509	0,496	11,147	8	0,0	0,356	0,03194	0,28235	0,42965
	No se asumen varianzas iguales			11,147	6,989	0,0	0,356	0,03194	0,28046	0,43154

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
P ≥ α = Se acepta H ₀ = Las varianzas son iguales	P ≥ α = Se acepta H ₀ = No existe diferencias significativas
P < α = Se acepta H ₁ = Las varianzas no son iguales	P < α = Se acepta H ₁ = Existen diferencias significativas

En la tabla N°25, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.496 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H₁. Existen diferencias significativas entre los tratamientos 3(6000kg/ha) y 2 (4000 kg/ ha) carbonato de calcio.

3.3 Cadmio en tallo de las plantas de cacao al aplicar carbonato de calcio

3.3.1 Desarrollo de altura y diámetro de plantas de cacao

Tabla N° 26. Desarrollo semanal de la altura y diámetro de plantas de cacao

Tratamiento	Repetición	Altura de planta (cm)							Diámetro (cm)						
	Semana	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	1		1	3.2	5.6	7.9	10.2	14.2		0.16	0.25	0.25	0.32	0.48	0.6
	2		0.8	2.9	4.5	7.2	9.9	14.1		0.13	0.25	0.25	0.41	0.54	0.6
	3		1	3	5.6	7.9	9.8	13.5		0.13	0.29	0.32	0.32	0.45	0.6
	4		1.3	2.5	4.8	7.9	9.1	13.2		0.16	0.25	0.25	0.38	0.51	0.7
	5			1	3.4	6	7.9	11.1			0.16	0.22	0.32	0.32	0.4
	PROMEDIO							13.2							0.6
T1 (2000 kg/ ha CaCO ₃)	1			0.9	2.9	5.2	8.1	12.7			0.13	0.19	0.19	0.38	0.5
	2			1.1	3.4	5.8	7.9	11.3			0.13	0.16	0.16	0.32	0.4
	3		0.9	2.3	3.7	5.9	8.5	13.3		0.16	0.22	0.29	0.41	0.45	0.6
	4			0.9	3.5	5.8	7.7	10.2			0.16	0.19	0.22	0.22	0.3
	5		1.1	2.9	5.4	7.9	9.8	12.6		0.13	0.22	0.22	0.35	0.48	0.5
	PROMEDIO							12							0.5
T2 (4000 kg/ha CaCO ₃)	1		1.1	2.7	4.5	6.8	8.4	11.5		0.13	0.16	0.16	0.35	0.51	0.6
	2		0.8	1.9	4.1	6	7.9	12.3		0.13	0.13	0.16	0.29	0.48	0.6
	3		1.2	2	3.7	5.6	7.4	11.1		0.16	0.19	0.19	0.32	0.45	0.6
	4		1	3.1	4.4	6.1	8.6	12.6		0.13	0.16	0.22	0.38	0.57	0.7
	5			0.8	2.3	5	6.4	11.5			0.25	0.25	0.35	0.54	0.6
	PROMEDIO							11.8							0.6
T3 (6000 kg/ha CaCO ₃)	1		1.3	2.3	3.5	5.1	7.8	11.7		0.16	0.22	0.32	0.45	0.51	0.5
	2			1	3.3	5	7.5	12.9			0.13	0.22	0.29	0.41	0.6
	3		1.2	2.3	4.1	6.2	9.6	12.6		0.13	0.19	0.25	0.41	0.51	0.7
	4		1.3	3.5	6	7.8	10.3	12.1		0.16	0.16	0.19	0.25	0.48	0.6
	5		0.9	3	6.4	7.5	9.3	13.5		0.13	0.13	0.29	0.38	0.51	0.6
	PROMEDIO							12.5							0.6

Fuente: Propia (2017)

Los resultados del desarrollo del tallo de plantas de cacao se presentan en la tabla N° 26. La altura de planta en la semana 7 para el testigo fue 13.22 cm y el diámetro de 0.61 cm. En el T1 (2000 kg/ha) se tiene un promedio de 12.02 cm y diámetro 0.51 cm. En el tratamiento 3 (6000 kg/ ha) se observa que la altura fue de 12.56 con un diámetro promedio de 0.65 cm. El tratamiento 2 (4000 kg/ha) la altura fue de 11.8 cm y el diámetro 0.67 cm.

Biomasa del tallo

Tabla N°27. Peso húmedo y seco del tallo de las plantas de cacao

Tratamiento	Peso húmedo (gr)	Peso seco (gr)
T0 = Testigo	46.2	32.6
T1 = 2000 kg/ ha CaCO ₃	48.0	33.4
T2 = 4000 kg/ ha CaCO ₃	57.0	37.0
T3 = 6000 kg/ ha CaCO ₃	52.0	36.0

Fuente: Propia (2017)

En la tabla N°27 se presentan los resultados del peso húmedo y seco del tallo de plantas de cacao, el peso en húmedo de los tallos de las plantas de cacao fue mayor para el tratamiento con 4000 kg/ ha con 57 gr en peso húmedo y en el seco 37 gr. El testigo fue el tratamiento con menor peso en húmedo con 46.2 gr. y su peso seco con 32.6 gr. En el T3 (6000kg/ha) el peso húmedo fue de 52 y en seco 36 gr. El tratamiento 1 con 2000 kg/ha tuvo un promedio de 48 gr. de peso húmedo y 33.4 gr en seco.

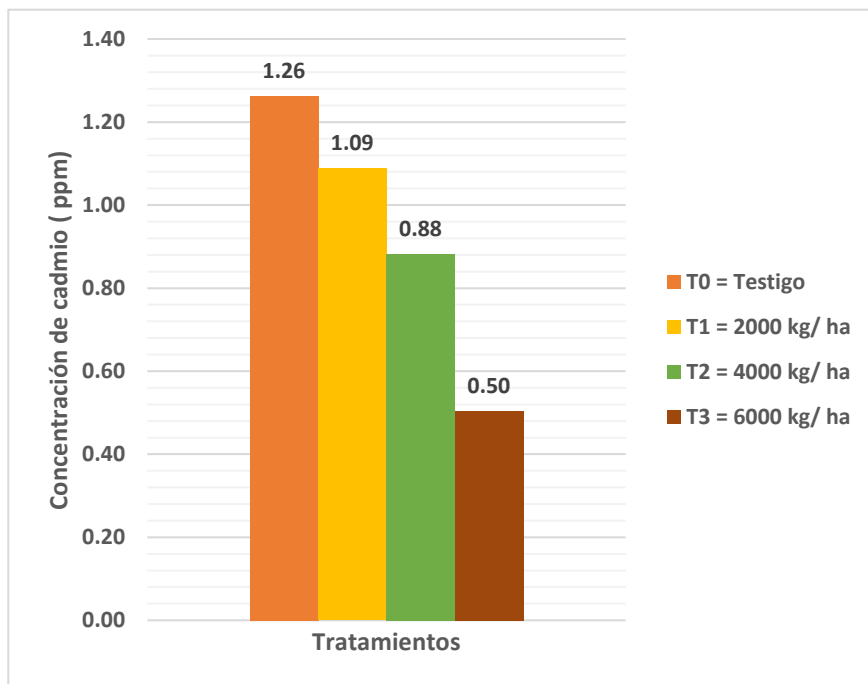
3.3.2 Cadmio en los tallos

Tabla N°28. Cadmio en los tallos de plantas de cacao al final del experimento

Tratamiento	Concentraciones de cadmio (ppm)					Promedio	Desviación estándar
	R1	R2	R3	R4	R5		
T0 = Testigo (sin carbonato de calcio)	1.26	1.21	1.27	1.24	1.33	1.26	0.044
T1 = 2000 kg/ ha CaCO ₃	1.11	1.07	1.09	1.11	1.06	1.09	0.023
T2 = 4000 kg/ ha CaCO ₃	0.91	0.79	0.96	0.89	0.86	0.88	0.063
T3 = 6000 kg/ ha CaCO ₃	0.44	0.54	0.49	0.52	0.53	0.50	0.040

Fuente: Propia (2017)

De la tabla N° 28 se observa que el testigo (T0) tiene un promedio de 1.26 ppm de cadmio en el tallo. El tratamiento con 2000 kg/ ha., de carbonato de calcio presenta 1.09 ppm; el tratamiento con 4000 kg/ ha., de carbonato de calcio presenta 0.88 ppm de cadmio en el tallo de las plantas de cacao mientras que el T3 (6000 kg/ha) obtuvo una menor concentración de cadmio con 0.50 ppm.



Fuente: Propia (2017)

Gráfico N°5. Cadmio en tallos de plantas de cacao

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos se realizó la prueba de T- Student para muestras independientes. Para este análisis estadístico se determinó inicialmente la prueba de normalidad, los datos que se obtuvieron fueron mayores a $\alpha = 0.05$, por lo que se afirma que los tratamientos tienen distribución normal. (ANEXO N° 8).

Tabla N° 29. Prueba de T-Student T0-T1

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en tallo	Se asumen varianzas iguales	0,79	0,4	7,797	8	0,0	0,174	0,2232	0,12254	0,22546

No se asumen varianzas iguales			7,797	5,974	0,0	0,174	0,2232	0,11934	0,22866
--------------------------------	--	--	-------	-------	-----	-------	--------	---------	---------

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 29 se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.400 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . La concentración media de cadmio en el tallo del T1 posee una diferencia significativa en comparación con el tratamiento testigo.

Tabla N°30. Prueba de T-Student T0-T2

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en tallo	Se asumen varianzas iguales	0,529	0,488	11,025	8	0,0	0,38	0,03447	0,30052	0,45948
	No se asumen varianzas iguales			11,025	7,185	0,0	0,38	0,03447	0,29892	0,46108

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 30 se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.488 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales.

Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 , La concentración media de cadmio en el tallo del T2 es menor significativamente a la del T0.

Tabla N°31. Prueba de T-Student T0-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en tallo	Se asumen varianzas iguales	0,003	0,961	28,249	8	0,0	0,758	0,02683	0,69612	0,81988
	No se asumen varianzas iguales			28,249	7,929	0,0	0,758	0,02683	0,69603	0,81997

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ No existe diferencias significativas
$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Las varianzas no son iguales	$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Existen diferencias significativas

En la tabla N° 31 se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.488 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . La concentración media de cadmio en el tallo del T2 es menor significativamente a la del T0.

Tabla N° 32. Prueba de T-Student T1-T2

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en tallo	Se asumen varianzas iguales	2,521	0,151	6,874	8	0,0	0,206	0,02997	0,1369	0,2751
	No se asumen varianzas iguales			6,874	5,03	0,001	0,206	0,02997	0,12911	0,28289

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ No existe diferencias significativas
$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Las varianzas no son iguales	$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Existen diferencias significativas

En la tabla N° 32, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.151 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . La concentración media de cadmio en el tallo del T2 es menor significativamente a la del T1.

Tabla N°33.Prueba de T-Student T1- T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en tallo	Se asumen varianzas iguales	1,606	0,241	28,163	8	0	0,584	0,02074	0,53618	0,63182
	No se asumen varianzas iguales			28,163	6,316	0	0,584	0,02074	0,53387	0,63413

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 33, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.241 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . La concentración media de cadmio en el tallo del T3 fue menor a la del tratamiento sin carbonato de calcio.

Tabla N° 34. Prueba de T-Student T2-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en tallo	Se asumen varianzas iguales	0,581	0,468	11,295	8	0	0,378	0,03347	0,30083	0,45517
	No se asumen varianzas iguales			11,295	6,811	0	0,378	0,03347	0,29842	0,45758

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 34 se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.468 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Existen diferencias significativas entre las concentraciones de cadmio del tratamiento T3 y tratamiento con 4000 kg/ ha de carbonato de calcio.

3.4 Cadmio en hojas de cacao al aplicar carbonato de calcio

3.4.1 Desarrollo de hojas de las plantas de cacao

Tabla N°35. Número de hojas de plantas de cacao por semana

Tratamiento	Repetición	Nº Hojas						
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Testigo	1				5	5	6	7
	2				3	5	5	6
	3				2	5	5	5
	4				4	4	6	6
	5					3	6	6
	PROMEDIO							6
T1 (2000 kg/ ha CaCO ₃)	1					2	5	8
	2				4	4	4	8
	3				4	6	8	8
	4				5	6	6	9
	5				5	5	6	7
	PROMEDIO							8
T2 (4000 kg/ ha CaCO ₃)	1				4	6	5	7
	2				5	7	7	7
	3					4	5	6
	4				5	5	6	8
	5				4	4	5	7
	PROMEDIO							7
T3 (6000 kg/ ha CaCO ₃)	1					4	5	6
	2					5	7	8
	3				6	6	6	6
	4					6	8	7
	5				4	6	8	8
	PROMEDIO							7

Fuente: Propia (2017)

En la tercera semana de experimento aparecieron las primeras hojas de la planta. En la tabla N° 35 se muestra que el testigo (T0) tuvo un promedio de 6 hojas, el tratamiento 1 (2000 kg/ ha) de carbonato de calcio fue de 8 hojas, el tratamiento 2 (4000 kg/ ha) en promedio tuvo 7 hojas al igual que el tratamiento 3 (6000kg/ha).

Biomasa de la hoja

Tabla N°36. Peso húmedo y seco de las hojas de plantas de cacao

Tratamiento	Peso húmedo (gr)	Peso seco (gr)
T0 = Testigo	83.8	45.4
T1 = 2000 kg/ ha CaCO ₃	81.2	48.0
T2 = 4000 kg/ ha CaCO ₃	79.2	42.0
T3 = 6000 kg/ ha CaCO ₃	78.4	49.0

Fuente: Propia (2017)

En la tabla N°36 se presentan los resultados del peso húmedo y seco de las hojas de plantas de cacao, el peso húmedo mayor fue en el testigo con 83.8 gr y en seco obtuvo 45.4 gr. El menor peso húmedo fue del tratamiento 3 (6000kg/ha) con 78.4 gr. En el tratamiento con 2000 kg/ ha el peso húmedo fue de 81.2 gr y en el peso seco fue de 48 gr. Por último, el tratamiento 2 el peso fue de 79.2 en peso húmedo y en el seco fue de 42 gr.

