



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

“ECAA”

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“Evaluación de efectividad de sedimentos de la Laguna de Colta, como abono orgánico, en el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum L.*) en la Granja Experimental de la PUCE-SI – Ibarra – Imbabura”.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO DE LOS
RECURSOS NATURALES

SUBLINEA: DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD

AUTOR: EDWIN ALEXANDER TITUAÑA YAMBERLA

ASESOR: MSc. DIEGO MIGUEL PUERRES VERA

Ibarra, febrero del 2020



Ibarra, 14 de febrero del 2020

MSc. Diego Miguel Puerres Vera

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCE-SI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.


(f).....
MSc. Diego Miguel Puerres Vera

C.C.: 1000177898-2



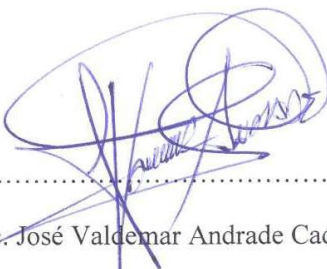
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):


(f).....

MSc. Diego Miguel Puerres Vera

C.C.: 1000177898-2

(f).....

MSc. José Valdemar Andrade Cadena

C.C.: 100192716-7

(f).....

PhD. Jhenny Marlene Cayambe Terán

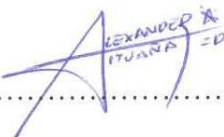
C.C.: 172112237-0



ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo TITUAÑA YAMBERLA EDWIN ALEXANDER, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 14 de febrero del 2020

f): .....


TITUAÑA YAMBERLA EDWIN ALEXANDER

C.C.: 100370049-7



AUTORÍA

Yo, TITUAÑA YAMBERLA EDWIN ALEXANDER, portador de la cédula de ciudadanía N° 1003700497, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f): .....

TITUAÑA YAMBERLA EDWIN ALEXANDER

C.C.: 100370049-7



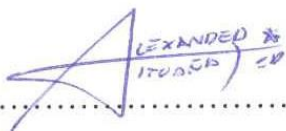
DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo, TITUAÑA YAMBERLA EDWIN ALEXANDER, con C.C.:1003700497, autor del trabajo de grado intitulado: EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE SEDIMENTOS DE LA LAGUNA DE COLTA, COMO ABONO ORGÁNICO, EN EL CULTIVO DE CILANTRO (*CORIANDRUM SATIVUM L.*) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA PUCESI – IBARRA – IMBABURA, previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Agropecuaria, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 14 de febrero del 2020

f): 

TITUAÑA YAMBERLA EDWIN ALEXANDER

C.C.: 100370049-7



DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: **EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE SEDIMENTOS DE LA LAGUNA DE COLTA, COMO ABONO ORGÁNICO, EN EL CULTIVO DE CILANTRO (*CORIANDRUM SATIVUM L.*) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA PUCESI – IBARRA – IMBABURA**, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 14 de febrero del 2020

Para constancia firma:

f):

Edwin Alexander Tituaña Yamberla
Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación
C.C/ Pasaporte: 100370049-7
Carrera: Ingeniería Agropecuaria

Ibarra, febrero del 2020

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi padre José Luis y a mi madre Rosa María, ya que ellos son la mayor bendición que Dios me ha otorgado. Su amor, apoyo, esfuerzo, sacrificio y ejemplo de lucha han sido siempre el impulso que me ha motivado a nunca rendirme y buscar el éxito. Esto es para ellos y por ellos.

A mi hermano Fabían por los consejos y su guía. A mi hermana Mary y Blanky que a pesar de la distancia siempre he contado con su apoyo ante cualquier proyecto y sueño que he tenido, por su cariño y diario consentimiento. A mi hermana Fanny por toda su confianza y apoyo brindado en cada uno de mis proyectos. A mi hermana Zuly por siempre cuidarme y guiarme. A mi hermano Roberto por brindarme su apoyo y compañía, y mostrarme que no importa cuál sea el obstáculo, siempre existe una solución. Y a mi hermanita Saya por siempre hacerme reír en momentos de estrés, de verdad a todos muchas gracias, los llevo en mi corazón.

A mi novia Patricia por todo su amor incondicional y nunca dejar que me rinda, brindándome todo su apoyo y motivándome constantemente, incluso dando prioridad a mis metas que a las ella. Convergiéndose a lo largo de este tiempo en mi tesoro más preciado.

Alexander Tituaña Yamberla

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar en primer lugar mi agradecimiento a Dios por todas las bendiciones que me da día a día, llenándome de fortaleza mi corazón y de sabiduría, por nunca abandonarme y siempre cuidarme, por ser quien me permitió conocer personas que se convertirían en mi soporte y fortaleza durante toda mi vida. Y darme la oportunidad de formarme como profesional.

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional y su lucha para hoy verme como un profesional.

Agradezco a mis hermanos por ser quienes me llenan de alegría cada día. Y agradezco en especial a mis hermanas Mary y Blanky ya que han sido pilares fundamentales y ejemplos de sacrificio y esfuerzo a lo largo de toda mi vida; ¡las quiero mucho!

Gracias al Magister Diego Puerres por compartir su amplia experiencia y conocimiento para orientarme en el correcto desarrollo y culminación de mi trabajo de titulación, ya que no hubiese sido posible su finalización sin su cooperación.

Un agradecimiento especial a la PhD Jhenny Cayambe por compartir su amplio conocimiento y brindarme su apoyo, guiándome continuamente como mi mentora, impulsando mi conocimiento e interés por la investigación, ya que con su motivación e inspiración me permitió alcanzar el reconocimiento académico de esta investigación. ¡Muchas Gracias!

Un agradecimiento especial a la Doctora Luz Cervantes, por brindarme su confianza y darme la oportunidad de poder trabajar con la empresa SINAPROY para poder realizar esta investigación.

A todos mis profesores que a lo largo de mi formación universitaria han sembrado en el interés y el amor a mi carrera. En especial al Magister Valdemar y el Doctor Manly por su franqueza y frontalidad al enseñar.

Estas palabras son para ustedes, muchas gracias.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA..... | vii |
| AGRADECIMIENTO..... | viii |
| ÍNDICE..... | ix |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xiii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xvi |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xvii |
| RESUMEN..... | 21 |
| ABSTRACT..... | 22 |
| CAPITULO I..... | 23 |
| INTRODUCCIÓN..... | 23 |
| CAPÍTULO II..... | 26 |
| OBJETIVOS..... | 26 |
| 2.1. Objetivo general..... | 26 |
| 2.2. Objetivos específicos..... | 26 |
| 2.3. Hipótesis..... | 26 |
| CAPÍTULO III..... | 27 |
| ESTADO DEL ARTE..... | 27 |
| 3.1. Generalidades del cultivo de cilantro..... | 27 |
| 3.1.1. Origen..... | 27 |
| 3.1.2. Taxonomía..... | 28 |
| 3.1.3. Variedad..... | 28 |
| 3.1.4. Morfología de la planta de cilantro..... | 29 |
| 3.1.5. Fenología..... | 30 |
| 3.1.6. Requerimientos edafoclimáticos ideales..... | 32 |
| 3.1.7. Necesidades nutricionales..... | 32 |
| 3.1.8. Labores culturales..... | 33 |
| 3.2. Análisis de mercado..... | 35 |

| | |
|--|----|
| 3.2.1. Demanda mundial del cultivo de cilantro | 35 |
| 3.2.2. Oferta nacional del cultivo de cilantro | 35 |
| 3.2.3. Importancia del cilantro en el Ecuador | 35 |
| 3.3. Abono..... | 36 |
| 3.3.1. Abono orgánico..... | 36 |
| 3.3.2. Tipos de abono orgánico | 36 |
| 3.3.3. Dragado..... | 37 |
| 3.3.4. Fuente de extracción | 37 |
| 3.3.5. Proceso de elaboración de abono orgánico a base de sedimentos de la Laguna de Colta | 37 |
| 3.3.6. Abono a base de sedimentos de la Laguna de Colta | 39 |
| CAPÍTULO IV | 40 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 40 |
| 4.1. Materiales..... | 40 |
| 4.2. Metodología | 41 |
| 4.2.1. Ubicación del área de estudio | 41 |
| 4.2.2. Características Agro climáticas..... | 42 |
| 4.3. Tratamientos y diseño experimental | 42 |
| 4.3.1. Factores de estudio..... | 42 |
| 4.3.2. Preparación del terreno | 44 |
| 4.3.3. Delimitación del ensayo..... | 45 |
| 4.3.4. Preparación del suelo y dosificación..... | 45 |
| 4.3.5. Toma de muestras para análisis de suelo | 46 |
| 4.3.6. Instalación del sistema de riego por goteo | 46 |
| 4.3.7. Riego | 47 |
| 4.3.8. Fertilización | 47 |
| 4.3.9. Siembra | 48 |
| 4.3.10. Control de malezas..... | 48 |
| 4.3.11. Cosecha | 48 |