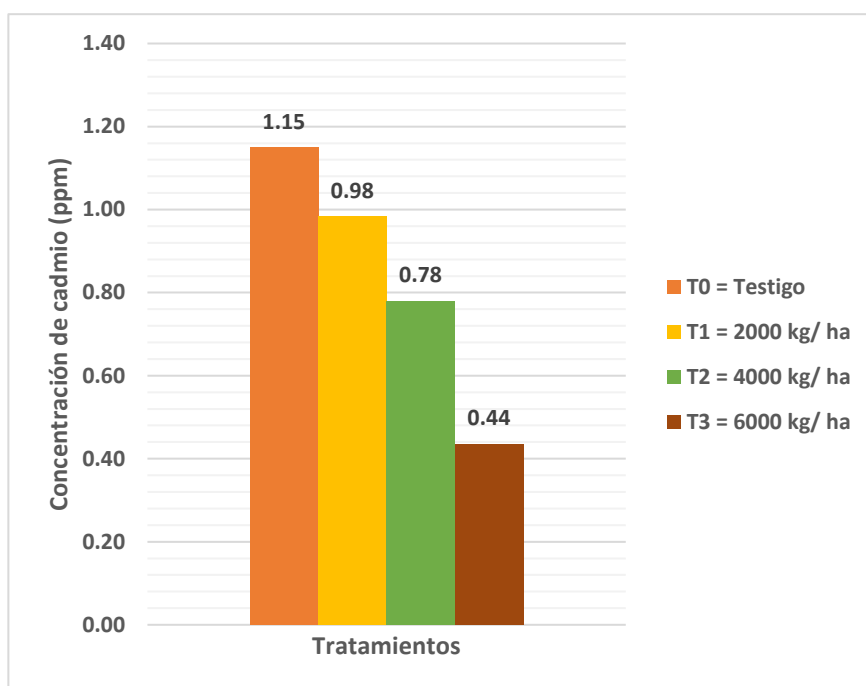
3.4.2 Cadmio en las hojas

Tabla N°37. Cadmio en las hojas de plantas de cacao al final del experimento

Tratamiento	Concentraciones de cadmio (ppm)					Promedio	Desviación Estándar
	R1	R2	R3	R4	R5		
T0 = Testigo (sin carbonato de calcio)	1.21	1.18	1.14	1.13	1.09	1.15	0.046
T1 = 2000 kg/ ha CaCO ₃	1.00	0.90	1.01	1.04	0.97	0.98	0.053
T2 = 4000 kg/ ha CaCO ₃	0.85	0.72	0.70	0.83	0.80	0.78	0.067
T3 = 6000 kg/ ha CaCO ₃	0.40	0.49	0.43	0.50	0.36	0.44	0.059

Fuente: Propia (2017)

En la tabla N° 37 se presentan los resultados de cadmio en las hojas de plantas de cacao, el tratamiento sin carbonato de calcio tiene un promedio de 1.15 ppm de cadmio en las hojas de plantas de cacao. El tratamiento 3 (6000 kg/ ha) de carbonato de calcio presenta la menor concentración de cadmio 0.44 ppm; el tratamiento (4000 kg/ ha) obtuvo 0.98 ppm y en el tratamiento 1 (2000 kg/ha) tuvo el promedio de 0.78 ppm



Fuente: Propia (2017)

Gráfico N° 6. Cadmio en las hojas de plantas de cacao

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos se realizó la prueba de T- Student para muestras independientes. Para este análisis estadístico se determinó inicialmente la prueba de normalidad, los datos que se obtuvieron fueron mayores a $\alpha = 0.05$, por lo que se afirma que los tratamientos tienen distribución normal. (ANEXO N° 8).

Tabla N°38. Prueba de T-Student T0-T1

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en Hoja	Se asumen varianzas iguales	0,036	0,855	5,26	8	0,001	0,166	0,03156	0,09322	0,23878
	No se asumen varianzas iguales			5,26	7,854	0,001	0,166	0,03156	0,09299	0,23901

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 38, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.855 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.01 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . El tratamiento 1 posee una diferencia significativa en comparación con el tratamiento testigo en cuanto a contenido de cadmio en hojas.

Tabla N°39. Prueba de T-Student T0-T2

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en Hoja	Se asumen varianzas iguales	1,887	0,207	10,184	8	0,0	0,37	0,03633	0,28622	0,45378

No se asumen varianzas iguales			10,184	7,134	0,0	0,37	0,03633	0,28441	0,45559
--------------------------------	--	--	--------	-------	-----	------	---------	---------	---------

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
P ≥ α = Se acepta H ₀ = Las varianzas son iguales	P ≥ α = Se acepta H ₀ = No existe diferencias significativas
P < α = Se acepta H ₁ = Las varianzas no son iguales	P < α = Se acepta H ₁ = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 39, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.207 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H₁. Existen diferencias significativas entre las concentraciones de cadmio del tratamiento testigo y el tratamiento con 4000 kg/ ha de carbonato de calcio.

Tabla N°40. Prueba de T-Student T0-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en Hoja	Se asumen varianzas iguales	0,492	0,503	21,184	8	0,0	0,714	0,0337	0,63628	0,79172
	No se asumen varianzas iguales			21,184	7,554	0,0	0,714	0,0337	0,63547	0,79253

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
P ≥ α = Se acepta H ₀ = Las varianzas son iguales	P ≥ α = Se acepta H ₀ = No existe diferencias significativas
P < α = Se acepta H ₁ = Las varianzas no son iguales	P < α = Se acepta H ₁ = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 40, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.503 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales.

Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Entre el T0 y el T3 existen diferencias significativas.

Tabla N°41. Prueba de T-Student T1-T2

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en Hoja	Se asumen varianzas iguales	0,981	0,351	5,346	8	0,001	0,204	0,03816	0,11601	0,29199
	No se asumen varianzas iguales			5,346	7,623	0,001	0,204	0,03816	0,11524	0,29276

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ No existe diferencias significativas
$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Las varianzas no son iguales	$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Existen diferencias significativas

En la tabla N° 41, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.351 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.01 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Los valores obtenidos entre los tratamientos T1 y T2 es que poseen una diferencia significativa.

Tabla N°42.Prueba de T-Student T1-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en Hoja	Se asumen varianzas iguales	0,193	0,672	15,365	8	0,0	0,548	0,03567	0,46576	0,63024
	No se asumen varianzas iguales			15,365	7,904	0,0	0,548	0,03567	0,6558	0,63042

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
P ≥ α = Se acepta H ₀ = Las varianzas son iguales	P ≥ α = Se acepta H ₀ = No existe diferencias significativas
P < α = Se acepta H ₁ = Las varianzas no son iguales	P < α = Se acepta H ₁ = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 42, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.672 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H₁ .Existen diferencias significativas entre las concentraciones de cadmio del tratamiento 1 y el de mayor dosis con 6000 kg/ha de carbonato de calcio.

Tabla N°43.Prueba de T-Student T2-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en Hoja	Se asumen	0,304	0,597	8,611	8	0,0	0,344	0,03995	0,25188	0,43612

	varianzas iguales									
	No se asumen varianzas iguales			8,611	7,895	0,0	0,344	0,3995	0,25166	0,43634

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 43 se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.597 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . El tratamiento con 6000 kg/ ha tuvo diferencias significativas con respecto al tratamiento con 4000 kg/ ha.

3.5 Cadmio en el suelo al aplicar carbonato de calcio

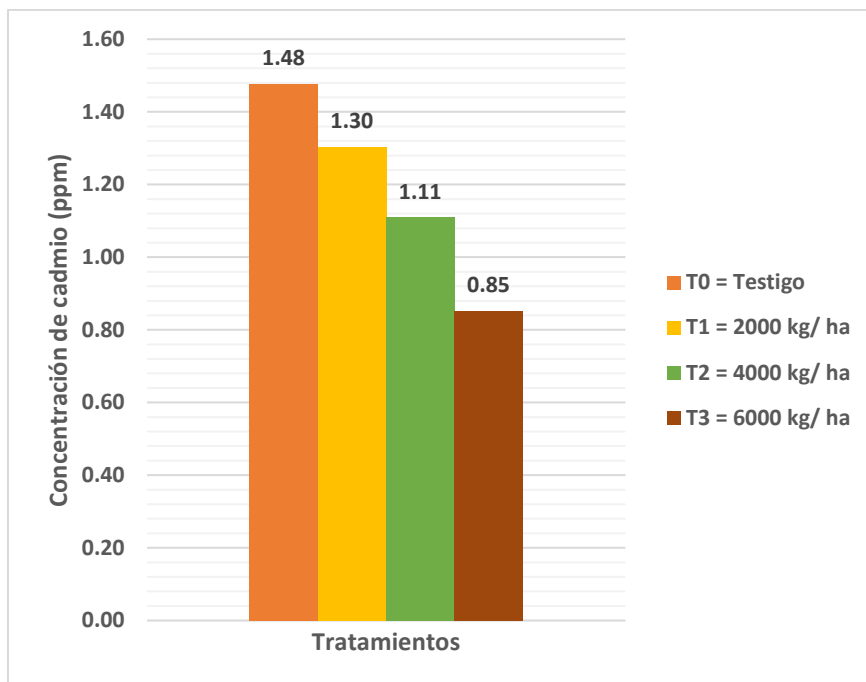
3.5.1 Cadmio en suelos

Tabla N°44. Cadmio en los suelos de plantas de cacao al final del experimento

Tratamiento	Concentraciones de cadmio (ppm)					Promedio	Desviación estándar
	R1	R2	R3	R4	R5		
T0 = Testigo (sin carbonato de calcio)	1.49	1.5	1.48	1.47	1.45	1.48	0.019
T1 = 2000 kg/ ha CaCO_3	1.34	1.29	1.37	1.28	1.24	1.30	0.051
T2 = 4000 kg/ ha CaCO_3	1.08	1.09	1.15	1.12	1.11	1.11	0.027
T3 = 6000 kg/ ha CaCO_3	0.93	0.85	0.89	0.83	0.76	0.85	0.064

Fuente: Propia (2017)

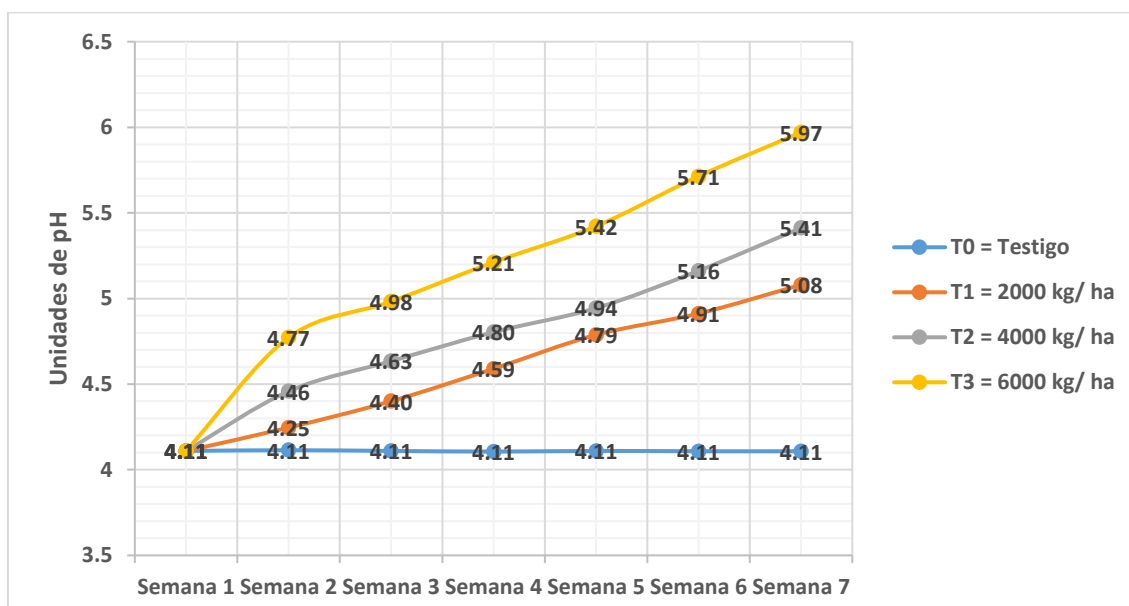
De la tabla N° 44 se presentan los resultados de cadmio en el suelo, el testigo (T0) tiene un promedio de 1.48 ppm de cadmio presente en el suelo donde se desarrollan las plantas de cacao. El tratamiento con 6000 kg/ ha de carbonato de calcio presenta la menor concentración de cadmio 0.85 ppm; el tratamiento 1 con 2000 kg/ ha 1.30 ppm y el T2 (4000 kg/ha) con 1.11 ppm de cadmio en el suelo.



Fuente: Propia (2017)

Gráfico N° 7. Cadmio en los suelos de plantas de cacao

3.5.2 pH y Concentración de cadmio en suelo



Fuente: Propia (2017)

Gráfico N°8. Monitoreo semanal del pH en suelo

De acuerdo al Gráfico N°8, el pH del suelo al transcurrir las 7 semanas fue en aumento. Al finalizar el experimento el testigo tuvo un promedio de 4.11 (extremadamente ácido), el T1 se incrementó hasta 5.08 (muy fuertemente ácido),

el T2 en la última semana tuvo un valor de 5.41 (fuertemente ácido). Por último, el tratamiento 3 en la semana 7 el pH fue de 5.97 (medianamente ácido).

Correlación entre el pH y la concentración de cadmio en el suelo

Tabla N°45.pH y concentración de cadmio en el suelo

Tratamientos	pH en el suelo (0-14)	Cadmio en suelo(ppm)
T0 = Testigo (sin carbonato de calcio)	4.11	1.48
T1 = 2000 kg/ha CaCO ₃	5.08	1.30
T2 = 4000 kg/ha CaCO ₃	5.41	1.11
T3= 5000 kg/ha CaCO ₃	5.97	0.85

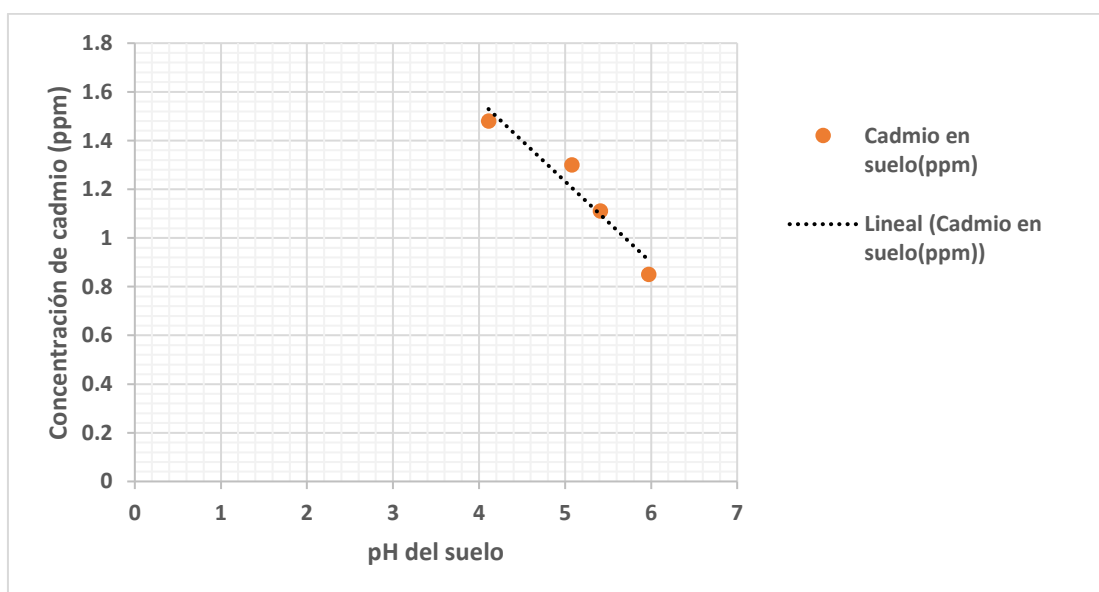
Fuente: Propia (2017)