| | |
|--|----|
| 4.4. Evaluación de las variables fenológicas | 48 |
| 4.4.1 Días a la germinación..... | 48 |
| 4.4.2 Altura de tallo..... | 49 |
| 4.4.3. Diámetro de tallo..... | 49 |
| 4.4.4. Días a la cosecha | 49 |
| 4.4.5. Rendimiento del cultivo | 50 |
| 4.4.6. Evaluación del suelo | 50 |
| 4.5. Identificación de la mejor la dosis con resultado en producción y calidad de suelo | 50 |
| 4.6. Determinación de los costos de recuperación de suelos por hectárea con el mejor tratamiento obtenido | 50 |
| 4.7. Socialización de los resultados obtenidos..... | 51 |
| CAPÍTULO V | 52 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 52 |
| 5.1. Evaluación de las variables fenológicas | 52 |
| 5.1.1. Días a la germinación (Días)..... | 52 |
| 5.2. Altura de tallo (cm)..... | 55 |
| 5.2.1 Altura de tallo (cm) a los 20 días del cultivo de cilantro | 55 |
| 5.2.2. Altura de tallo (cm) a los 50 días del cultivo de cilantro. | 59 |
| 5.2.3. Altura de tallo (cm) a los 70 días del cultivo de cilantro. | 61 |
| 5.3. Diámetro de tallo (mm)..... | 64 |
| 5.3.1. Diámetro de tallo a los 30 días del cultivo de cilantro..... | 65 |
| 5.3.2. Diámetro de tallo a los 50 días del cultivo de cilantro..... | 67 |
| 5.3.3. Diámetro de tallo a los 70 días del cultivo de cilantro..... | 68 |
| 5.4. Días a la cosecha (Días)..... | 71 |
| 5.5. Rendimiento del cultivo (kg ha ⁻¹). | 74 |
| 5.6. Análisis de suelo. | 77 |
| 5.7. Análisis económico y recuperación. | 83 |
| 5.8. Socialización de resultados..... | 84 |
| CAPÍTULO VI | 86 |

| | |
|----------------------------------|----|
| CONCLUSIONES..... | 86 |
| CAPÍTULO VII..... | 87 |
| RECOMENDACIONES | 87 |
| CAPÍTULO VIII | 88 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 88 |
| ANEXOS | 95 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Descripción taxonómica del cilantro. | 28 |
| Tabla 2. Etapas fenológicas del cultivo de cilantro. | 31 |
| Tabla 3. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cilantro. | 32 |
| Tabla 4. Necesidades nutricionales del cultivo de cilantro. | 33 |
| Tabla 5. Principales labores culturales para el cultivo de cilantro. | 34 |
| Tabla 6. Tipos de abono orgánico. | 36 |
| Tabla 7. Valor nutritivo del abono orgánico a base de sedimento de la laguna de Colta. | 39 |
| Tabla 8. Ubicación de la unidad experimental. | 41 |
| Tabla 9. Características agroclimáticas promedio de la ciudad de Ibarra. | 42 |
| Tabla 10. Esquema de los tratamientos aplicados en la investigación. | 43 |
| Tabla 11. Cantidades de abono empleados en los tratamientos con relación al suelo. | 46 |
| Tabla 12. Número de días promedio a la germinación en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 52 |
| Tabla 13. Análisis de varianza para días a la germinación en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 53 |
| Tabla 14. Promedio de altura de tallo en la evaluación de la efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 56 |
| Tabla 15. Análisis de varianza para altura de tallo a los 20 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 57 |
| Tabla 16. Análisis de varianza para altura de tallo a los 50 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 60 |

| | |
|--|----|
| Tabla 17. Análisis de varianza para altura de tallo a los 70 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 62 |
| Tabla 18. Promedio de diámetro de tallo en la evaluación de la efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 64 |
| Tabla 19. Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 30 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 65 |
| Tabla 20. Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 50 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 67 |
| Tabla 21. Análisis de varianza para diámetro de tallos a los 70 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 69 |
| Tabla 22. Número de días promedio a la cosecha en la evaluación de la efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 71 |
| Tabla 23. Análisis de varianza para número días a la cosecha en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 72 |
| Tabla 24. Promedio de rendimiento en la evaluación de la efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 74 |
| Tabla 25. Análisis de varianza para rendimiento en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 75 |
| Tabla 26. Análisis físico-químico del suelo de las unidades experimentales, previo a la siembra, en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 78 |
| Tabla 27. Análisis físico-químico del suelo de las unidades experimentales, posterior a la cosecha, en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 79 |
| Tabla 28. Resultado de texturas de los tratamientos en la evaluación del abono orgánico a base de sedimentos de la Laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 82 |

| | |
|---|----|
| Tabla 29. Efecto de los sedimentos de la Laguna de Colta, como abono orgánico sobre el aspecto económico y relación beneficio/costo (CIMMYT, 1988)..... | 83 |
| Tabla 30. Resultados de la encuesta de socialización. | 85 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Flujograma del proceso de elaboración de abono. | 38 |
| Figura 2. Prueba Tukey al 5% para días a la germinación en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 54 |
| Figura 3. Prueba Tukey al 5% para altura de tallo a los 20 días del cultivo en la evaluación del abono orgánico a base de efectividad de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 58 |
| Figura 4. Prueba Tukey al 5% para altura de tallo a los 50 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 61 |
| Figura 5. Prueba Tukey al 5% para altura de tallo a los 70 días de siembra en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 63 |
| Figura 6. Promedio para diámetro de tallo a los 30 días de siembra en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 66 |
| Figura 7. Promedio para diámetro de tallo a los 50 días de siembra en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 68 |
| Figura 8. Promedio para diámetro de tallo a los 70 días de siembra en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 70 |
| Figura 9. Prueba Tukey al 5% para días a la cosecha en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 73 |
| Figura 10. Prueba Tukey al 5% para rendimiento en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 76 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Ubicación de la Laguna de Colta. | 95 |
| Anexo 2. Ubicación del área de estudio. | 96 |
| Anexo 3. Distribución aleatoria de los tratamientos en el ensayo. | 97 |
| Anexo 4. Demarcación del ensayo. | 98 |
| Anexo 5. Distribución de las plantas dentro de la unidad experimental. | 99 |
| Anexo 6. Ubicación de las cintas de goteo en la unidad experimental. | 99 |
| Anexo 7. Cálculo de riego. | 100 |
| Anexo 8. Desarrollo fenológico del cultivo de cilantro con bajo la influencia del tratamiento T3. | 103 |
| Anexo 9. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T1 (100% de abono de sedimento) inicial, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 104 |
| Anexo 10. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T2 (75% de abono de sedimento con 25% de suelo) inicial, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. ... | 105 |
| Anexo 11. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T3 (50% de abono de sedimento con 50% de suelo) inicial, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. ... | 106 |
| Anexo 12. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T4 (25% de abono de sedimento con 75% de suelo) inicial, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. ... | 107 |
| Anexo 13. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T5 (100% de suelo) inicial, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 108 |
| Anexo 14. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T1 (100% de abono de sedimento) final, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 109 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 15. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T2 (75% de abono de sedimento con 25% de suelo) final, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. ... | 110 |
| Anexo 16. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T3 (50% de abono de sedimento con 50% de suelo) final, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. ... | 111 |
| Anexo 17. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T4 (25% de abono de sedimento con 75% de suelo) final, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. ... | 112 |
| Anexo 18. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T5 (100% de suelo) final, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. | 113 |
| Anexo 19. Invitación a la socialización..... | 114 |
| Anexo 20. Formato de la encuesta..... | 115 |
| Anexo 21. Lista de asistentes. | 116 |
| Anexo 22.Socialización del proyecto de investigación. | 117 |
| Anexo 23. Limpieza del área de investigación. | 118 |
| Anexo 24. Aplicación de herbicida. | 118 |
| Anexo 25. Elaboración de postes. | 118 |
| Anexo 26. Elaboración del cartel de tesis..... | 118 |
| Anexo 27. Pintado del cartel de tesis..... | 119 |
| Anexo 28.Instalación del cartel de tesis. | 119 |
| Anexo 29. Deshierba del área de investigación..... | 119 |
| Anexo 30. Delimitación del área de investigación. | 119 |
| Anexo 31. Instalación del cerramiento. | 120 |
| Anexo 32. Nivelación del suelo..... | 120 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 33. Segunda aplicación de herbicida..... | 120 |
| Anexo 34. Delimitación de los cuadrantes de investigación..... | 120 |
| Anexo 35. Delimitación de cuadrantes..... | 121 |
| Anexo 36. Compostaje de sedimentos..... | 121 |
| Anexo 37. Banda de transporte del sedimento. | 121 |
| Anexo 38. Sacos de abono de sedimentos..... | 121 |
| Anexo 39. Desembarque del abono de sedimento..... | 122 |
| Anexo 40. Suelo extraído para el mezclado. | 122 |
| Anexo 41. Dosificación del abono con el suelo. | 122 |
| Anexo 42. Mezclado del sedimento con el suelo. | 122 |
| Anexo 43. Tratamiento al 100%..... | 123 |
| Anexo 44. Unidades experimentales listas. | 123 |
| Anexo 45. Toma de muestras de suelo para análisis químico físico. | 123 |
| Anexo 46. Pesaje de la muestra de suelo de cada uno de los tratamientos para el análisis de suelo. | 123 |
| Anexo 47. Instalación del filtro para el sistema de riego por goteo. | 124 |
| Anexo 48. Instalación de abastecedores. | 124 |
| Anexo 49. Instalación de las mangueras de goteo..... | 124 |
| Anexo 50. Sistema de riego por goteo instalado. | 124 |
| Anexo 51. Siembra de semillas de las semillas de cilantro..... | 125 |
| Anexo 52. Riego de las unidades experimentales. | 125 |
| Anexo 53. Toma de altura de cilantro a los 20 días del cultivo. | 125 |
| Anexo 54. Planta de cilantro a los 20 días..... | 125 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 55. Elaboración de letreros. | 126 |
| Anexo 56. Instalación de letreros. | 126 |
| Anexo 57. Segunda toma altura a los 30 días del cultivo..... | 126 |
| Anexo 58. Toma de diámetro de tallos de plantas de cilantro..... | 126 |
| Anexo 59. Plantas de cilantro a los 40 días. | 127 |
| Anexo 60. Vista general del cultivo. | 127 |
| Anexo 61. Toma de pesos de las plantas de cilantro al alcanzar los 60 días..... | 127 |
| Anexo 62. Medición de altura de planta a la cosecha. | 127 |
| Anexo 63. Cosecha de las unidades experimentales. | 128 |
| Anexo 64. Cosecha de una unidad experimental..... | 128 |
| Anexo 65. Plantas de las distintas unidades experimentales..... | 128 |
| Anexo 66. Pesaje de plantas. | 128 |
| Anexo 67. Planta a la derecha con mejor desarrollo radicular con abono al (50%)..... | 129 |
| Anexo 68. Planta a la izquierda con mejor altura con abono al (50%). | 129 |
| Anexo 69. Unidad experimental sin riego durante dos días y con abono (50%). | 129 |
| Anexo 70. Unidad experimental sin riego durante 2 días y sin abono. | 129 |

RESUMEN

La existencia del deterioro de los suelos y la disminución de su vida útil, es una realidad que se vive en el Ecuador. Donde el principal causante del problema es el desconocimiento técnico agronómico de los cultivos, debido principalmente al inadecuado uso de fertilizantes químicos, que deterioran las características del suelo. Una alternativa ante este problema, es el uso de abonos orgánicos que mejoran la textura de los suelos y a su vez, aminoran la contaminación ambiental. Los sedimentos del dragado de lagunas, son una alternativa potencial de recuperación de suelos que se requiere explorar. El principal objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento de sedimentos dragados de la Laguna de Colta como abono orgánico alternativo para cilantro en el Cantón Ibarra, provincia de Imbabura. El sitio experimental fue la Granja Experimental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra. La investigación consistió en aplicar cuatro dosis distintas de los sedimentos extraídos de la Laguna de Colta, mismos que fueron procesados como abono mediante un secado, oxigenado, compostado, inoculado con bacterias seleccionadas y finalmente tamizados. Posteriormente, estos sedimentos fueron incorporados al suelo mediante un mezclado, graduando la aplicación del abono en base a un volumen de 0.6 m^3 de suelo correspondientes a un área de 3 m^2 , obteniendo los tratamientos T1 (82.14 kg de abono sin suelo), T2 (61.61 kg de abono con 20.53 kg de suelo), T3 (41.07 kg de abono con 41.07 kg de suelo), T4 (20.53 kg de abono con 61.61 kg de suelo), T5 (82.14 kg de suelo sin abono). Los beneficios de la práctica se evidenciaron a través de los datos de rendimiento, así como con los resultados de análisis físico-químico del suelo antes y después de la aplicación del abono. Alcanzando con el mejor tratamiento T3 una producción de $31\,388 \text{ kg ha}^{-1}$ y por otro lado obteniendo un suelo franco. El alcance de los datos muestra que la estrategia utilizada a través del uso de sedimentos en agricultura, son una alternativa efectiva para recuperar suelos degradados; promoviendo así, la práctica de agricultura sostenible medioambientalmente.

Palabras clave: abono orgánico, sedimentos, efectividad, recuperación

ABSTRACT

The existence of the deterioration of the soils and the decrease of their useful life, is a reality that is lived in Ecuador Where the main cause of the problem is the agronomic technical ignorance of the crops, mainly due to the inappropriate use of chemical fertilizers, which deteriorate the characteristics of the soil. An alternative to this problem is the use of organic fertilizers that improve soil texture and, in turn, reduce environmental pollution. The sediments of the dredging of lagoons, are a potential alternative of recovery of soils that is required to explore. The main objective of this study was to evaluate the behavior of dredged sediments of the Colta Lagoon as an alternative organic fertilizer for coriander in the Ibarra Canton, province of Imbabura. The experimental site was the Experimental Farm of the Pontifical Catholic University of Ecuador, Ibarra Headquarters. The investigation consisted of applying four different doses of the sediments extracted from the Colta Lagoon, same that were processed as fertilizer by drying, oxygenated, composted, inoculated with selected bacteria; and finally sifted, Subsequently, this sediments they were incorporated into the soil by mixing, graduating the application of the fertilizer based on a volume of 0.6 m³ of soil corresponding to an area of 3 m², obtaining the treatments T1 (82.14 kg of fertilizer without soil), T2 (61.61 kg of fertilizer with 20.53 kg of soil), T3 (41.07 kg of fertilizer with 41.07 kg of soil), T4 (20.53 kg of fertilizer with 61.61 kg of soil), T5 (82.14 kg of soil without fertilizer). The benefits of the practice were evidenced through the performance data, as well as with the results of physical-chemical analysis of the soil before and after the application of the fertilizer. Achieved whit the best T3 treatment a production of 31 388 kg ha⁻¹ and on the other hand obtaining a safe soil. The scope of the data shows that the strategy used through the use of sediments in agriculture is an effective alternative to recover degraded soils; thus, promoting the practice of environmentally sustainable agriculture.

Keywords: organic fertilizer, sediments, effectiveness, recovery

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el deterioro del suelo se encuentra en persistente crecimiento, debido al inconsciente uso de la tierra y aplicación de deficientes técnicas en las actividades agrícolas, llegando a alcanzar el 50% de suelos del país que presentan este problema. Estos suelos degradados se vuelven inútiles para la agricultura y el mantenimiento del ecosistema, debido a que estas presentan endurecimiento, esterilidad, y un color café amarillento, característico de la conocida cangagua (Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, 1989).