Tabla N°46. Correlación de Pearson entre el pH y la concentración de cadmio

	pH en el suelo (0-14)	Cadmio en suelo(ppm)
pH en el suelo (0-14)	1	
Cadmio en suelo(ppm)	-0.965032696	1

Fuente: Propia (2017)

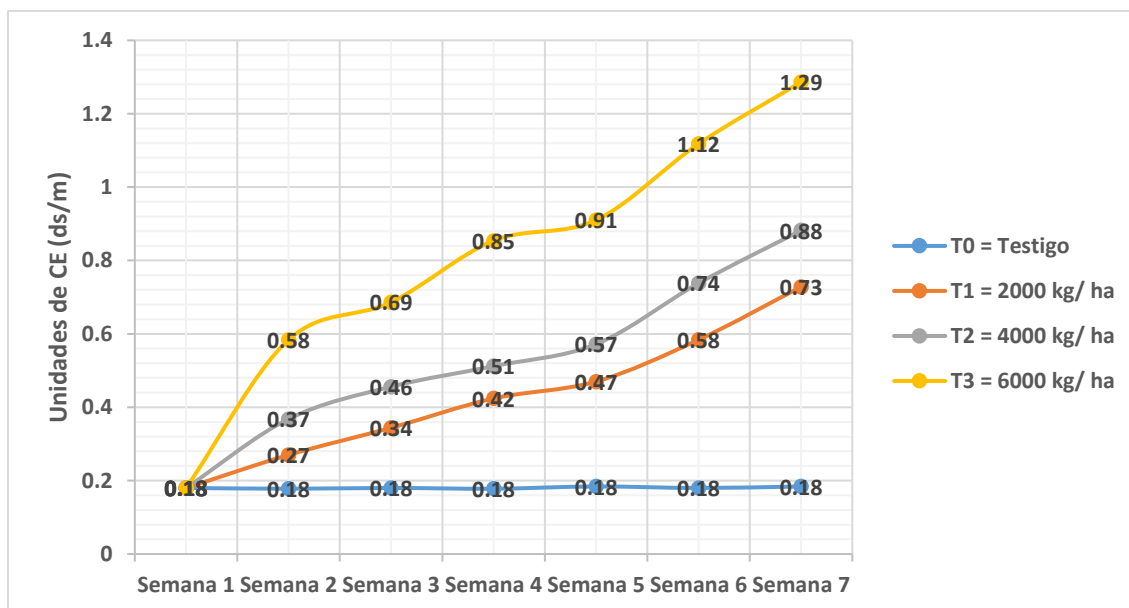
De acuerdo a la tabla N° 46, se observa que el valor obtenido de la correlación de Pearson con respecto al pH y la concentración de cadmio hallado en el suelo es de -0.965, las variables tienen una relación fuerte negativamente.



Fuente: Propia (2017)

Gráfico N°9. Relación entre pH y concentración de cadmio en el suelo

3.5.3 Conductividad eléctrica y concentración de cadmio en suelo



Fuente: Propia (2017)

Gráfico N°10. Monitoreo semanal de la conductividad eléctrica en el suelo

De acuerdo al Gráfico N°10 la conductividad eléctrica, obtuvo un incremento semana a semana. El tratamiento testigo tiene un valor promedio de 0.18 ds/m. El primer tratamiento con 2000 kg / ha de CaCO₃ al finalizar el estudio su valor fue de 0.73 ds/m. En el tratamiento 2 fue de 0.88 ds/m. Finalmente, en el tratamiento 3 aumentó de 0.18 ds/m (testigo) hasta 1.29 ds/m.

Correlación entre la conductividad eléctrica y la concentración de cadmio en el suelo

Tabla N°47. Conductividad eléctrica y la concentración de cadmio en el suelo

Tratamientos	CE el suelo (ds/m)	Cadmio en suelo(ppm)
T0 = Testigo (sin carbonato de calcio)	0.18	1.48
T1 = 2000 kg/ha CaCO ₃	0.73	1.30
T2 = 4000 kg/ha CaCO ₃	0.88	1.11
T3= 5000 kg/ha CaCO ₃	1.29	0.85

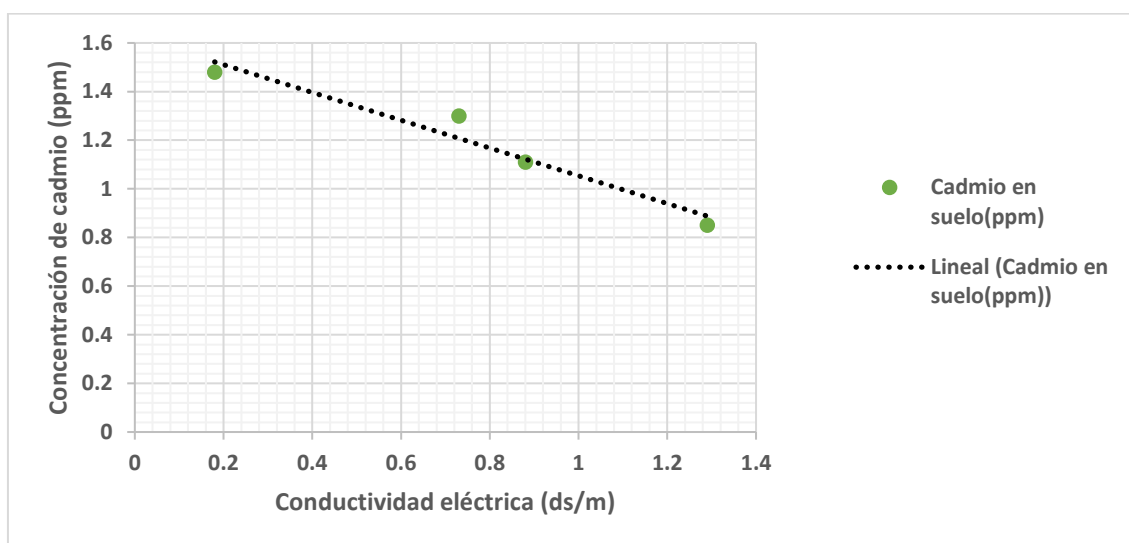
Fuente: Propia (2017)

Tabla N°48. Correlación de Pearson entre la Conductividad eléctrica y la concentración de cadmio

	CE el suelo (ds/m)	Cadmio en suelo(ppm)
CE el suelo (ds/m)	1	
Cadmio en suelo(ppm)	-0.972461485	1

Fuente: Propia (2017)

De acuerdo a la tabla N° 48, se señala que el valor obtenido de la correlación de Pearson con respecto a la conductividad eléctrica y la concentración de cadmio hallado en el suelo es de -0.972, las variables tienen una relación fuerte negativamente.



Fuente: Propia (2017)

Gráfico N°11. Relación entre la Conductividad eléctrica y concentración de cadmio en el suelo

3.5.4 Temperatura del suelo

Tabla N°49. Monitoreo semanal de la temperatura en el suelo

Tratamientos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
T0 = Testigo	18.5	19.2	19.7	19.5	18.7	19.2	19.8
T1 = 2000 kg/ ha	18.6	19.1	19.1	19.0	18.9	19.1	18.9
T2 = 4000 kg/ ha	18.8	18.8	18.8	19.2	19.1	19.2	19.0
T3 = 6000 kg/ ha	18.8	19.0	19.0	20.0	19.2	18.9	18.7

Fuente: Propia (2017)

De acuerdo a la tabla N° 49, la temperatura mantiene su valor entre 18 y 19 grados. Al finalizar el estudio la temperatura del testigo fue de 19.8, el tratamiento 1 (2000 kg / ha) fue de 18.9, el T2 (4000 kg/ha) fue de 19 y en el último tratamiento fue 18.7.

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos se realizó la prueba de T- Student para muestras independientes. Para este análisis estadístico se determinó inicialmente la prueba de normalidad, los datos que se obtuvieron fueron mayores a $\alpha = 0.05$, por lo que se afirma que los tratamientos tienen distribución normal. (ANEXO N° 8).

Tabla N°50.Prueba de T-Student T0-T1

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en suelo	Se asumen varianzas iguales	5,280	0,051	7,104	8	0,0	0,174	0,02449	0,11751	0,23049
	No se asumen varianzas iguales			7,104	5,104	0,001	0,174	0,02449	0,11142	0,23658

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ No existe diferencias significativas
$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Las varianzas no son iguales	$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Existen diferencias significativas

En la tabla N° 50 se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.051 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . La concentración media de cadmio en el suelo en los tratamientos T0 y T1 tienen valores diferentes significativos.

Tabla N°51.Prueba de T-Student T0-T2

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								estándar	Inferior	Superior
Cadmio en suelo	Se asumen varianzas iguales	0,435	0,528	24,588	8	0,0	0,368	0,01497	0,33349	0,40251
	No se asumen varianzas iguales			24,588	7,174	0,0	0,368	0,01497	0,33278	0,40322

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 51, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.528 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 .La concentración media de cadmio en el suelo en los tratamientos T0 y T2 tienen valores diferentes significativos

Tabla N°52.Prueba de T-Student T0-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior

Cadmio en Hoja	Se asumen varianzas iguales	3,326	0,106	20,89	8	0,0	0,626	0,02997	0,5569	0,6951
	No se asumen varianzas iguales			20,89	4,713	0,0	0,626	0,02997	0,54753	0,70447

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 52, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.106 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se asume que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Existen diferencias significativas entre el tratamiento 0 (sin carbonato de calcio y el T3 con 6000 kg/ ha.

Tabla N°53. Prueba de T-Student T1-T2

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en suelo	Se asumen varianzas iguales	2,707	0,139	7,462	8	0,0	0,194	0,026	0,13404	0,25396
	No se asumen varianzas iguales			7,462	6,11	0,0	0,194	0,026	0,13066	0,25734

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 53 se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.139 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . La concentración media de cadmio en el suelo para el tratamiento 2 y el tratamiento 1 obtuvieron resultados diferentes significativos.

Tabla N°54. Prueba de T-Student T1-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en suelo	Se asumen varianzas iguales	0,079	0,785	12,302	8	0,0	0,452	0,03674	0,36727	0,53673
	No se asumen varianzas iguales			12,302	7,628	0,0	0,452	0,03674	0,36655	0,53745

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ No existe diferencias significativas
$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Las varianzas no son iguales	$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Existen diferencias significativas

En la tabla N° 54 se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.079 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Existe una diferencia significativa entre la concentración media de cadmio en el suelo para el tratamiento 1 y tratamiento 3.

Tabla N°55. Prueba de T-Student T2-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en suelo	Se asumen varianzas iguales	2,076	0,188	8,267	8	0,0	0,258	0,03121	0,18603	0,32997
	No se asumen varianzas iguales			8,267	5,41	0,0	0,258	0,03121	0,17957	0,33643

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 55 se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.188 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Existe una diferencia significativa entre la concentración media de cadmio en el suelo para el tratamiento 2 y tratamiento 3.

3.6 Cadmio en las plantas de cacao al aplicar carbonato de calcio

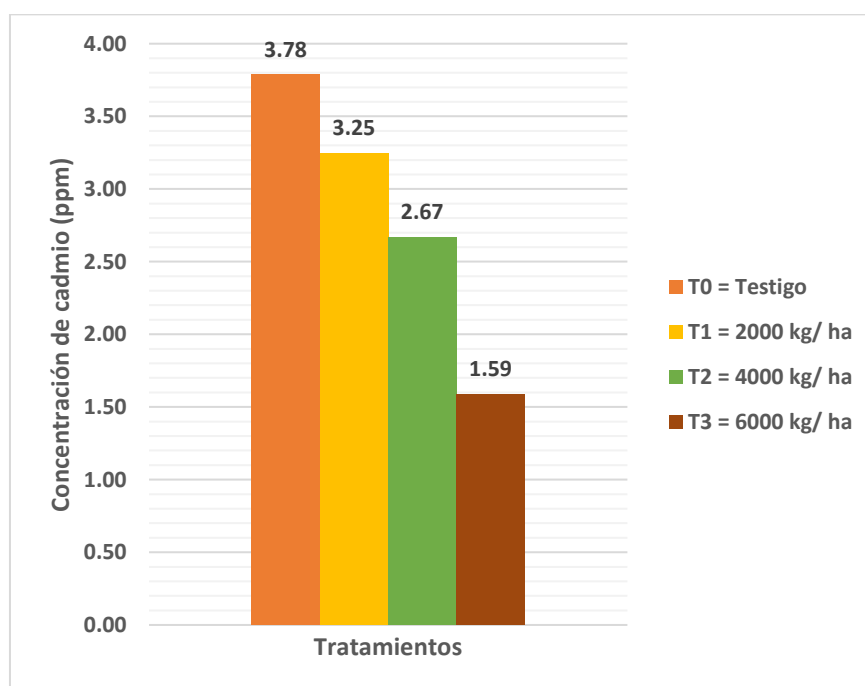
3.6.1 Cadmio en las plantas

Tabla N°56. Cadmio en las plantas de cacao al final del experimento

Tratamiento	Concentraciones de cadmio (ppm)					Promedio	Desviación Estándar
	R1	R2	R3	R4	R5		
T0 = Testigo (sin carbonato de calcio)	3.86	3.72	3.77	3.78	3.79	3.78	0.050
T1 = 2000 kg/ ha CaCO ₃	3.28	3.10	3.31	3.34	3.21	3.25	0.096
T2 = 4000 kg/ ha CaCO ₃	2.75	2.58	2.67	2.7	2.63	2.67	0.065
T3 = 6000 kg/ ha CaCO ₃	1.41	1.68	1.59	1.75	1.51	1.59	0.135

Fuente: Propia (2017)

En la tabla N° 56 se presentan los resultados de cadmio en las plantas de cacao, el testigo (T0) tiene un promedio de 3.78 ppm de cadmio presente en las plantas de cacao. El tratamiento 3 (6000 kg/ ha) presenta la menor concentración de cadmio 1.59 ppm; el tratamiento 1 (2000 kg/ ha) 3.25 ppm y el T2 (4000 kg/ha) con 2.67 ppm de cadmio en plantas de cacao.



Fuente: Propia (2017)

Gráfico N°8. Cadmio en las plantas de cacao

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos se realizó la prueba de T- Student para muestras independientes. Para este análisis estadístico se determinó inicialmente la prueba de normalidad, los datos que se obtuvieron fueron mayores a $\alpha = 0.05$, por lo que se afirma que los tratamientos tienen distribución normal. (ANEXO N° 8).