Las técnicas tradicionales aunadas al mal manejo agronómico de los cultivos, al igual que el descontrolado uso de fertilizantes y productos químicos, provocan el deterioro del suelo y el incorrecto aprovechamiento del mismo, ocasionando el problema de desequilibrio biológico y ecológico del ecosistema. Este deterioro del suelo provoca el desplazamiento de la agricultura orgánica sustentable a un segundo plano, siendo esta la base para la recuperación de suelos deteriorados por las equívocas prácticas de monocultivos y el excesivo uso de fertilizantes inorgánicos.

Esta realidad se ve presente en todos los productos hortícolas, sin ser la excepción el cultivo de cilantro; ya que, al considerarse como un monocultivo provoca el desgaste del suelo por su constante y gran absorción de minerales (macro y micronutrientes). Esto conlleva al desequilibrio nutricional del suelo, provocando la pérdida de la ecología de los suelos; se conoce que éste cultivo para una producción de follaje de 20 t ha^{-1} , presenta una extracción de nutrientes del suelo de aproximadamente 100 kg de nitrógeno, 30 kg de fósforo, y 70 kg de potasio, los cuales son rápidamente extraídos del suelo en forma continua por las plantas de cilantro, contribuyendo a su infertilidad, y convirtiéndolos en suelos agrícolas deteriorados, aportando al incremento de suelos estériles y a la pérdida del entorno natural (Estrada *et al.*, 2004).

Según el III Censo Nacional Agropecuario del 2002, el Ecuador muestra a las provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Carchi, Tungurahua y Bolívar, como las mayores

productoras de cilantro en el sector Sierra, presentando una superficie dedicada a dicho cultivo de 347 ha, las cuales producen aproximadamente 1 494 t. La superficie cultivada ha ido disminuyendo debido al supuesto de que este cultivo genera un deterioro inmediato al suelo, afectando así de manera general al entorno ecológico de los sectores dedicados a este tipo de actividad, al igual que el impacto socioeconómico y ambiental que representa el mal manejo agronómico del cultivo de cilantro. Esto impulsa al sometimiento como al excesivo uso de fertilizantes, confinando a un repetitivo ciclo de consumo por parte de los agricultores; de esta manera dependiendo inevitablemente de productos químicos residuales y contaminantes, para alcanzar el mismo nivel de producción; sin tomar en cuenta que, esto merma el entorno ecológico de estas zonas agrícolas.

Por tal motivo el uso de material reciclado del fondo lacustre de la Laguna de Colta se ve propuesto como abono orgánico alternativo para permitir que la agricultura convencional no influya negativamente en el área de la rizosfera; adicionalmente, se busca el incremento y mantenimiento del suelo agrícola sin influenciar en el cambio climático. Por otro lado, esta actividad de dragado de lagunas permite el mantenimiento del ecosistema de las mismas, que pueden ser afectadas por el exceso de sedimentos presentes en ellas (Cayambe *et al.* 2015).

Gracias a los procesos agroindustriales por los cuales el sustrato ha sido sometido, se eliminan cualquier contaminante presente en el lodo como metales pesados y patógenos. La inoculación con microorganismo seleccionados, actúan como bio aumentadores de cepas microbianas nativas, bio remediador de moléculas agroquímicas y como bio filtro para eliminar sustancias nocivas que se puedan arrastrar de la laguna a las zonas donde se incorpora el abono para el establecimiento de cultivos. Esta nueva alternativa de abonamiento amigable con el ambiente permite mantener una agricultura limpia agroambientalmente sostenible

Estos antecedentes impulsaron al desarrollo de esta investigación con el objetivo de promover la agricultura sustentable mediante la implementación de nuevas alternativas de abonamiento por medio del uso de sedimentos dragados como abono orgánico; ya que estos, presentan el potencial de mejorar estructuralmente al suelo e incrementan el contenido de materia orgánica, debido a sus constituyentes residuos vegetales lacustres que aportan nutricionalmente al suelo

(macro y micronutrientes). De esta manera, se promueve la agricultura sustentable y sostenible sin afectar la microbiología del suelo como la del entorno (Sinaproy, 2015).

Esta investigación resulta con alto impacto para el ámbito científico, por cuanto en Ecuador, no existe información disponible acerca de los sedimentos de las lagunas y lodos residuales de su beneficio para los suelos agrícolas y sus cultivos. La difusión de estos resultados ampliará la utilización de los mismos, mejorando las formas de cultivar sin descuidar el medio ambiente. De igual forma, una vez que se propicie su uso con dosificaciones adecuadas a cada tipo de textura de suelo, las condiciones económicas de los agricultores mejorarán, por el hecho de usar productos de fácil acceso económico y con alta efectividad para producción.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el comportamiento de los sedimentos residuales de la laguna de Colta como abono orgánico alternativo para el cultivo de cilantro variedad (*Long Standing*), en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar las variaciones fenológicas del cultivo de cilantro variedad (*Long Standing*), con la aplicación de cuatro dosis de abono de la laguna de Colta para la recuperación de suelos y obtención de mayor rendimiento, en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura.
- Determinar la mejor dosis con resultado en producción y calidad de suelo en el cultivo.
- Determinar los costos de recuperación de suelos por hectárea con el mejor tratamiento obtenido.
- Socializar los resultados obtenidos a un grupo de pequeños y medianos productores.

2.3. Hipótesis

La dotación de sedimentos de la laguna de Colta, como abono orgánico en el cultivo de cilantro, permite recuperar el suelo y obtener mejores rendimientos.

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. Generalidades del cultivo de cilantro

3.1.1. Origen

El cilantro o culantro es una hierba especiara muy antigua a nivel mundial. Siendo su origen en el sur de Europa en el margen Este del Océano Mediterráneo; la cual, muestra antecedente de usos muy remotos de hace 5 000 años en la india y de 1 550 a.C, en Egipto usándola como planta medicinal y como condimento, al igual que los romanos y los griegos; el uso de esta hierba inclusive se puede observar en antecedentes bíblicos como en textos sanscritos. Convirtiéndose en la hierba de condimento más popular en Europa, Norte América, América Latina, India y Asia hasta la actualidad (Morales *et al.* 2011).

Debido a los viajes de conquista de Portugal y de España el cilantro llegó hasta América. Donde se acentuaron dos puntos de distribución: desde el inicio de Sur América hasta Perú y Centro América por parte de los españoles y por parte de los portugueses el centro y cono sur (Harten, 1974).

Su nombre científico (*Coriandrum sativum*) proviene de la voz griega *Koris* (Insecto de color verde). A causa de su peculiar aroma. Esta planta es conocida de distintas maneras en diferentes idiomas como, por ejemplo; en español se lo conoce como cilantro, culantro, verdurita, verdecito, recaito, en inglés chinese Paisley o coriander, en francés coriandre, en alemán y holandés Koriander, en mandarín uen sai, en Malasia Ketooth bar, y culantro en las Antillas menores koulant en Haití, en Brasil coentro, oriandro, erva-percevejo (López, 2017).

3.1.2. Taxonomía

De acuerdo a Scott (2019), en la revista Mexicana NaturaLista, el cilantro se clasifica de la siguiente manera (Tabla 1).

Tabla 1.

Descripción taxonómica del cilantro.

| | |
|---------------------------|---------------------------|
| Reino: | Plantae |
| Filo: | Tracheophyta |
| Subfilo: | Angiosperma |
| Clase: | Magnoliopsida |
| Orden: | Apiales |
| Familia: | Apiaceae |
| Subfamilia: | Apioideae |
| Tribu: | Coriandreae |
| Genero: | Coriandrum |
| Nombre científico: | <i>Coriandrum sativum</i> |

Fuente: Adaptado de Scott (2019).

3.1.3. Variedad.

Existen diversas variedades de cilantro que son usadas para su cultivo; por lo cual, para esta investigación se usó la variedad denominada (Long Standing). Ya que esta es una de las variedades más aprovechadas, debido a que su floración es lenta, convirtiéndola en una variedad que otorga un mayor tiempo de aprovechamiento para la cosecha de hojas frescas (Morales *et al.* 2011).

Antecedentes de esta variedad cultivada presentan un promedio de producción de 10.5 t ha⁻¹. (Balanta, 2017).

La parte sur de Estados Unidos es el origen de esta variedad, ya que se conoce que de aquí se tomó material genético, con el propósito de obtener una planta de cilantro de floración tardía, para aprovechar el tiempo de cosecha, obteniendo como resultado la variedad (Long Standing) (Morales *et al.* 2011).

3.1.4. Morfología de la planta de cilantro

Raíz

Su sistema radicular es muy ramificado, que cuenta con una raíz primaria de forma axonomorfa y pivotante, con raíces secundarias muy finas. Llegando alcanzar una profundidad aproximada de 0.15 a 0.20 m (Dieberichsen, 1996).

Tallo

Presenta un tallo cilíndrico, dicotómico y delgado, el cual se vuelve hueco en la etapa fenológica de madurez; siendo este erecto, suave y herbáceo llegando alcanzar una altura de 0.30 a 0.70 m hasta la cosecha de semillas (Gundel, 2000).

Dieberichsen (1996), describe al tallo del cilantro como herbáceo y cilíndrico que se adapta a distintos tipos de climas, llegando a alcanzar de 0.20 a 140 cm. de altura.

Vallejo y Estrada (2009), mencionan que el tallo del cilantro puede llegar a alcanzar los 0.02 cm de diámetro.

El tallo es erecto, lizo, cilíndrico, ramificado en la parte superior alcanza una altura de 0.40 a 0.60 cm. (Jeanglille, 2008).

Hoja

Las hojas que se encuentran en esta planta son diversifolias, es decir que cuentan con diversas formas, donde la hoja basal muestra tres lóbulos, y las hojas que se encuentran en los nudos cuentan con mayor número de divisiones; donde se puede notar su forma pinnada, a diferencia

de las hojas superiores donde se puede observar formas siliformes con un haz de color verde brillante (Vallejo y Estrada, 2009).

Flor

Su flor es una inflorescencia de tipo umbela compuesta, formadas con 2 a 8 radios primarios de distintas longitudes, cada flor consta de 5 pétalos, y la forma de las flores periféricas son asimétricas; y las que se presentan en el centro de la flor son circulares. El color de las flores son blancas y rosa pálidos (Dieberichsen, 1996).

Fruto

Presenta un diámetro de 0.004 m, de forma globosa y seccionada; su esquizocarpo no presenta divisiones, y dentro de ella se encuentra contenido su aceite esencial (Morales *et al.* 2011).

3.1.5. Fenología

Sagarpa (2014), presenta al cultivo de cilantro seccionado en tres etapas fenológicas productivas y una que muestra la etapa final del cultivo. Las mencionadas son: germinación, desarrollo vegetativo, floración, fructificación y finalmente muerte de la planta. Las mismas que son detalladas de la siguiente manera (Tabla 2).

Tabla 2.

Etapas fenológicas del cultivo de cilantro.

| Etapa | Característica. | Tiempo inicio y duración |
|--|--|---|
| Etapa I Germinación (Emergencia). | Se comprende como el periodo en el que la semilla sale de su estado de latencia e inicia la germinación, es decir cuando sale a la superficie. En esta etapa el cultivo requiere mayor humedad en el suelo, sin necesidad de inundarla. | Este periodo dura desde la primera semana a la cuarta semana, sin embargo, se puede ver una germinación promedio en la segunda semana, lo cual, depende de la variedad usada. |
| Etapa II Desarrollo vegetativo. | En esta etapa se puede observar el crecimiento de tallo en longitud y diámetro, formando ramificaciones de tallos y alcanzando la cobertura vegetal más alta del ciclo ontogénico del cilantro. Esta fase requiere frecuencias de riego por goteo de 1 a 2 horas por día en dos periodos. Esta es la etapa de cosecha. | Esta etapa inicia desde la cuarta semana hasta la décima semana, finalizando con la cosecha, cuando se produce para hojas. |
| Etapa III Floración y fructificación | El cultivo de no haber sido cosechada inicia la producción de flores, formando mayor cantidad de número de inflorescencias que permiten la obtención de frutos del cilantro, para su cosecha. El requerimiento de agua en esta etapa es menor y no indispensable. | Esta etapa da comienzo desde la décima semana del cultivo y continúa hasta la decimoctava semana. |
| Etapa IV Muerte de la planta | Finalizada la etapa de fructificación la planta se marchita, cae y muere. | Semana 18. |

Fuente: Adaptado de SAGARPA (2014), PRECEDEN (2015).

3.1.6. Requerimientos edafoclimáticos ideales

Los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cilantro según Pinto (2013), se detallan a continuación (Tabla 3).

Tabla 3.

Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cilantro.

| Requerimientos | Parámetro |
|---------------------|--|
| Altitud | 600 - 2800 m.s.n.m. ¹ 2200 m.s.n.m. óptimo. |
| Temperatura | 27 a 19 °C en zonas tropicales. Óptimo de 15 a 20 °C. 20 a 26 °C en zonas cálidas frescas. |
| Luminosidad | 5 a 6 horas luz día ⁻¹ . |
| Pluviometría | 300 a 400 mm anual ⁻¹ . |
| Suelo | Livianos, francos con abundante M.O. ² |
| pH | 6.5 a 7.5 |

Fuente: Adaptado de Pinto (2013), El cultivo de culantro y el clima en el Ecuador.

3.1.7. Necesidades nutricionales

Kher (2014), sugiere (Tabla 4), las siguientes necesidades nutricionales para el cultivo de cilantro.

¹ m.s.n.m. = metros sobre el nivel del mar.

²M.O. = Materia orgánica.

Tabla 4.

Necesidades nutricionales del cultivo de cilantro.

| Cultivo | N (Kg ha⁻¹) | P₂O₅ (Kg ha⁻¹) | K₂O (Kg ha⁻¹) |
|-------------------|---|--|--|
| <i>Cilantro</i> | 60 a 100 | 60 a 80 | 80 a 100 |
| <i>Aplicación</i> | Dos aplicaciones parciales durante el ciclo del cultivo | Aplicar al final del ciclo del cultivo o al surco. | Aplicar al mismo tiempo que el fosforo. |

Fuente: Adaptado de Kher (2014).

3.1.8. Labores culturales

En la Tabla 5, se resume las labores culturales según Masabni (2014), y Estrada (2014), para el cultivo de cilantro.

Tabla 5.

Principales labores culturales para el cultivo de cilantro.

| Actividad | Descripción |
|------------------------------|---|
| Acondicionamiento del suelo. | <p>Se inicia con la eliminación de malezas, con solarización en áreas cortas cubriendo el área a plantar, para agotar el brote de malezas. De ser áreas extensas se recomienda realizar dos falsas siembras.</p> <p>Para la labranza del suelo, es necesario el pase de dos aradas para destruir terrones y una niveladora fina, que deja suelo liso y mullido. Se delimita el área de las camas con hasta 100 m. de longitud. En esta etapa de formación de camas es ideal el primer abonado (Masabni, 2014).</p> |
| Siembra | <p>Se lo realiza de forma directa, en surcos o líneas, para lo cual, se toma distancias de siembra de entre 0.20 – 0.40 m. entre hilera o surco, y con distancias entre planta de 0.10 – 0.20 m. Colocando 1.5 – 2.5 g. por sitio o de 5 – 9 semillas por sitio (Estrada, 2004).</p> |
| Riego | <p>El cultivo de cilantro requiere de gran humedad para ser sembrado, y en los 5 a 6 días de sembrada se recomienda mantener un riego con dos frecuencias al día hasta que este emerja. Después de la emergencia de las plantas se realiza un riego diario durante 18 días, hasta llegar a mantener un riego cada dos días, hasta su cosecha. A los 6 días del cultivo se requiere 40 mm de agua, en la etapa de desarrollo vegetativo 100 mm, y en la última etapa consume 30 mm, considerando un ciclo de cultivo de aproximadamente 35 a 45 días, en total de 200 mm por ciclo productivo (Masabni, 2014).</p> |
| Fertilización | <p>Requiere suelos con alto contenido de materia orgánica, para lo cual, se realiza el abonamiento inicial antes de la siembra y después de 45 a 60 días dependiendo de la variedad y necesidades del suelo (Estrada, 2004).</p> |
| Control de malezas | <p>Un plan de control recomendado sugiere la aplicación de harina de gluten de maíz antes de la siembra, y post emergencia 20% de vinagre de canela y aceite de clavo de olor o D-limoneno.</p> <p>Luego de 30 días realizar una limpieza del cultivo (Estrada, 2004).</p> |

Fuente: Adaptado de Masabni (2014), Estrada (2004).