Tabla N° 57. Prueba de T-Student T0-T1

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en planta	Se asumen varianzas iguales	2,518	0,151	11,080	8	0,0	0,536	0,04837	0,42445	0,64755
	No se asumen varianzas iguales			11,080	6,051	0,0	0,536	0,04837	0,41788	0,65412

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 57, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.151 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Existe una diferencia significativa entre la concentración media de cadmio en las plantas para el tratamiento 0 y tratamiento 1.

Tabla N°58.Prueba de T-Student T0-T2

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en planta	Se asumen varianzas iguales	0,525	0,489	30,406	8	0,0	1,1180	0,03677	1,03321	1,20279
	No se asumen varianzas iguales			30,406	7.524	0,0	1,1180	0,03677	1,03227	1,20373

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 58 se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.489 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Existe una diferencia significativa entre la concentración media de cadmio presente en plantas de cacao entre el tratamiento 0 (0 kg/ha) y el T2 con 4000 kg/ ha.

Tabla N° 59.Prueba de T-Student T0-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior

Cadmio en planta	Se asumen varianzas iguales	3,908	0,083	34,171	8	0,0	2,196	0,06427	2,04780	2,34420
	No se asumen varianzas iguales			34,171	5,096	0,0	2,196	0,06427	2,03173	2,36027

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 59, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.083 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Existe una diferencia significativa entre la concentración media de cadmio en las plantas para el tratamiento testigo y el tratamiento 3.

Tabla N° 60. T-Student T1-T2

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en planta	Se asumen varianzas iguales	0,935	0,362	11,242	8	0,0	0,582	0,05177	0,46262	0,70138
	No se asumen varianzas iguales			11,242	7,043	0,0	0,582	0,05177	0,45974	0,70426

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 60, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.362 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Se concluye que existe una diferencia significativa entre la concentración media de cadmio en el suelo para el tratamiento 1 y tratamiento 2.

Tabla N°61. Prueba de T-Student T1-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en planta	Se asumen varianzas iguales	0,54	0,484	22,469	8	0,0	1,660	0,07388	1,48964	1,83036
	No se asumen varianzas iguales			22,469	7,223	0,0	1,660	0,07388	1,48639	1,83361

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ No existe diferencias significativas
$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Las varianzas no son iguales	$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Existen diferencias significativas

En la tabla N°61, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.484 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Existe una diferencia significativa entre la concentración media de cadmio en las plantas del tratamiento con mayor y menor dosis de carbonato de calcio.

Tabla N°62.Prueba de T-Student T2-T3

		Prueba de Levene de igualdad de varianza		Prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cadmio en planta	Se asumen varianzas iguales	2,292	0,168	16,124	8	0,0	1,078	0,06686	0,92383	1,23217
	No se asumen varianzas iguales			16,124	5,771	0,0	1,078	0,06686	0,91282	1,24318

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha$ = Se acepta H_0 = No existe diferencias significativas
$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Las varianzas no son iguales	$P < \alpha$ = Se acepta H_1 = Existen diferencias significativas

En la tabla N° 62, se señala que la significancia de la prueba de Levene es de 0.168 este valor es mayor a $\alpha = 0.05$, entonces se dice que las varianzas son iguales. Para la prueba T-Student la significancia es de 0.00 y este al ser menor a $\alpha = 0.05$ se acepta la H_1 . Existe una diferencia significativa entre la concentración media de cadmio en las plantas del tratamiento de mayor dosis con el de 4000 kg/ha.

4 Discusiones

- 1) El cadmio obtenido en las raíces de cacao disminuyó al aumentar la aplicación de dosis de carbonato de calcio, lo mismo sucedió en los tallos y las hojas. Estos resultados mostraron que existen diferencias significativas con $p < 0.05$ al comparar con la muestra sin carbonato de calcio. La aplicación de 6000 kg/ ha permite la menor absorción de cadmio alcanzando 0.65 ppm, seguido por la aplicación de 4000 kg/ ha cuya absorción alcanza 1.00 ppm; la aplicación de 2000kg/ ha de carbonato presenta la mayor absorción de cadmio (1.18 ppm) en cuanto a los tratamientos, el contenido de cadmio en las raíces de las plantas testigos se mantuvieron a lo largo de 2 meses en 1.37 ppm. En cuanto a cadmio en el tallo de las plantas se tiene que la mayor absorción la presenta el tratamiento 1 (2000 kg/ ha) obteniendo 1.26 ppm y la menor absorción fue de 0.50 ppm con 6000 kg / ha, el testigo se mantuvo en 1.26 ppm. Por último, la menor concentración de cadmio en las hojas fue para 6000 kg/ ha alcanzado 0.44 ppm en comparación con el testigo que tuvo 1.15 ppm. Los datos indican que la concentración de cadmio se acumula mayormente en la raíz luego en menor concentración se deposita en las hojas, esto se debe a que el cadmio viaja del suelo a la raíz de planta, luego se dirige hacia el tallo con ayuda del apoplasto (espacio por donde fluye el agua y otras sustancias), por último, el cadmio se moviliza de los tejidos foliares hasta las semillas, frutos. (Jhon y Leventahl, 1995).
- 2) El efecto del carbonato de calcio en las plantas de cacao fue favorable en los tres tratamientos (2000 kg / ha, 4000 kg / ha, 6000 kg/ ha) debido a que se encontró diferencias significativas con $p < 0.05$, respecto a la muestra testigo, siendo el más eficiente el tratamiento con dosis de 6000 kg/ ha (T3), la cual comparándola con la muestra testigo redujo de 3.78 ppm (T0) a 1.59 ppm (T3). Corroborando esta dosis con el estudio realizado por Lora y Bonilla (2010), la concentración de cadmio disminuyó a 0.6 ppm en comparación con la muestra sin carbonato de calcio.
- 3) La concentración de cadmio en el suelo disminuía a medida que el pH aumentaba, ya que los valores iniciales en el suelo de pH fue 4.11, [Cd] 1.48 ppm, con el tratamiento mayor de 6000 kg/ ha se incrementó el pH hasta 5.97 y el cadmio disminuyó a 0.85 ppm. Esto se corrobora con el estudio

realizado por Contreras, Herrera e Izquierdo (2005) en suelos donde crecían plantas de cacao donde indican que una dosis menor (800 kg/ ha) de carbonato de calcio y un período de 5 meses aproximadamente también puede reducir el cadmio a niveles óptimos, el pH de esa investigación aumentó de 5.8 a 7.2 y el cadmio se redujo de 2.05 a 1.76 ppm .También se demostró con la correlación de Pearson que la concentración de cadmio presente en el suelo tiene una relación negativa fuerte con el PH ($p < 0.05$) $r=-0.965$ y la C.E ($p < 0.05$) $r=-0.972$. Esto se debe a que el pH influye en la disponibilidad de cadmio en el suelo y en las plantas; ya que en suelos ácidos el cadmio se encuentra más disponible, así lo menciona Dalzell, 1991.

- 4) La concentración de la muestra testigo de cadmio en plantas fue de 3.78 ppm y con las 3 dosis usadas de CaCO_3 se demostró que disminuyeron en el (T1-2000 kg/ha) a 3.25 ppm, (T2-4000 kg/ ha) a 2.67 ppm y (T3-6000 kg/ha) a 1.59 ppm. Según los resultados mostrados, el carbonato de calcio inhibe la absorción de cadmio en plantas de cacao en suelos contaminados de Pucayacu ya que se precipitan en el suelo como carbonato de cadmio y lo que absorbe la planta es óxidos de cadmio y con ello se cumple la Hipótesis alterna de la investigación con una significancia ($p < 0.05$), esto corrobora lo que menciona Espinoza y Molina, 1999 que el CaCO_3 inhibe en la absorción de Cd y otros metales pesados en las plántulas. En suelos ácidos, se usa mayormente el carbonato de calcio pues lo neutralizará, brindará calcio para nutrir las diferentes plantas y lo precipitará como carbonato de calcio.

5 Conclusiones

- 1) La dosis de carbonato de calcio aplicadas al suelo permitió reducir la absorción de cadmio en la raíz de plantas de cacao, siendo la dosis de 6000 kg/ ha la que presenta menor concentración de cadmio en la raíz (0.65 ppm).
- 2) El contenido de cadmio en tallos de cacao fue menor al aplicar 6000 kg/ ha de carbonato de calcio en los suelos de Pucayacu, encontrándose 0.5 ppm.
- 3) La menor concentración de cadmio en las hojas de plantas de cacao fue de 0.44 ppm, la cual presenta al aplicar 6000 kg/ ha de carbonato de calcio en el suelo.
- 4) El uso de carbonato de calcio en los suelos contaminado con cadmio disminuyó la concentración hasta 0.85 ppm con la dosis de 6000 kg/ ha en comparación con el testigo que fue 1.48 ppm.
- 5) Se acepta la hipótesis alterna, el carbonato de calcio inhibe la absorción de cadmio en plantas de cacao en suelos contaminados de Pucayacu.

6 Recomendaciones

- 1) Realizar más investigaciones para determinar la concentración de cadmio en otros suelos agrícolas en los cuales se producen cultivos para el consumo.
- 2) Realizar estudios con dosis más altas de carbonato de calcio a las de esta investigación, así como también analizar el efecto que tiene en las almendras de cacao.
- 3) Continuar investigaciones aplicando el carbonato de calcio en suelos contaminados con cadmio y observar que otras reacciones puedan tener en las características fisicoquímicas de los suelos.
- 4) Evaluar la aplicación del carbonato de calcio en suelos contaminados con metales pesados como el plomo, cromo, arsénico y de esa manera conocer su comportamiento.
- 5) Ampliar el periodo de estudio a toda la fase fenológica del cacao, a fin de terminar el efecto del carbonato en los frutos.

7 Referencias

1. ACOSTA, Alain. Efecto del sulfato de cadmio en la germinación y el crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Investigación y Amazonia* [en línea]. 2014, vol.3, no.1. [fecha de consulta: 13 de abril 2017]. Disponible en:
https://www.cientifica.edu.pe/sites/default/files/sulfato_cd_germinacion_y_crecimiento_plantulas_cacao_theobroma_cacao_l._acosta.pdf
2. ARAUJO Abad, Lourdes. Verificación del método analítico de espectroscopia de absorción atómica con horno de grafito para la cuantificación de cadmio en almendra de cacao (*Theobroma cacao*). Tesis (Ingeniero en Biotecnología de los recursos naturales). Quito. Ecuador: Universidad Politécnica salesiana sede Quito. 2016. 114 p.
3. ARENAS Moya, Santiago y HERNANDEZ Cano, Santiago. Fitotoxicidad del cadmio (Cd) y el mercurio (Hg) en la especie *BRASSICA NIGRA*. Tesis (Ingeniería Ambiental). Medellín. Colombia: Universidad de Medellín. 2012. 62p.
4. Arcentales, Carlos y Arcentales, Gustavo. Análisis de efectos tóxicos que producen en la salud del ser humano, los empaques flexibles impresos con tintas de Poliamidas y Nitrocelulosa utilizadas para empacar productos alimenticios e impacto en la gestión competitiva de las industrias del sector. Tesis (Magister en administración de empresas). Guayaquil. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil .2010. 139 p.
5. ASISTENCIA Técnica dirigida en manejo del cultivo de cacao [en línea]. Junín: Servicios financieros para el Perú Rural, 2012. [fecha de consulta: 02 de mayo 2017]. Disponible en:
<http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/010-f-cacao.pdf>
6. BATISTA, Lepido. Guía Técnica – El cultivo de Cacao [en línea]. Santo Domingo: Centro para el desarrollo agropecuario y forestal, 2009. [fecha de consulta: 01 de mayo 2017]. Disponible en:
<http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>

7. BARRUETA, Sayet. Guía metodológica para el muestreo y detección de cadmio en suelos, agua, fertilizantes, almendras de cacao y productos derivados [en línea]. Lima: Comisión Nacional para el desarrollo y vida sin drogas – DEVIDA, 2013. [fecha de consulta: 01 de setiembre 2017].

Disponible en:

<https://es.slideshare.net/RIICCHPeru/gua-metodologica-muestreo-y-deteccion-de-cadmio>

8. BONOMELLI, Claudia, BONILLA, Carlos y VALENZUELA, Adriana. Efecto de la fertilización fosforada sobre el contenido de cadmio en cuatro suelos de Chile. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* [en línea]. Julio 2003, vol. 38, no. 10. [fecha de consulta: 13 de abril 2017].

Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2003001000007&lng=es&tlng=es

ISSN 1678 -3921

9. BRAEUNER, Mario, ORTIZ, Rodolfo y MAO VEAN, Charles. Efectos de la aplicación de cal dolomítica y cal agrícola en cafetales (*coffea arabica*) afectados con Mal de Viñas en Guatemala. *Manejo Integrado de plagas y agroecología* [en línea]. 2005, vol. 76 [fecha de consulta: 13 de setiembre 2017].

Disponible en:

<http://www.traderargentina.com.ar/cafetales.pdf>

10. Cacao peruano llega a duplicar precio del mercado internacional debido a su alta calidad. *Gestión* [en línea]. Lima, Perú, 01 de setiembre de 2016. (En sección: Mercados). [fecha de consulta: 20 de abril 2017].

Disponible en:

<http://gestion.pe/mercados/cacao-peruano-llega-duplicar-precio-mercado-internacional-debido-su-alta-calidad-2169143>

11. CACAO: Operaciones Poscosecha. [en línea]. Organización de las naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura, 2013. [fecha de consulta: 02 de mayo 2017].

Disponible en:

<http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf>

12. CANO, Ángeles. Contenidos totales y formas cambiables de Zn, Cu, Pb y Cd en suelos agrícolas de la zona suroccidental de Madrid. Tesis (Doctor en Farmacia). Madrid. España: Universidad Complutense de Madrid .1993. 782 p.
13. CARDENAS Morales, Álvaro Andrés. Presencia de cadmio en algunas parcelas de cacao orgánico en la cooperativa agraria industrial naranjillo – Tingo María – Perú. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Tingo María, Perú: Universidad Nacional Agraria de la selva, Facultad de Agronomía. 2012. 113 p.
14. COMISIÓN europea. Reglamento (UE) N° 488/2014 que modifica el Reglamento (CE) N° 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios. Bruselas, Bélgica: 2014. 5 p.
15. CONTRERAS, Francisco, HERRERA, Teodoro e IZQUIERDO, Alexis. Efecto de dos fuentes de carbonato de calcio (CaCO₃) sobre la disponibilidad de cadmio para las plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en suelos de Barlovento, estado Miranda. *Venesuelos* [en línea].2005, vol.13, no.1. [fecha de consulta: 15 de abril 2017].
Disponible en:
<http://venesuelos.org.ve/index.php/venesuelos/article/view/101>
16. CUEVAS, Gabriela y WALTER, Ingrid. Metales pesados en maíz (*Zea mays* L.) cultivado en un suelo enmendado con diferentes dosis de compost de lodo residual. *Revista internacional de contaminación ambiental* [en línea]. 2004, vol.20, no.2 [fecha de consulta: 13 de setiembre 2017].
Disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/370/37000202.pdf>
17. CULTIVO de cacao [en línea]. Guatemala: Asociación Nacional del Café, 2004. [fecha de consulta: 30 de abril 2017].
Disponible en:
<http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/05/Cultivo-de-Cacao.pdf>
18. DALZELL, H. Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales [en línea]. Roma: FAO, 1991. [fecha de consulta: 10 de mayo 2017].