3.2. Análisis de mercado

3.2.1. Demanda mundial del cultivo de cilantro

Según Arizio (2011), la demanda mundial de esta hierba presenta un incremento del 7% anualmente, lo cual tiene relación con lo mencionado por Morales (1995), quien afirma que este cultivo ha presentado un gran crecimiento mundial debido a la migración de latinoamericanos, asiáticos, y caribeños hacia Europa y Norte América, provocando una fuerte demanda de este producto que es típico en la dieta de los migrantes antes mencionado.

3.2.2. Oferta nacional del cultivo de cilantro

La superficie mundial del cultivo de cilantro por año es de 550 000 ha (Villalobos, 2002)

Según el Censo Agropecuario del 2002 la superficie con la que cuenta el Ecuador para la producción de cilantro es de 347 ha, con una producción de 1494 t.

Las principales provincias dedicadas a la producción de este cultivo son Imbabura, Pichincha, Carchi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar.

3.2.3. Importancia del cilantro en el Ecuador

En el Ecuador existe una extensa área de territorio aprovechable para el cultivo de cilantro, debido a que se goza de una geografía y clima apto para la producción de esta planta propia de la gastronomía nacional; que muestra ser provechosa para agricultores y productores menores que se dedican a la producción del cilantro con la aplicación de técnicas convencional y tradicionales, a causa del fácil mantenimiento requerido por este cultivo; por lo cual, el cilantro ha adquirido mayor relevancia en el mercado nacional como internacional, gracias a la alta demanda existente de este producto en materia prima para la elaboración y desarrollo de productos farmacéuticos, y que a su vez presenta mayor debido en el ambiente gastronómico mundial (Yanza, 2014).

3.3. Abono

3.3.1. Abono orgánico

Yugsi (2011), caracteriza al abono orgánico como el producto resultante de la transformación, descomposición y mineralización de los restos de origen orgánico, que dotan al suelo agrícola con nutrientes, y que optiman las características microbianas, biológicas, y físico químicas.

Por otro lado, Agüero (2014), complementa expresando que el abono orgánico es proveniente de todo tipo de restos materiales naturales en disgregación, los cuales se desintegran a sus componentes, presentándose como macro y micro nutriente disponibles y aprovechables por el suelo, otorgándoles fertilidad; que a su vez promueven el desarrollo de las plantas e inclusive permiten la recuperación de suelos agrícolas en deterioro.

3.3.2. Tipos de abono orgánico

A continuación, se caracterizan los distintitos tipos de abono, descritos por Sánchez (2003) y Aubert (SF), (Tabla 6).

Tabla 6.

Tipos de abono orgánico.

| Abono Aminoácido. | Abono Mineral. | Abono Mineral líquido. | Abono Sólido. |
|--|---|---|---|
| Es el resultado de la hidrólisis proteica y de fermentación, dando una mezcla líquida (Sánchez, 2003). | Sánchez (2003), lo define como la unión de abonos orgánicos minerales | Se obtiene de la mezcla de un abono mineral con un abono orgánico de origen vegetal o animal (Sánchez, 2003). | Según Aubert (SF), considera al abono orgánico sólido como el subproducto de residuos vegetales y animales. |

Fuente: Adaptado de Sánchez (2003), Aubert (SF).

3.3.3. Dragado

Según Oxyagua (2014), es la acción de extracción y limpieza de sedimentos (lodos) que se encuentran en el fondo de cuerpos de agua, puertos marítimos, ríos y fuentes, que afectan el ecosistema acuífero y de la zona, con el propósito de reducir y evitar inundaciones, impulsando el cuidado y conservación del ambiental.

3.3.4. Fuente de extracción

La Laguna de Colta a lo largo de los años ha presentado un gran avance de eutrofización³, que permite el desarrollo y crecimiento abundante de plantas y alga, que disminuyen la cantidad de agua. A la cual, también se le suma un alto nivel de sedimentos, que se encuentran en la profundidad de su lecho lacustre debido a la erosión de montañas aledañas a la laguna; al igual que de restos de actividad volcánica. Acumulando más de 8 000 000 m³ de ricos lodos para extraer, conjuntamente con 2 132 840 m³ de plantas semiacuáticas como materia orgánica Sinaproy (2005). El sitio de dragado se geo referencia en el Anexo 1.

3.3.5. Proceso de elaboración de abono orgánico a base de sedimentos de la Laguna de Colta

En la Figura 1, se observa el proceso de elaboración del abono orgánico a base de sedimentos de la Laguna de Colta, la cual está constituida de una fase inicial que comienza con el dragado y finaliza con el oxigenado, continua con la fase intermedia que inicia con la inoculación y da fin con el empacado, y por último el almacenaje y venta como fase final.

³ Eutrofización = Presencia en exceso de nutrientes.

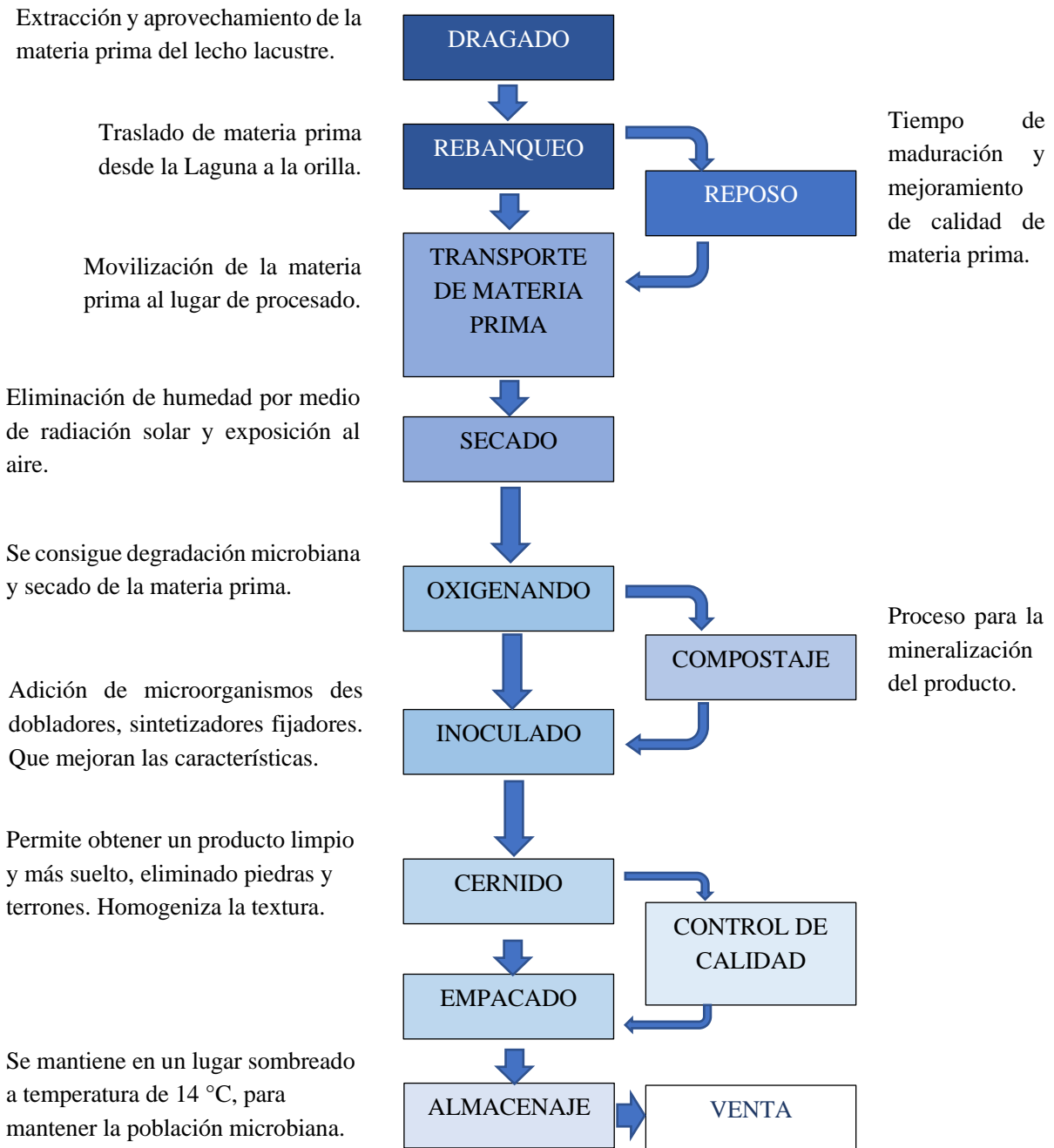


Figura 1. Flujograma del proceso de elaboración de abono.