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=WgZ47ud_bpoC&pg=PA134&lpg=PA134&dq=disponibilidad+del+cadmio+en+plantas&source=bl&ots=fR_7Ku7M7A&sig=VyhMKh2L5r2-Y0x24uPO5TLzwOw&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwie-cn7gp7UAhUBlcAKHX4XD2s4FBDoAQgfMAA#v=onepage&q=disponibilidad%20del%20cadmio%20en%20plantas&f=false

19. DIAZ Cruz, Arelis. Caracterización física de calidad en almendras de plantas de cacao (*Thebroma cacao* L.) en Huehuetan, Chiapas. Tesis (Ingeniero en Ciencias Agrarias). Chiapas. México: Universidad autónoma. 2013. 68 p.

20. ELUCIDACIÓN del efecto del pH en la adsorción de metales pesados mediante biopolímeros naturales: cationes divalentes y superficies activas por Abel Navarro [et al]. *Revista Iberoamericana de Polímeros* [en línea]. Marzo 2006, Vol. 7. no. 2 [fecha de consulta: 30 de abril 2017].

Disponible en:

<http://studylib.es/doc/5046488/elucidacion-del-efecto-del-ph-en-la-adsorci%C3%B3n-de>

21. ENRIQUEZ, Gustavo. Curso sobre el cultivo de cacao [en línea]. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, 1985. [fecha de consulta: 03 de mayo 2017].

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=eZgOAQAIAAJ&pg=PA69&lpg=PA69&dq=Suelos+adecuados+para+el+cultivo+de+cacao&source=bl&ots=lpXOZ4Rh6F&sig=mF29CfEyRmBbMC1pUWJH9TWfePU&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiL_tfe5-DTAhXK2SYKHHT5CTc4FBDoAQggMAA#v=onepage&q=Suelos%20adecuados%20para%20el%20cultivo%20de%20cacao&f=false

ISBN 997 951527

22. ESPINOZA José y MOLINA Eloy. Acidez y encalado de suelos [en línea]. International Plant Nutrition Institute. [1999]. [fecha de consulta: 20 de mayo 2017].

Disponible en:

<http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/libros/Acidez%20y%20encalado%20de%20suelos,%20libro%20por%20%20J%20Espinosa%20y%20E%20Molina.p>

23. Estudio el Cacao en el Perú y el mundo [en línea]. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego, 2016. [fecha de consulta: 03 de mayo 2017].

Disponible en:

<http://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2016?download=10169:estudio-del-cacao-en-el-peru-y-en-el-mundo>.

24. GUÍA Tecnológica del cultivo de cacao [en línea]. Managua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, 2009. [fecha de consulta: 02 de mayo 2017].

Disponible en:

<http://www.inta.gob.ni/biblioteca/index.php/component/booklibrary/101/view/58/Gu%C3%ADas%20t%C3%A9cnicas%20INTA/34/guia-tecnologica-del-cultivo-del-cacao>

25. HERRERA, Teodoro. La contaminación con cadmio en suelos agrícolas. *Venesuelos* [en línea].2000, vol.8, no.1 y 2. [fecha de consulta: 30 de abril 2017].

Disponible en:

<http://venesuelos.org.ve/index.php/venesuelos/article/view/69/69>

26. HOYOS, Marlon y Guerrero, Ana. Bioacumulación de plomo y cadmio en *Brassica oleracea* SUBSP. CAPITATA (L.) METZG y *Raphanus sativus* L. *SCIENDO, Ciencia para el desarrollo* [en línea]. 2014. [fecha de consulta: 03 de mayo 2017].

Disponible en:

<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/849>

27. HUAYANTE, José. Efecto de la materia orgánica en la absorción de cadmio por el suelo en la localidad de Supte. Tesis (Ingeniero en recursos naturales renovables mención conservación de suelos y agua). Tingo María. Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.2013.111p.

28. HURTADO, Ligia. Evaluación de varias enmiendas para recuperar suelos cacaoteros contaminados con cadmio (Cd) en condiciones de invernadero. Tesis (Titulo en Gestión ambiental). Quevedo. Ecuador: Universidad Técnica estatal de Quevedo .2012. 146 p.

29. Industria de cacao [en línea]. Guayaquil: Escuela superior Politécnica del Litoral, 2016. [fecha de consulta: 03 de mayo 2017].
30. International Plant Nutrition Institute [en línea]. Fuentes de nutrientes específicos. Georgia, 2016 - [fecha de consulta: 20 de mayo 2017].
Disponible en:
[http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/0248CCB8DFC442E985257BBA0059D03A/\\$FILE/NSS-ES-18.pdf](http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/0248CCB8DFC442E985257BBA0059D03A/$FILE/NSS-ES-18.pdf)
31. JHON, David y LEVENTAHL, Joel. Bioavailability of metals. *Science for a changing world* [en línea]. 1995. [fecha de consulta: 03 de mayo 2017].
Disponible en:
<https://pubs.usgs.gov/of/1995/ofr-95-0831/CHAP2.pdf>
32. JOHNSON, James, BONILLA, Julio, CASTILLO, Liana. Manual de manejo y producción del cacao [en línea]. León, 2008. [fecha de consulta: 01 de mayo 2017].
Disponible en:
<http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01J71.pdf>
33. LLACTAS, Marivel. Influencia de la dosis de aplicación de dolomita en la concentración de cadmio en las almendras de cacao en parcelas de la coopain. Tesis (Ingeniero en recursos renovables mención conservación de suelos y agua. Tingo María. Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva. 2016.97p.
34. LOLI, Oscar. Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de cacao [en línea]. Agrobanco, 2012. [fecha de consulta: 05 de mayo 2017].
Disponible en:
<http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/010-b-cacao.pdf>
35. LORA, Rodrigo y BONILLA, Helver. Remediación de un suelo de la cuenca alta del Río Bogotá contaminado con los metales pesados cadmio y cromo. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica* [en línea]. 2010, Vol. 13, no.2. [fecha de consulta: 20 de mayo 2017].
36. MAGUIÑA, Luisa. Determinación de la capacidad fitorremediadora de *Lupinus mutabilis Sweet "chocho o tarwi"* en suelos contaminados con cadmio (Cd). Tesis (Licenciada en Biología) Lima. Perú: Universidad Ricardo Palma).2017.122p.

37. MANEJO Agroecológico de la nutrición en el cultivo del cacao por Orlando López [et al]. Universidad Autónoma de Chiapas [en línea]. 2015 [fecha de consulta: 03 de mayo 2017].

Disponible en:

http://espacioimasd.unach.mx/libro/num7/Manejo_agroecologico_de_la_nutricion_en_el_cultivo_del_cacao.pdf

38. MANUAL para la producción de cacao orgánico en las comunidades nativas de la cordillera del cóndor [en línea]. Lima: Proyecto “Paz y Conservación Binacional en la cordillera del cóndor, Ecuador – Perú-Fase II”, 2009. [fecha de consulta: 05 de mayo 2017].

Disponible en:

[http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD%20237%2003/pd237-03-2%20rev2\(F\)%20s.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD%20237%2003/pd237-03-2%20rev2(F)%20s.pdf)

39. MARTÍNEZ, Windson. Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia. Tesis (Magister Scientiae). Turrialba: Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2007. 101 p.

40. MELENDEZ, Gloria, MOLINA, Eloy. Fertilización foliar: Principios y aplicaciones [en línea]. Costa Rica, 2002. [fecha de consulta: 01 de agosto 2017].

Disponible en:

<http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf>

41. Metales pesados en suelos de plantaciones de cacao (*Thebroma cacao* L.) en tres regiones del Perú por Enrique Arévalo [et al]. *Ecología Aplicada* [en línea]. 2016, vol.15, no.2. [fecha de consulta: 15 de abril 2017].

Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34149036003>

ISSN 1726-2216

42. MINISTERIO del ambiente (Perú). Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Lima, Perú: 2013. 4p.

43. PAREDES, Mendis. Manual de cultivo del cacao [en línea]. Programa para el desarrollo de la amazonia, proamazonia, 2003. [fecha de consulta: 05 de mayo 2017].

Disponible en:

<http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/215.pdf>

44. PRESENCIA de metales pesados en cultivo de cacao (*Thebroma cacao* L.) orgánico por Hugo Huamani [et al]. *Acta Agronómica* [en línea]. 2012, vol.61, no.4. [fecha de consulta: 13 de abril 2017].

Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169926831006>

ISSN 0120-2812

45. Protegiendo nuestro cacao. La República [en línea]. Lima, Perú, 31 de diciembre de 2016. (En sección: Gastronomía). [fecha de consulta: 20 de abril 2017].

Disponible en:

<http://larepublica.pe/turismo/gastronomia/835487> protegiendo-nuestro-cacao

-duplicar-precio-mercado-internacional-debido-su-alta-calidad-2169143

46. RAMIREZ, Augusto. Toxicología del cadmio: Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. *Anales de la Facultad de Medicina* [en línea]. 2002, vol.63, no.1. [fecha de consulta: 03 de mayo de 2017].

Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37963107>

47. REYES, Maritza, BARRETO, Luis. Efecto de la materia orgánica del suelo en la retención de contaminantes. *Venesuelos* [en línea]. 2011, no.16. [fecha de consulta: 30 de abril 2017].

Disponible en:

<https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ep/article/view/426>

ISSN 16921259

48. SANCHEZ, Nereida, SUBERO, Neudis y RIVERO, Carmen. Determinación de la adsorción de cadmio mediante isothermas de adsorción

en suelos agrícolas venezolanos. *Acta Agronómica* [en línea]. 2011, vol.60, no.2. [fecha de consulta: 13 de abril 2017].

Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-28122011000200011

ISSN 0120-2812

49. SÁNCHEZ, Nereida. Modelización de los procesos químicos relacionados con la dinámica del cadmio en dos suelos agrícolas de Venezuela. Tesis (Doctor en Ingeniería). Bárbula. Venezuela: Universidad de Carabobo .2013. 276 p.

50. SUAÑA, María Elena. Capacidad del girasol (*Helianthus annus L.*) para absorción de cadmio de suelos contaminados en ambiental controlado-Puno. Tesis (Doctor en Ciencia, Tecnología y medio ambiente). Puno. Perú: Universidad Nacional del Altiplano.2017.79p.

51. TANTALEAN, Erick, HUAUYA, Miguel Ángel. Distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao CCN – 51 en suelo aluvial y residual en las localidades de Jacintillo y Ramal de Aspuzana. *Revista de investigación agroproducción sustentable* [en línea].2017, vol.1.no.2. [fecha de consulta: 22 de agosto 2017].

Disponible en:

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/365/415>

52. Toxicidad del cadmio en plantas por María Rodríguez Serrano [et al]. *Revista Científica y técnica de ecología y medio ambiente*. [en línea]. 2008, vol.17, no.3. [fecha de consulta: 03 de mayo de 2017].

Disponible en:

<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/409>

53. 36 % de la producción mundial de cacao se concentra en territorio nacional. Perú 21 [en línea]. Lima, Perú, 22 de enero de 2017. (En sección: Actualidad). [fecha de consulta: 20 de abril 2017].


Disponible en: <http://peru21.pe/actualidad/cacao-peru-36-produccion-mundial-se-concentra-territorio-nacional-22685>


ANEXOS

ANEXO N° 1 Ficha de muestreo de suelos

Datos Generales				
Nombre del sitio de estudio				
Departamento				
Provincia				
Dirección del predio – Uso principal				
Datos del punto de muestreo				
Nombre del punto de muestreo				
Coordenadas				
Técnica de muestreo				
Profundidad				
Datos de la muestra				
Nombre de la muestra	T1	T2	T3	T4
Fecha / Hora				
Color				
Textura				
Cantidad de la muestra				

Fuente: Elaboración propia, 2017


 Nombres y Apellidos
 Elena Benites Alfaro
 Grado DOCTOR
 CIP 71998



 Nombres y Apellidos
 Hayee Juárez Alites
 Grado Magister
 CIP 41682


 CARLOS PAULINO
 ADVINCULA ZAMBRANO
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 197905
 Grado Ingeniero Ambiental
 CIP 197905


ANEXO N° 2 Ficha de muestreo de semilla de planta de cacao

Datos Generales	
Nombre del sitio de estudio	
Departamento	
Provincia	
Dirección del predio – Uso principal	
Nombre del punto de muestreo	
Coordenadas	
Nombre científico	
Nombre común	
Suelo / Uso	
Edad del cultivo	
Variedad de cacao	
Descripción del fruto de cacao	


Fuente: Elaboración propia, 2017



 Nombres y Apellidos
 Eliaz Beuques Alvarado
 Grado Doctor
 CIP 7199B



 Nombres y Apellidos
 Haydee Serec Alvarado
 Grado Magister
 CIP 416B2

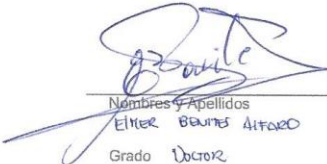



 Nombres y Apellidos
 CARLOS PAUL ADVINCULA ZAMORA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N°
 Grado Ingeniero Ambiental
 CIP 197905

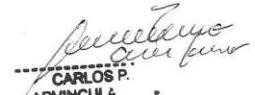
ANEXO N° 3 Ficha de germinación de plantas de cacao

Evaluador															
Especie															
Fecha de germinación															
Lugar de procedencia															
Numero de semillas															
Proceso de germinación															
Tratamiento	Repetición	N° días													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T0	R1														
	R2														
	R3														
	R4														
	R5														
T1	R1														
	R2														
	R3														
	R4														
	R5														
T2	R1														
	R2														
	R3														
	R4														
	R5														
T3	R1														
	R2														
	R3														
	R4														
	R5														

Fuente: Elaboración propia, 2017


 Nombres y Apellidos
 Elmer Baños Alfaro
 Grado Doctor
 CIP 41998



 Nombres y Apellidos
 Grado Magister
 CIP 41632



 CARLOS P.
 ADVINCULA
 INGENIERO
 Nombres y Apellidos
 Grado Ingeniero Ambiental
 CIP 197905


ANEXO N° 4 Ficha de control de desarrollo de plantas de cacao

Evaluador																													
Especie																													
Lugar de procedencia																													
Numero de semillas																													
Tratamiento	Repetición	Altura de planta (cm)							Diámetro de cuello (cm)							N° Hojas													
	Semana	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7							
0	1																												
	2																												
	3																												
	4																												
	5																												
1	1																												
	2																												
	3																												
	4																												
	5																												
2	1																												
	2																												
	3																												
	4																												
	5																												
3	1																												
	2																												
	3																												
	4																												
	5																												