Fuente: Sinaproy (2015).

3.3.6. Abono a base de sedimentos de la Laguna de Colta

Sinaproy (2015), lo describe como un sustrato orgánico con cualidades Bio-Activadoras⁴ y Bio-Catalizadoras⁵, que provienen de la fermentación de resto de totora (*Shoenoplectus californicus spp*), algas y lodo contenidas en la laguna, el cual, acondiciona y recupera biológica, química y físicamente suelos antagónicos, salinos, y con presencia de patógenos.

El valor nutricional del abono se detalla en la siguiente Tabla 7.

Tabla 7.

Valor nutritivo del abono orgánico a base de sedimento de la laguna de Colta.

| N | P | K | Ca | Mg | S | B | Zn | Cu | Fe | Mn | H | M.O. | pH | C/N | C.E. |
|------------------------|--------|-----------|---------------|-------------|-------------|------------------------|----------|----------|---------------|-------------|-----------|-----------|-------------|--------------|-----------------------|
| (mg kg ⁻¹) | (%) | | | | | (mg kg ⁻¹) | | | | | (%) | (%) | | | (dS m ⁻¹) |
| 2 - 5 | 1.5- 2 | 1.5- 2 | 0.30- 0.50 | 0.2- 0.7 | 0.5- 0.8 | 0.3- 0.7 | 8- 12 | 7- 13 | 0.20- 0.25 | 1.5- 2.5 | 18- 22 | 45- 50 | 7.2- 7.4 | 11:1 13:1 | 0.63 |

Nota: H = Humedad, M.O. = Materia Orgánica, pH = Potencial de hidrogeno, CN: Relación Carbono Nitrógeno, C.E. = Conductividad eléctrica, dS m⁻¹ = Desiciems por minuto, mg kg⁻¹ = Partes por millón.

Fuente: Sinaproy (2015).

⁴ Bio-Activador: Asimilación más o menos inmediata y aprovechamiento de nutrientes del suelo para activar funciones metabólicas de la planta (AEFA, 2019).

⁵ Bio-Catalizador: Regula la actividad bioquímica del suelo, para reducir o aumentar la energía de activación de una reacción química, para un correcto aprovechamiento nutricional (RAE, 2019).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

- Equipos de informática (Computador, impresora).
- Materiales de oficina (papel, marcador, otros).
- Equipos de análisis (pH, conductímetros, otros).
- Maquinaria agrícola (tractor, rastra, arado, motocultor)
- Área del proyecto (terreno).
- Manguera de goteo 12 mm a 20 cm.
- Manguera de $\frac{3}{4}$
- Alicates.
- Abrazaderas
- Codos, unión en T, conectores.
- Filtro de agua.
- Tubería de 1 pulgada.
- Postes.
- Alambre de púas.
- Herramientas agrícolas (pala, azadón, otro).
- Cámara fotográfica.
- Resultado de análisis de suelo (laboratorio privado)
- Caretila.
- Rastrillo.
- Machete.
- Barrenador (Hoyadora).
- Bomba de fumigación.
- Hoz.
- Fundas plásticas.
- Balanza analítica (g).

- Balanza analítica (kg).
- Estacas.
- Piola.
- Abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta.
- Semillas de cilantro.
- Insecticidas.
- Herbicidas.

4.2. Metodología

4.2.1. Ubicación del área de estudio

Esta investigación se llevó a cabo en los terrenos de la PUCE-SI en la Granja Experimental de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales, el mismo que se encuentra descrito en la Tabla 8, y con una referencia gráfica en el Anexo 2.

Tabla 8.

Ubicación de la unidad experimental.

| | | |
|---------------------------------|----------------|---------------|
| Parroquia: | San Francisco | |
| Cantón: | Ibarra | |
| Provincia: | Imbabura | |
| Coordenadas geográficas: | Latitud norte | 00°20'59.71'' |
| | Longitud oeste | 78°6'22.75'' |
| | Altitud | 2200 m.s.n.m. |
| Sector: | La Victoria | |

4.2.2. Características Agro climáticas

En el cantón Ibarra se presentan las siguientes características agroclimáticas, la misma que son detalladas en la (Tabla 9).

Tabla 9.

Características agroclimáticas promedio de la ciudad de Ibarra.

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Altitud: | 2100 m.s.n.m. |
| Temperatura media anual: | 15.90 °C |
| Precipitación media anual: | 1000 – 1400 mm. |
| Humedad relativa: | 65% |
| Horas luz por día: | 12-13 h. |

Fuente: Adaptado de Diebel, (2016).

El estudio se realizó en el periodo de mayo del 2019 a julio del 2019, donde se caracteriza su clima, cálido templado, con suelo un franco arenoso.

4.3. Tratamientos y diseño experimental

4.3.1. Factores de estudio

Variable Independiente:

- Dosis de sedimento de la Laguna de Colta al 100%, 75%, 50%, 25% y sin abono.

Variable dependiente:

- Días de germinación.

- Altura del tallo.
- Diámetro del tallo.
- Días a la cosecha
- Rendimiento del cultivo.
- Análisis de suelo.
- Análisis económico y recuperación.

El factor de estudio de esta investigación fue el abono a base de sedimentos de la laguna de Colta, los mismos que se aplicaron en cuatro distintos porcentajes con relación al peso del suelo. El número de tratamientos fueron de 5; los cuales se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10.

Esquema de los tratamientos aplicados en la investigación.

| Código | Abono (%) | Descripción |
|---------------|------------------|---|
| T1 | 100 | 100% de abono, sin adición de suelo. |
| T2 | 75 | 75% de abono, con adición de 25% de suelo. |
| T3 | 50 | 50% de abono, con adición de 50% de suelo. |
| T4 | 25 | 25% de abono, con adición de 75% de suelo. |
| T5 | 0 | 100% de suelo, sin adición de abono, (Testigo). |

Los porcentajes de abono a base de sedimentos de la Laguna de Colta se propusieron en base a la investigación de Mendoza-Hernández *et al.* (2014), donde menciona como la aplicación del 50 % de abono permite el desarrollo de plantas de manera ideal, por lo cual se parte desde esta propuesta, y se expone la alternativa de aplicar dosis con 25% menos a lo mencionado y con 75% y 100% para esta investigación.

Para la investigación se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar “DBCA”, con 5 tratamientos y 3 repeticiones, donde el tratamiento 5 es el testigo, es decir sin aplicación de abono. Obteniendo un total de 15 unidades experimentales, descritos en el Anexo 3.

El área de cada unidad experimental fue de 3.00 m² consistiendo en una cama de 1.0 m. de ancho y de 3.0 m. de longitud, las cuales fueron debidamente preparadas; y separadas con un camino de 1.0 m (Anexo 4).

Cada unidad experimental conto con tres hileras o filas de planta de cilantro colocadas de la siguiente forma: 0.25 m entre hilera y 0.20 m entre plantas, obteniendo un total de planta por cada unidad experimental de 42 plantas; por las cuales cruzan dos líneas de riego por goteo (Anexo 5).

La superficie total del área de investigación fue de 130 m², y con un área neta del ensayo de 45 m², y un tamaño de bloque de 15 m², empleando un total de 630 plantas.

Para las variables evaluadas se empleó la prueba de Tukey al 5%.

4.3.2. Preparación del terreno

Inicialmente se realizó la limpieza de la vegetación del lote de manera manual (machete) y con maquinaria (moto guadaña con acoplado rotavator), para posteriormente usar rastrillo para recolectar los rastrojos vegetales, los cuales posteriormente fueron llevados fuera del área de investigación, hasta una compostera.

La preparación del suelo se llevado a cabo con maquinaria agrícola, con dos pasadas de arado y una de rastra, para luego pasar motocultor con accesorio de rotavator dejando el suelo mullido y nivelada. Una vez preparado el suelo, se usó palas para realizar la remoción de la tierra, formando fosas de 0.20 m de profundidad, siendo esta la profundidad máxima de raíz de este cultivo. Para luego proceder a delimitar el área de

investigación, y añadir el abono en cada una de las unidades experimentales, posterior al cálculo de dosis en base a la profundidad de la raíz que tiene el cultivo.