Fuente: Elaboración propia, 2017


 Nombres y Apellidos
 Elmer Rosales Alfaro
 Grado Doctor
 CIP 41918


 Nombres y Apellidos
 Grado Magister
 CIP 47682


 CARLOS PAULINO
 ADVINCULA ZAMORA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 1475
 Nombres y Apellidos
 Grado Ingeniero Ambiental
 CIP 797905


ANEXO N° 5 Ficha de cosechas de plantas

Evaluador							
Especie							
Fecha de evaluación							
Lugar de procedencia							
Tratamiento	Repetición	Biomasa radicular		Biomasa tallo		Biomasa foliar	
		Peso húmedo	Peso seco	Peso húmedo	Peso seco	Peso húmedo	Peso seco
0	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
1	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
2	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
3	1						
	2						
	3						
	4						
	5						


Fuente: Elaboración propia ,2017



 Nombres y Apellidos
 ELIER BENITES ALFARO
 Grado DOCTOR
 CIP 31998



 Nombres y Apellidos
 Grado Magister
 CIP 41682





 Nombres y Apellidos
 CARLOS PALMINO
 ADVOCADO AMBIENTAL
 INGENIERO AMBIENTAL
 REG. CIP N° 197305
 Grado Ingeniero Ambiental
 CIP 797905


ANEXO N° 6 Ficha de contenido de Cd en planta y suelo

Evaluador					
Especie					
Fecha de evaluación					
Lugar de procedencia					
Tratamiento	Repetición	Cadmio (mg/kg)			
		Biomasa radicular	Tallo	Biomasa foliar	Suelo
0	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
3	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Fuente: Elaboración propia ,2017


 Nombres y Apellidos
 ENEC BELLAIRES OLIVERO
 Grado Doctor
 CIP 71998



 Nombres y Apellidos
 Grado Magister
 CIP 41682


 Nombres y Apellidos
 CARLOS PAULINO
 ADVOCADO AMBIENTAL
 REG. CIP N° 197905
 Grado Ingeniero Ambiental
 CIP 197905


ANEXO N° 7 Ficha de contenido de Ph, temperatura y conductividad eléctrica en el suelo

Evaluador																													
Especie																													
Lugar de procedencia																													
Tratamiento	Repetición	Ph							Temperatura							Conductividad eléctrica													
		Semana	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7						
0	1																												
	2																												
	3																												
	4																												
	5																												
1	1																												
	2																												
	3																												
	4																												
	5																												
2	1																												
	2																												
	3																												
	4																												
	5																												
3	1																												
	2																												
	3																												
	4																												
	5																												

Fuente: Elaboración propia ,2017


 Nombres y Apellidos
 Grado Doctor
 CIP 71998


 Nombres y Apellidos
 Grado Magister
 CIP 41682


 Nombres y Apellidos
 Grado Ingeniero Ambiental
 CIP 197905

ANEXO N° 8 Prueba de normalidad para los tratamientos

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cadmio en suelo	T0	,141	5	,200*	,979	5	,928
	T1	,208	5	,200*	,967	5	,859
	T2	,167	5	,200*	,964	5	,833
	T3	,166	5	,200*	,986	5	,964
Cadmio en raíz	T0	,146	5	,200*	,992	5	,985
	T1	,220	5	,200*	,956	5	,777
	T2	,240	5	,200*	,860	5	,227
	T3	,155	5	,200*	,996	5	,996
Cadmio en tallo	T0	,228	5	,200*	,960	5	,811
	T1	,233	5	,200*	,884	5	,329
	T2	,163	5	,200*	,985	5	,959
	T3	,254	5	,200*	,889	5	,350
Cadmio en hoja	T0	,185	5	,200*	,980	5	,937
	T1	,218	5	,200*	,932	5	,609
	T2	,218	5	,200*	,895	5	,385
	T3	,218	5	,200*	,933	5	,616
Cadmio en planta	T0	,253	5	,200*	,947	5	,713
	T1	,231	5	,200*	,919	5	,527
	T2	,125	5	,200*	,997	5	,998
	T3	,153	5	,200*	,984	5	,953
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Normalidad , p = 0.05
P ≥ α = Se acepta H ₀ = Las variables tienen distribución normal
P < α = Se acepta H ₁ = Las variables no tienen distribución normal

ANEXO N° 9 Prueba de T-Student para los tratamientos

	Tratamientos	Sig medias (t)	Sig varianzas (Levene)	Observaciones
RAÍZ	T0-T1	0.000	0.890	Existen diferencias significativas
	T0-T2	0.000	0.634	Existen diferencias significativas
	T0-T3	0.000	0.291	Existen diferencias significativas
	T1-T2	0.000	0.564	Existen diferencias significativas
	T1-T3	0.000	0.263	Existen diferencias significativas
	T2-T3	0.000	0.496	Existen diferencias significativas
TALLO	T0-T1	0.000	0.400	Existen diferencias significativas
	T0-T2	0.000	0.488	Existen diferencias significativas
	T0-T3	0.000	0.961	Existen diferencias significativas
	T1-T2	0.000	0.151	Existen diferencias significativas
	T1-T3	0.000	0.241	Existen diferencias significativas
	T2-T3	0.000	0.468	Existen diferencias significativas
HOJAS	T0-T1	0.001	0.855	Existen diferencias significativas
	T0-T2	0.000	0.207	Existen diferencias significativas
	T0-T3	0.000	0.503	Existen diferencias significativas
	T1-T2	0.001	0.351	Existen diferencias significativas
	T1-T3	0.000	0.672	Existen diferencias significativas
	T2-T3	0.000	0.597	Existen diferencias significativas
SUELO	T0-T1	0.000	0.051	Existen diferencias significativas
	T0-T2	0.000	0.528	Existen diferencias significativas
	T0-T3	0.000	0.106	Existen diferencias significativas
	T1-T2	0.000	0.139	Existen diferencias significativas
	T1-T3	0.000	0.785	Existen diferencias significativas
	T2-T3	0.000	0.188	Existen diferencias significativas
PLANTAS	T0-T1	0.000	0.151	Existen diferencias significativas
	T0-T2	0.000	0.489	Existen diferencias significativas
	T0-T3	0.000	0.083	Existen diferencias significativas
	T1-T2	0.000	0.362	Existen diferencias significativas
	T1-T3	0.000	0.484	Existen diferencias significativas
	T2-T3	0.000	0.168	Existen diferencias significativas

Fuente: Propia (2017)

Prueba de Levene	T- Student
$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ Las varianzas son iguales	$P \geq \alpha =$ Se acepta $H_0 =$ No existe diferencias significativas
$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Las varianzas no son iguales	$P < \alpha =$ Se acepta $H_1 =$ Existen diferencias significativas

ANEXO N° 10 MONITOREO SEMANAL DE PH DEL SUELO

TRATAMIENTOS	Parámetro						
	Ph (0-14)						
Semana	1	2	3	4	5	6	7
T0-R1	4.11	4.12	4.1	4.09	4.11	4.1	4.1
T0-R2	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11
T0-R3	4.11	4.12	4.12	4.11	4.12	4.12	4.11
T0-R4	4.11	4.11	4.11	4.1	4.11	4.11	4.12
T0-R5	4.11	4.11	4.11	4.12	4.1	4.1	4.1
T1-R1	4.11	4.24	4.45	4.63	4.82	4.99	5.1
T1-R2	4.11	4.28	4.38	4.51	4.69	4.86	5.09
T1-R3	4.11	4.23	4.47	4.66	4.82	4.9	5.06
T1-R4	4.11	4.19	4.27	4.48	4.77	4.82	4.99
T1-R5	4.11	4.29	4.43	4.67	4.84	4.99	5.16
T2-R1	4.11	4.34	4.68	4.86	5.1	5.28	5.44
T2-R2	4.11	4.47	4.62	4.79	4.88	5.21	5.4
T2-R3	4.11	4.53	4.69	4.83	4.94	5.1	5.37
T2-R4	4.11	4.37	4.54	4.67	4.79	4.99	5.28
T2-R5	4.11	4.58	4.64	4.87	5.01	5.23	5.57
T3-R1	4.11	4.76	4.99	5.29	5.54	5.89	6.01
T3-R2	4.11	4.69	4.98	5.17	5.46	5.77	5.99
T3-R3	4.11	4.71	4.95	5.11	5.29	5.66	6.04
T3-R4	4.11	4.88	5	5.22	5.36	5.53	5.87
T3-R5	4.11	4.82	4.99	5.27	5.46	5.72	5.94

Fuente: Propia (2017)

ANEXO N° 11 MONITOREO SEMANAL DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO

TRATAMIENTOS	Parámetro						
	Conductividad eléctrica (ds/m)						
Semana	1	2	3	4	5	6	7
T0-R1	0.18	0.18	0.17	0.18	0.18	0.18	0.19
T0-R2	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
T0-R3	0.18	0.18	0.19	0.19	0.18	0.17	0.18
T0-R4	0.18	0.18	0.18	0.18	0.2	0.18	0.18
T0-R5	0.18	0.17	0.18	0.16	0.18	0.19	0.19
T1-R1	0.18	0.23	0.36	0.4	0.44	0.66	0.7
T1-R2	0.18	0.28	0.33	0.42	0.46	0.67	0.79
T1-R3	0.18	0.25	0.31	0.47	0.5	0.55	0.78
T1-R4	0.18	0.33	0.38	0.44	0.52	0.55	0.7
T1-R5	0.18	0.26	0.34	0.39	0.43	0.49	0.67
T2-R1	0.18	0.32	0.41	0.46	0.5	0.66	0.83
T2-R2	0.18	0.37	0.43	0.49	0.54	0.8	0.9
T2-R3	0.18	0.35	0.45	0.5	0.57	0.6	0.87
T2-R4	0.18	0.39	0.49	0.54	0.62	0.86	0.95
T2-R5	0.18	0.41	0.5	0.57	0.63	0.77	0.86
T3-R1	0.18	0.56	0.63	0.88	0.94	1.07	1.22
T3-R2	0.18	0.59	0.7	0.77	0.81	0.97	1.27
T3-R3	0.18	0.63	0.7	0.83	0.9	1.08	1.21
T3-R4	0.18	0.49	0.58	0.85	0.89	1.25	1.33
T3-R5	0.18	0.65	0.82	0.94	1.01	1.22	1.4

Fuente: Propia (2017)

ANEXO N° 12 MONITOREO SEMANAL DE TEMPERATURA DEL SUELO

TRATAMIENTOS	Parámetro						
	Temperatura (°C)						
Semana	1	2	2	3	4	5	6
T0-R1	18.1	19.1	19.4	19.1	18.6	18.7	19.5
T0-R2	18.3	19.4	19.7	19.3	18.3	19.7	20.3
T0-R3	18.7	19	20.1	19.9	18.6	19	19.9
T0-R4	18.5	19.5	19.5	19.6	18.9	19.7	19.9
T0-R5	18.8	18.9	19.8	19.7	19.1	18.8	19.5
T1-R1	18.3	19.4	18.7	19.1	19	18.7	19
T1-R2	18.6	19.2	19.3	19.4	18.3	19.3	18.3
T1-R3	18.5	18.7	18.8	19	18.6	19	18.6
T1-R4	18.6	19.5	19.2	19.5	19.7	19.2	19.7
T1-R5	18.9	18.8	19.1	18.9	18.8	19.1	18.8
T2-R1	19.1	18.6	19.9	18.6	19.1	18.7	18.7
T2-R2	19	18.9	19.4	18.3	18.5	18.7	18.9
T2-R3	18.7	19.3	18.9	18.6	18.9	19.3	19
T2-R4	18.5	18.5	18.4	18.9	19.3	19.7	19.7
T2-R5	18.6	18.9	19.5	19.1	19.5	19.8	18.8
T3-R1	19.2	18.5	20.5	18.7	18.7	19	19.2
T3-R2	19.5	19.9	20.3	18.1	19.7	18.3	19
T3-R3	18.3	19.4	19.9	18.8	19	18.9	18.7
T3-R4	18.4	18.9	19.9	18.6	19.7	19.7	18.5
T3-R5	18.6	18.4	19.5	19.1	18.8	18.8	18.3

Fuente: Propia (2017)

ANEXO N° 13 PESO HÚMEDO Y SECO DE LA COSECHA DE PLANTAS DE CACAO

Tratamiento	Repetición	Biomasa radicular (gr)		Biomasa tallo (gr)		Biomasa foliar (gr)	
		Peso húmedo	Peso seco	Peso húmedo	Peso seco	Peso húmedo	Peso seco
Testigo	1	87	48	40	28	85	48
	2	76	45	45	32	82	44
	3	83	44	47	33	90	45
	4	79	50	49	31	82	42
	5	81	47	50	39	80	48
T1 (2000 kg/ha CaCO ₃)	1	82	43	55	30	84	49
	2	83	49	46	31	83	49
	3	82	47	50	35	77	47
	4	84	45	45	41	80	48
	5	78	40	44	30	82	47
T2 (4000 kg/ha CaCO ₃)	1	79	44	58	36	79	42
	2	81	41	62	39	79	44
	3	77	39	58	37	79	43
	4	80	43	51	38	84	45
	5	75	37	56	35	75	36
T3 (6000 kg/ha CaCO ₃)	1	80	41	56	33	83	52
	2	83	42	52	40	78	48
	3	83	47	57	35	78	44
	4	79	46	45	34	80	49
	5	81	44	50	38	73	52

Fuente: Propia (2017)

ANEXO N° 14 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es el efecto del carbonato de calcio en la absorción de cadmio en las plantas de cacao en suelos contaminados de Pucayacu?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es la concentración de cadmio que se encuentra en la raíz de las plantas de cacao después de aplicar carbonato de calcio a suelos contaminados? ¿Cuál es la concentración de cadmio que se encuentra en el tallo de las plantas de cacao al aplicar carbonato de calcio a suelos contaminados? ¿Cuál es la concentración de cadmio que se encuentra en la biomasa foliar de las plantas de cacao después de aplicar carbonato de calcio a suelos contaminados? ¿Qué concentración de cadmio se encuentra en el suelo después de aplicar carbonato de calcio?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar el efecto del carbonato de calcio en la absorción de cadmio en las plantas de cacao en suelos contaminados de Pucayacu</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Evaluar la concentración de cadmio que se encuentra en la raíz de las plantas de cacao después de aplicar carbonato de calcio a suelos contaminados Evaluar la concentración de cadmio que se encuentra en el tallo de las plantas de cacao después de aplicar carbonato de calcio a suelos contaminados Evaluar la concentración de cadmio que se encuentra en la biomasa foliar de las plantas de cacao después de aplicar carbonato de calcio a suelos contaminados Evaluar el efecto que produce el carbonato de calcio al cadmio presente en el suelo</p>	<p>HIPÓTESIS NULA El carbonato de calcio no inhibe la absorción de cadmio en las plantas de cacao en suelos contaminados de Pucayacu</p> <p>HIPÓTESIS ALTERNA El carbonato de calcio inhibe la absorción de cadmio en las plantas de cacao en suelos contaminados de Pucayacu</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Efecto del carbonato de calcio</p> <p>INDICADORES Concentraciones de carbonato de calcio (kg/ha) en diferentes dosis como: 2000 kg/ha 6000 kg/ha 8000 kg/ha</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE Absorción de cadmio en plantas de cacao en suelos contaminados</p> <p>INDICADORES Concentración de cadmio Cd en biomasa radicular de la planta (mg/kg) Cd en biomasa del tallo la planta (mg/kg) Cd en biomasa foliar de la planta (mg/kg) Cd en suelo contaminado (mg/kg)</p> <p>Planta Altura de planta (cm) Diámetro de planta de cacao (cm) N° hojas Peso húmedo y seco de la raíz, tallo y hojas(gr)</p> <p>Suelo Ph del suelo (0 – 14) Temperatura del suelo (° C) Conductividad del suelo (dS/ m)</p>	<p>TIPO Aplicada</p> <p>DISEÑO Experimental</p> <p>NIVEL Explicativo</p> <p>POBLACIÓN La población de la presente investigación está conformada por las plantas de cacao instaladas en suelos que contienen cadmio procedente del distrito de Pucayacu, provincia de Leoncio Prado, Región de Huánuco. El total de plantas es 370 plantas / ha de cacao; las cuales pertenecen al Fundo San Juan del propietario Eleuterio Valle, las plantaciones de cacao tienen entre 1 año y 5 años y el suelo es de tipo franco arcilloso. El área de siembra del cacao abarca 0.5 has y está ubicada entre las siguientes coordenadas UTM: X: 377761 E, Y: 9033690 N; X: 377772 E , Y:9033698 N ; X : 377723 E, Y : 9033652 N y la coordenada X : 377743 E , Y : 9033707 N.</p> <p>MUESTRA Se tiene 15 plantas como muestra en las cuales se analizó la biomasa foliar, tallo y raíz: las mismas que fueron usadas para las tres dosis (2000, 4000, 6000 kg/ha de CaCO₃) y 5 plantas (sin CaCO₃). Las muestras de suelo son de 60 kilogramos. Se cuenta con 20 macetas, las cuales se distribuyó en 5 macetas con 2000 kg/ha, 4000 kg/ha y 6000 kg/ha y 5 macetas testigo. El área de las macetas fue 0.05 m².</p>

**ANEXO N° 15 CUADRO COMPARATIVO DE LA CONCENTRACIÓN INICIAL –
FINAL DE CADMIO EN EL SUELO Y RENDIMIENTO DE SUELO**

	Concentración inicial (ppm)	Concentración final (ppm)
T1 (2000 kg/ ha CaCO ₃)	1.48	1.30
T2 (4000 kg/ha CaCO ₃)	1.48	1.11
T3 (6000 kg/ha CaCO ₃)	1.48	0.85

Fuente: Propia (2017)

$$\text{Rendimiento de suelo} = \frac{\text{Concentración inicial} - \text{Concentración final}}{\text{Concentración inicial}} \times 100\%$$

T1 (2000 kg/ ha CaCO ₃)	$\text{Rendimiento de suelo} = \frac{1.48\text{ppm} - 1.3\text{ ppm}}{1.48\text{ ppm}} \times 100\%$ $\text{Rendimiento de suelo} = 0.12 \times 100\%$ $\text{Rendimiento de suelo} = 12\%$
--	---

T1 (4000 kg/ ha CaCO ₃)	$\text{Rendimiento de suelo} = \frac{1.48\text{ppm} - 1.11\text{ ppm}}{1.48\text{ ppm}} \times 100\%$ $\text{Rendimiento de suelo} = 0.256 \times 100\%$ $\text{Rendimiento de suelo} = 25.6\%$
--	---

T1 (6000 kg/ ha CaCO ₃)	$\text{Rendimiento de suelo} = \frac{1.48\text{ppm} - 0.85\text{ ppm}}{1.48\text{ ppm}} \times 100\%$ $\text{Rendimiento de suelo} = 0.425 \times 100\%$ $\text{Rendimiento de suelo} = 42.56\%$
--	--

ANEXO N° 16 CÁLCULOS DE CANTIDAD DE CARBONATO DE CALCIO

$$\text{Área de maceta} = 0.05 \text{ m}^2$$

Tratamiento 1

$$2000 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times \frac{1\text{ha}}{10000\text{m}^2} \times \frac{1000\text{gr}}{1\text{kg}} = 200 \frac{\text{gr}}{\text{m}^2} \times 0.05\text{m}^2 = 10\text{gr de CaCO}_3$$

Tratamiento 2

$$4000 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times \frac{1\text{ha}}{10000\text{m}^2} \times \frac{1000\text{gr}}{1\text{kg}} = 400 \frac{\text{gr}}{\text{m}^2} \times 0.05\text{m}^2 = 20\text{gr de CaCO}_3$$

Tratamiento 3

$$6000 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times \frac{1\text{ha}}{10000\text{m}^2} \times \frac{1000\text{gr}}{1\text{kg}} = 600 \frac{\text{gr}}{\text{m}^2} \times 0.05\text{m}^2 = 30\text{gr de CaCO}_3$$

$$\text{Área de terreno} = 1 \text{ m}^2$$

Tratamiento 1

$$2000 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times \frac{1\text{ha}}{10000\text{m}^2} \times \frac{1000\text{gr}}{1\text{kg}} = 200 \frac{\text{gr}}{\text{m}^2} \times 1\text{m}^2 = 200\text{gr de CaCO}_3$$

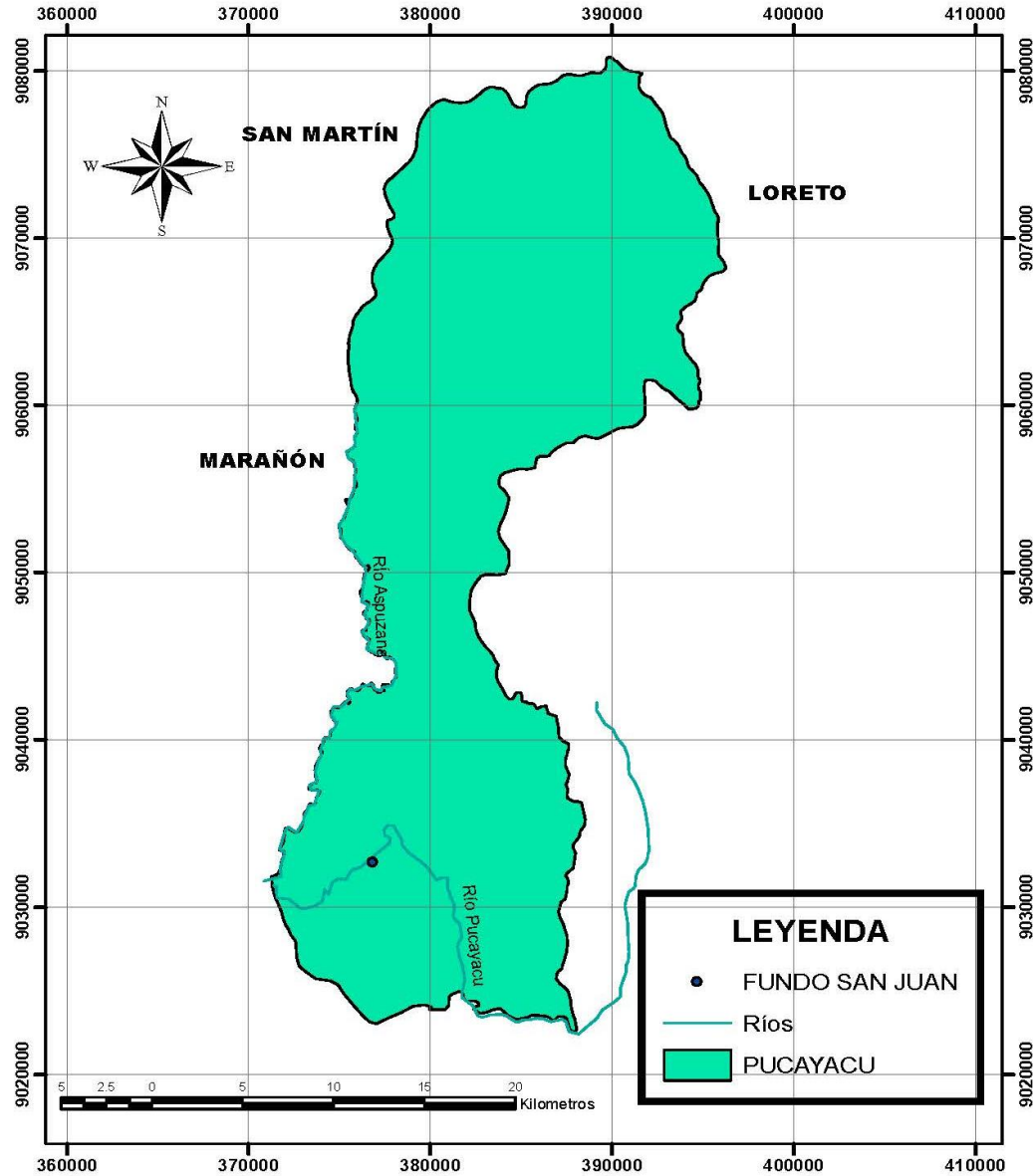
Tratamiento 2

$$4000 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times \frac{1\text{ha}}{10000\text{m}^2} \times \frac{1000\text{gr}}{1\text{kg}} = 400 \frac{\text{gr}}{\text{m}^2} \times 1\text{m}^2 = 400\text{gr de CaCO}_3$$

Tratamiento 3

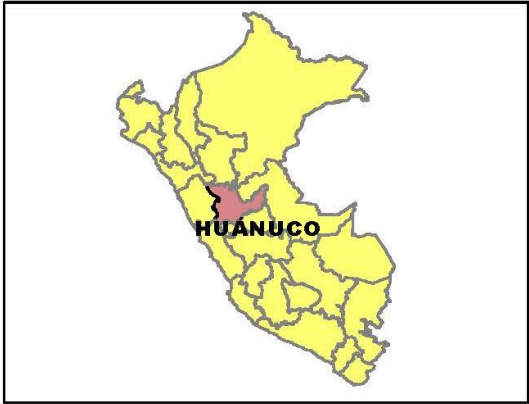
$$6000 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times \frac{1\text{ha}}{10000\text{m}^2} \times \frac{1000\text{gr}}{1\text{kg}} = 600 \frac{\text{gr}}{\text{m}^2} \times 1\text{m}^2 = 600\text{gr de CaCO}_3$$

ANEXO N° 17 MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



LEYENDA

- FUNDO SAN JUAN
- Ríos
- PUCAYACU



 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO-PUCAYACU	
ESCALA	1:348,591
FECHA	NOVIEMBRE 2017
ELABORADO POR	INGRI KARINA GONZÁLES PIZANGO
REVISADO POR	Mg. SC. HAYDEÉ SUÁREZ ALVITES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : INGRID GONZALES PIZANGO

Departamento : HUÁNUCO
 Distrito : PUCAYACU
 Referencia : H.R. 60913-135C-17

Bolt: 888

Provincia : LEONCIO PRADO
 Predio : FUNDO SAN JUAN
 Fecha : 19/10/17

Número de Muestra Lab Claves	pH (1:1)	C E (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat De Bases
							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
11766	4.11	0.18	0.00	0.61	3.4	54	64	11	25	Fr.Ar.A	11.20	0.73	0.30	0.31	0.18	2.60	4.13	1.53	14

A = Arena, A Fr = Arena Franca, Fr A = Franco Arenoso, Fr = Franco, Fr L = Franco Limoso, L = Limoso, Fr Ar A = Franco Arcillo Arenoso, Fr Ar = Franco Arcilloso,
 Fr Ar L = Franco Arcillo Limoso, Ar A = Arcillo Arenoso, Ar L = Arcillo Limoso, Ar = Arcilloso

Sady García Bendezu
 Jefe del Laboratorio


INFORME DE ENSAYO N° 170920-004N

Orden de Trabajo : OT-170915-005N
Cliente : INGRID GONZALES PIZANGO
Lugar de Muestreo : HUÁNUCO / LEONCIO PRADO / PUCAYACU
Servicio Solicitado : Ensayo Físico Químico
Producto Declarado : SUELO
Número de Muestras : 01
Lugar y fecha de recepción : Laboratorio, 15 de setiembre del 2017
Fecha de inicio de Ensayos : 15 de setiembre del 2017
Fecha de término de Ensayos : 19 de setiembre del 2017

MUESTRAS	CÓDIGO LABORATORIO	RESULTADOS
		Determinación de Cadmio
SUELO	170915-005-001	1.50 ppm.

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
CADMIO	EPA 3060B Rev. 02, 1996/EPA 7000 B Rev 02, 2007. Método de prueba para la determinación de Cadmio por espectrometría de absorción atómica.

Observaciones
Ninguna.


César Augusto Aquino Carlin
 C.B.P 3741
 Jefe de Laboratorio
 International Laboratories S.A.C.



Emitido en Lima, el 20 de setiembre del 2017.

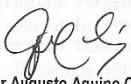
INFORME DE ENSAYO N° 171030-005N

Orden de Trabajo : OT-171023-006N
Cliente : INGRI GONZALES PIZANGO
Lugar de Muestreo : HUÁNUCO / LEONCIO PRADO / PUCAYACU
Servicio Solicitado : Ensayo Físico Químico
Producto Declarado : SUELOS / RAÍZ CACAO / TALLO CACAO / HOJAS CACAO
Número de Muestras : 20
Lugar y fecha de recepción : Laboratorio. 23 de octubre del 2017
Fecha de inicio de Ensayos : 23 de octubre del 2017
Fecha de término de Ensayos : 29 de octubre del 2017

MUESTRAS	CÓDIGO LABORATORIO	RESULTADOS
		Determinación de Cadmio
SUELO (TRATAMIENTO 0 – R1)	171023-006-001	1.49 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 0 – R2)	171023-006-002	1.50 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 0 – R3)	171023-006-003	1.48 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 0 – R4)	171023-006-004	1.47 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 0 – R5)	171023-006-005	1.45 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 0 – R1)	171023-006-006	1.39 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 0 – R2)	171023-006-007	1.33 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 0 – R3)	171023-006-008	1.36 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 0 – R4)	171023-006-009	1.41 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 0 – R5)	171023-006-010	1.37 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 0 – R1)	171023-006-011	1.26 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 0 – R2)	171023-006-012	1.21 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 0 – R3)	171023-006-013	1.27 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 0 – R4)	171023-006-014	1.24 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 0 – R5)	171023-006-015	1.33 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 0 – R1)	171023-006-016	1.21 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 0 – R2)	171023-006-017	1.18 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 0 – R3)	171023-006-018	1.14 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 0 – R4)	171023-006-019	1.13 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 0 – R5)	171023-006-020	1.09 ppm.

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
CADMIO	EPA 3050B Rev. 02, 1996/EPA 7000 B Rev 02, 2007. Método de prueba para la determinación de Cadmio por espectrometría de absorción atómica.

Observaciones
 Ninguna.


César Augusto Aquino Carlin
 C.B.P 3741
 Jefe de Laboratorio
 International Laboratories S.A.C.



Emitido en Lima, el 30 de octubre del 2017.

Calle C. Mz. C Lt. 1 – Coop. Virgen de Guadalupe – Los Olivos

FL-002
 Versión: 00
 F.E.: Abril 2015

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados 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. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto su originalidad si se trata de un ejemplar electrónico se establece con la comparación con el original físico que posee International Laboratories S.A.C. y que posee el sello institucional.

Página 1 de 1

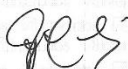
INFORME DE ENSAYO N° 171030-002N

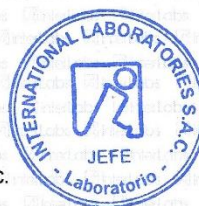
Orden de Trabajo	: OT-171023-003N
Cliente	: INGRID GONZALES PIZANGO
Lugar de Muestreo	: HUÁNUCO / LEONCIO PRADO / PUCAYACU
Servicio Solicitado	: Ensayo Físico Químico
Producto Declarado	: SUELOS / RAÍZ CACAO / TALLO CACAO / HOJAS CACAO
Número de Muestras	: 20
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio. 23 de octubre del 2017
Fecha de inicio de Ensayos	: 23 de octubre del 2017
Fecha de término de Ensayos	: 29 de octubre del 2017

MUESTRAS	CÓDIGO LABORATORIO	RESULTADOS
		Determinación de Cadmio
SUELO (TRATAMIENTO 1 – R1)	171023-003-001	1.34 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 1 – R2)	171023-003-002	1.29 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 1 – R3)	171023-003-003	1.37 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 1 – R4)	171023-003-004	1.28 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 1 – R5)	171023-003-005	1.24 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 1 – R1)	171023-003-006	1.17 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 1 – R2)	171023-003-007	1.13 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 1 – R3)	171023-003-008	1.21 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 1 – R4)	171023-003-009	1.19 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 1 – R5)	171023-003-010	1.18 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 1 – R1)	171023-003-011	1.11 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 1 – R2)	171023-003-012	1.07 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 1 – R3)	171023-003-013	1.09 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 1 – R4)	171023-003-014	1.11 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 1 – R5)	171023-003-015	1.06 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 1 – R1)	171023-003-016	1.00 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 1 – R2)	171023-003-017	0.90 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 1 – R3)	171023-003-018	1.01 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 1 – R4)	171023-003-019	1.04 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 1 – R5)	171023-003-020	0.97 ppm.

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
CADMIO	EPA 3050B Rev. 02, 1996/EPA 7000 B Rev 02, 2007, Método de prueba para la determinación de Cadmio por espectrometría de absorción atómica.

Observaciones
Ninguna.


César Augusto Aquino Carlin
 C.B.P 3741
 Jefe de Laboratorio
 International Laboratories S.A.C.



Emitido en Lima, el 30 de octubre del 2017.


INFORME DE ENSAYO N° 171030-003N

Orden de Trabajo : OT-171023-004N
Cliente : INGRID GONZALES PIZANGO
Lugar de Muestreo : HUÁNUCO / LEONCIO PRADO / PUCAYACU
Servicio Solicitado : Ensayo Físico Químico
Producto Declarado : SUELOS / RAÍZ CACAO / TALLO CACAO / HOJAS CACAO
Número de Muestras : 20
Lugar y fecha de recepción : Laboratorio. 23 de octubre del 2017
Fecha de inicio de Ensayos : 23 de octubre del 2017
Fecha de término de Ensayos : 29 de octubre del 2017

MUESTRAS	CÓDIGO LABORATORIO	RESULTADOS
		Determinación de Cadmio
SUELO (TRATAMIENTO 2 – R1)	171023-004-001	1.08 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 2 – R2)	171023-004-002	1.09 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 2 – R3)	171023-004-003	1.15 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 2 – R4)	171023-004-004	1.12 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 2 – R5)	171023-004-005	1.11 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 2 – R1)	171023-004-006	0.99 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 2 – R2)	171023-004-007	1.07 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 2 – R3)	171023-004-008	1.01 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 2 – R4)	171023-004-009	0.98 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 2 – R5)	171023-004-010	0.97 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 2 – R1)	171023-004-011	0.91 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 2 – R2)	171023-004-012	0.79 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 2 – R3)	171023-004-013	0.96 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 2 – R4)	171023-004-014	0.89 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 2 – R5)	171023-004-015	0.86 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 2 – R1)	171023-004-016	0.85 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 2 – R2)	171023-004-017	0.72 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 2 – R3)	171023-004-018	0.70 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 2 – R4)	171023-004-019	0.83 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 2 – R5)	171023-004-020	0.80 ppm.

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
CADMIO	EPA 3050B Rev. 02, 1996/EPA 7000 B Rev 02, 2007. Método de prueba para la determinación de Cadmio por espectrometría de absorción atómica.

Observaciones
 Ninguna.


César Augusto Aquino Carlin
 C.B.P. 3741
 Jefe de Laboratorio
 International Laboratories S.A.C.



Emilito en Lima, el 30 de octubre del 2017.

Calle C. Mz. C Lt. 1 – Coop. Virgen de Guadalupe – Los Olivos

FL-002
 Versión: 00
 F.E.: Abril 2015

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados 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. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto su originalidad si se trata de un ejemplar electrónico se establece con la comparación con el original físico que posee International Laboratories S.A.C. y que posee el sello institucional.

Página 1 de 1


INFORME DE ENSAYO Nº 171030-004N

Orden de Trabajo : OT-171023-005N
Cliente : INGRI GONZALES PIZANGO
Lugar de Muestreo : HUÁNUCO / LEONCIO PRADO / PUCAYACU
Servicio Solicitado : Ensayo Físico Químico
Producto Declarado : SUELOS / RAÍZ CACAO / TALLO CACAO / HOJAS CACAO
Número de Muestras : 20
Lugar y fecha de recepción : Laboratorio. 23 de octubre del 2017
Fecha de inicio de Ensayos : 23 de octubre del 2017
Fecha de término de Ensayos : 29 de octubre del 2017

MUESTRAS	CÓDIGO LABORATORIO	RESULTADOS
		Determinación de Cadmio
SUELO (TRATAMIENTO 3 – R1)	171023-005-001	0.93 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 3 – R2)	171023-005-002	0.85 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 3 – R3)	171023-005-003	0.89 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 3 – R4)	171023-005-004	0.83 ppm.
SUELO (TRATAMIENTO 3 – R5)	171023-005-005	0.76 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 3 – R1)	171023-005-006	0.57 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 3 – R2)	171023-005-007	0.65 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 3 – R3)	171023-005-008	0.67 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 3 – R4)	171023-005-009	0.73 ppm.
RAÍZ CACAO (TRATAMIENTO 3 – R5)	171023-005-010	0.62 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 3 – R1)	171023-005-011	0.44 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 3 – R2)	171023-005-012	0.54 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 3 – R3)	171023-005-013	0.49 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 3 – R4)	171023-005-014	0.52 ppm.
TALLO CACAO (TRATAMIENTO 3 – R5)	171023-005-015	0.53 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 3 – R1)	171023-005-016	0.40 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 3 – R2)	171023-005-017	0.49 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 3 – R3)	171023-005-018	0.43 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 3 – R4)	171023-005-019	0.50 ppm.
HOJAS CACAO (TRATAMIENTO 3 – R5)	171023-005-020	0.36 ppm.

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
CADMIO	EPA 3050B Rev. 02, 1996/EPA 7000 B Rev 02, 2007. Método de prueba para la determinación de Cadmio por espectrometría de absorción atómica.

Observaciones
Ninguna.


César Augusto Aquino Carlin
 C.B.P 3741
 Jefe de Laboratorio
 International Laboratories S.A.C.



Emitido en Lima, el 30 de octubre del 2017.

Calle C. Mz. C Lt. 1 – Coop. Virgen de Guadalupe – Los Olivos

FL-002
 Versión: 00
 F.E.: Abril 2015

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados 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. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto su originalidad si se trata de un ejemplar electrónico se establece con la comparación con el original físico que posee International Laboratories S.A.C. y que posee el sello institucional.

Página 1 de 1

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: DET - UCA - Técnico / metodólogo docente Investigador
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de muestra de nivel
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Cronzales Prenga Ingi Karina

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

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 :

92.5 %

Lima, 19 de Junio del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 07867255

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: HAYDÉE SÁENZ ANTES
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV - Ingeniería Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de métodos de suelos
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gezález, Prisco, Jhon, Karina

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	Está 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 :

91 %

 Lima, 19 de Junio del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 07088154

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Carlos Adimula Zambrano
 1.2. Cargo e institución donde labora: MDSTP - Gerencia de Recursos Humanos y Gestión Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Muestreo de Injertos
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gonzalo Acanga Ingrí Kama

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	Está 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

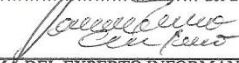
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

97 %

Lima, 19 de Junio del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 74388031

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Beatty Alfaro Herrera
 1.2. Cargo e institución donde labora: DCI - UCV - Técnico / Metodólogo docente - Investigador
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de muestra de semilla de planta de cacao
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gonzalez Pranga Ingrid Rosina

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

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 :

92 %

Lima, 19 de Julio del 2017


 FIRMA DE EXPERTO INFORMANTE

DNIC: 867259

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Haydee Suarez Aniter
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV - Ingeniería Ambiental
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de muestra de semillas de planta de Cacao
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Greneris Pizarro Inga Rosina

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	Está 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 :

91 %

 Lima, 19 de Junio del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 07008154

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Celis Adunata Zambrano
 1.2. Cargo e institución donde labora: MDSP - Gerencia de Servicios Básicos y Gestión Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de brucos de semilla de planta de cacao
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Geovani Prongo Jago Kama

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	Está 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 :

94.5 %

Lima, 19 de Junio del 2017

[Firma]
 FIRM DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 74388031

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: DELITES ALVARO ENRI
 1.2. Cargo e institución donde labora: Doc - UCV - Técnico / metodólogo docente INVESTIGADOR
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Germinación de plantas de cacao
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Concepción Pezoso Ingrí Rosón

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

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 :

92.5 %

Lima, 19 de Junio del 2017


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 07867257



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

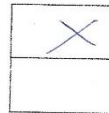
- I.1. Apellidos y Nombres: MARCELO SUAREZ OLIVERA
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV - Técnico / Metodólogo POCEPE Investigador
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Gemmología de planta de cecao
 I.4. Autor(A) de Instrumento: Gottlieb Praino Inga Kojino

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	Está 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



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91,5 %

Lima, 19 de Junio del 2017

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI No. 0 7088 154

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Orlen Zambrano Adumachi
 1.2. Cargo e institución donde labora: MDSVP - Gerencia de Gestión Pública y Gestión Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Cuestionario de planta de cultivo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gerardo Azarzo, Juan Roca

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	Está 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 :

99 %

Lima, 19 de Julio del 2017

[Firma]
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 7438801

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Reynolds Dávalos Sampedro
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UNCV - Tarma / Universidad César Vallejo - Tarma
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Análisis de Instrumentos de Trabajo de Campo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Chavez, Belloso, Ivan, Corina

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

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:

91.5 %

Lima, 14 de Julio del 2017

[Firma]
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 09867259

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: RODRIGUEZ SANCHEZ ALBERTO
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV - Universidad Agraria del Valle
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de registro de desarrollo de puntos de KAPASO
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Georgette Patricia Jara Luján

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												+	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												+	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												+	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												+	
5. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													+
6. INTERRELACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												+	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													+
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													+
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 :

93,5 %

Lima, 19 de Junio del 2017

[Firma]
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 07039254

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: *Alma Zamborano Acuña*
 1.2. Cargo e institución donde labora: *MOSEIP - Gerencia de Recursos Humanos y Capital Ambiental*
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de control de desarrollo de planta de agua*
 1.4. Autor(A) de Instrumento: *Grizela Arroyo Fran Koma*

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	Está 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 :

97 %

Lima, *19 de Julio* del 2017

Grizela Arroyo Fran Koma
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. *74388031*

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Berrios Alfredo Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV - Temuco / Peruvianos - Docente Asistente
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación de profesor
 1.4. Autor(A) de instrumento: Óscar Risco Trujillo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

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 :

92 %

Lima, 16 de Julio del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INSTRUMENTANTE

DNI No. 07827259

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Haydee Suarez Alvarez
 1.2. Cargo e institución donde labora: Doc. - UCV - Ingeniería Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de chequeo de plantas
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Concepción Pérez Jara

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	Está 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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92.5 %

Lima, 29 de Junio del 2017

[Firma]
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 0709854

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Carlos Adumulo Zumbano
 1.2. Cargo e institución donde labora: MDiRIP - Creencia de Fenómeno Relativo y nuevo ambiente
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Título de examen de Hipótesis
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gerardo Pérez Jara

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	Está 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 :

76 %

Lima, 20 de Junio del 2017

Gerardo Pérez Jara
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 74 388 091

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Hector Suarez Flores
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV - Universidad Agraria
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de contenidos de cil. en planta y suelo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Concha Pizarro Jirón

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	Está 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		X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		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 :

94 %

Lima, 19 de Junio del 2017

Suarez
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 07080154

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Carlos Acuña Zumbano
 1.2. Cargo e institución donde labora: MOSEM - Gerencia de Gestión Pedagógica y Gestión Académica
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Seguimiento de Ed. Inicial y 1º de E. Primaria
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Aracely Ramos Jara

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	Está 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 :

89 %

Lima, 19 de Junio del 2017

Aracely Ramos Jara
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 44398031

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: BENITO AYALA ENER
 1.2. Cargo e institución donde labora: PCT - UCV - TERCERO / METODOLOGO DE DOCTOR INVESTIGADOR
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de valoración de pr. temperata y CE
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gustavo Pizarro Inga Karing

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

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 :

90.5 %

 Lima, 19 de Junio del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 02867259

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Mayra Suarez Alites
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - BCU - Ingeniería Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fiche de Consenso de pH, Temperatura y CF
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Gezalet Preciso Janga Kana

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	Está 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 :

93,5 %

Lima, 19 de Julio del 2017

[Firma]
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 07088154

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Callej, Adumulo Zentano
 1.2. Cargo e institución donde labora: MSMP - Gerencia de Bases Políticas y Gestión Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de contenido de Ph. y Temáticas y Gt.
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Esteban, Prisco, José, Roma

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	Está 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 :

98 %

Lima, 19 de Julio del 2017


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 74388031