4.3.3. Delimitación del ensayo

Para la instalación y delimitación del ensayo se procedió a utilizar estacas, piolas, flexómetro; con la ayuda de este último se determinó el área de mayor superficie donde constaron las unidades experimentales, señalando su dimensión con estacas. Una vez delimitada el área total de investigación se procedió a trazar los bloques y caminos de cada unidad experimental, delimitando su dimensión con piolas; con sentido contrario a la pendiente.

4.3.4. Preparación del suelo y dosificación

El mezclado de los porcentajes del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta con la tierra se realizó con relación al volumen del suelo extraído de cada unidad experimental, procediendo a pesar el suelo extraído, y de igual manera pesando el abono para proceder al mezclado; el cual se lo realizó a un costado de la unidad experimental, con la ayuda de una pala se realizó el mezclado de las dosis con el suelo, hasta homogenizar el producto.

En la Tabla 11, se detallan los tratamientos aplicados en el ensayo.

Tabla 11.

Cantidades de abono empleados en los tratamientos con relación al suelo.

| Tratamiento | Abono (%) | Abono aplicado (kg) | Suelo utilizado (kg) |
|--------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------|
| T1 | 100 | 82.14 | 0 |
| T2 | 75 | 61.61 | 20.53 |
| T3 | 50 | 41.07 | 41.07 |
| T4 | 25 | 20.53 | 61.61 |
| T5 | 0 | 0 | 82.14 |

Cada uno de los tratamientos fueron ubicados al azar en las unidades experimentales (Anexo 3), las unidades experimentales se fueron elaborando conforme se realizó el orden de los tratamientos.

4.3.5. Toma de muestras para análisis de suelo

A continuación de la formación de las unidades experimentales mezcladas con los tratamientos, previo a la siembra de las semillas de cilantro; se prosiguió a tomar muestras de suelo, con el propósito de realizar análisis químicos completos del suelo; el cual consta de macro y micro elementos (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B), de igual manera de pH, materia orgánica y textura de suelo. Para lo cual se tomó 3 sub muestras de suelo de cada unidad experimental con el mismo tratamiento, para proceder a mezclarlas, obteniendo una muestra representativa de un kg. Repitiendo esto para cada tratamiento.

Las muestras fueron enviadas a un laboratorio privado para su correspondiente análisis (Anexo 45; 46).

4.3.6. Instalación del sistema de riego por goteo

La instalación del sistema de riego se lo realizo mediante el uso de la manguera de goteo de 12 mm a cada 0.20 m. con un caudal de 2.1 l h⁻¹. La instalación consto desde una toma

rápida con fuente de agua primaria, de donde se extendió una tubería de 2” hasta una llave de paso que conecta con un filtro y a continuación con la manguera de ¾”, de donde se extiende hasta llegar a un codo que abastece a 30 líneas de manguera de goteo, las cuales constan de un par de cintas de goteo por cada unidad experimental; que cruzan entre las hileras de plantas en sentido contrario a la pendiente, mirar Anexo 4 y Anexo 6.

4.3.7. Riego

El riego diario que se aplicó en la investigación, desde su inicio hasta su finalización dependió de la frecuencia de riego, que fue calculada por medio de la lámina de riego en base al Kc del cultivo y su etapa fenológica recomendada por De Tafur (2014), siendo para la primera etapa 5.26 mm día^{-1} ($5.26 \text{ l/m}^2/\text{día}$), para lo cual, se dio uso de una cinta de goteo que brindaba un 90 por ciento de efectividad.

Según los cálculos y recomendaciones de Fernández *et al.* (2010), se consideró que el riego se lo aplique en horas de la mañana, desde las 07:00 horas hasta las 08:00 horas. El cálculo de lámina de riego se puede observar en el Anexo 7.

4.3.8. Fertilización

De acuerdo a Estrada *et al.* (2004), para obtener una producción de follaje de aproximadamente de veinte toneladas por hectárea, el cultivo extrae una cantidad nutricional de 100 kg de Nitrógeno, 30 kg de fosforo (P_2O_5) y de 70 kg de potasio (K_2O).

Por lo cual, Kher (2014), recomienda realizar un aporte nutritivo al suelo con al menos 60 a 100 kg de Nitrógeno en dos ocasiones por ciclo del cultivo, de 60 a 80 kg de fosforo el final del ciclo aplicado al surco y de 80 a 100 kg de potasio conjuntamente con el nutriente anterior.

4.3.9. Siembra

La siembra se realizó el día 1 de mayo del 2019 tomando en cuenta el calendario lunar ideal para la siembra de plantas de hojas, para lo cual se aprovecharon semillas de la variedad Long Standing, de las cuales se destinaron 0.332 g de semilla por sitio, teniendo una separación entre planta de 0.20 metros y de 0.25 metros entre hileras. Obteniendo un total de 42 sitios por parcela, 210 por bloque y 630 sitios en todo el ensayo con 201.36 g de semilla.

Para la siembra de semillas se realizó un riego previo de las unidades experimentales de 2 horas un día antes de la siembra. Y el día de la siembra se realizó un riego de 60 minutos.

4.3.10. Control de malezas

Durante el ciclo del cultivo se realizó cuatro deshierbas manuales, dentro de las unidades experimentales y en los caminos. De igual manera se usó herbicidas para los contornos del total de la unidad experimental, para el control de malezas, aplicando Rondón (Glifosato 480), en dosis de 25 ml en una bomba de 20 litros.

4.3.11. Cosecha

La cosecha se realizó el día 13 de Julio del 2019 en hora de la mañana. Colocando las plantas en fundas plástica marcadas con el código de cada tratamiento y el bloque correspondiente. Esta cosecha se la realizó entre las 6:30 a 7:30 am.

La cosecha se llevó a cabo tomando en cuenta el día del cultivo y la altura de las plantas.

4.4. Evaluación de las variables fenológicas

4.4.1 Días a la germinación

Para la determinación de esta variable dependiente se consideró el tiempo desde la siembra hasta la visualización de plantas emergentes en un 50% de cada unidad experimental, hasta

llegar a observar el 90% de la germinación de plantas en la cama. Para lo cual, se registraron los datos y se tabularon en hojas de cálculo, en los cuales consta; unidad experimental con su respectivo código, día de siembra, plantas germinadas, días, porcentaje de germinación por días (Hernández, 2003).

4.4.2 Altura de tallo

Esta variable se determinó mediante la ayuda de un calibrador y continuamente con un flexómetro, lo cuales se emplearon en la medición de las plantas a partir de los 20 días del cultivo desde su siembra. Y se registrados cada 10 días, hasta los 70 días del cultivo; la medición se tomó desde el cuello de la raíz, hasta la parte superior del tallo principal, tomando plantas centrales de la unidad experimental, empleando el criterio de anulación por efecto borde (Hernández, 2003; Carberry, 2019; DiverSus, 2014).

4.4.3. Diámetro de tallo

El muestreo fisiológico de esta variable se tomó a los 30 y 45 días del cultivo; para lo cual, se midió el diámetro en la parte central entre la base del tallo y el primer nudo o base foliar, con la ayuda de un vierner (Marin, 2010).

Estos datos fueron tabulados en hojas de cálculo, donde se registra; código de la unidad experimental, diámetro de tallos a los 30 días, diámetro de tallos a los 45 días, promedio de diámetro de tallos.

4.4.4. Días a la cosecha

Para la determinación de esta variable se tomó en cuenta el tiempo transcurrido del cultivo, desde la siembra hasta que la planta alcanzó su etapa de desarrollo vegetativo con características propias de la variedad Long Standing como hojas de color verde intenso y una altura promedio de 0.44 m, que se consideran como parámetros ideales de cosecha para esta variedad (González, 2017; Duwal *et al.* 2019).

4.4.5. Rendimiento del cultivo

La toma de datos para la determinación de rendimiento se la ejecuto desde el inicio de la cosecha (hojas frescas). Esta metodología consistió en tomar todas las plantas por unidad experimental y con la ayuda de una balanza analítica gramera se registró la masa. Continuamente se cuantificó el número de atados, para finalmente extrapolar los resultados de producción por hectárea (González, 2017).

4.4.6. Evaluación del suelo

Para la evaluación del suelo se procedió a realizar una comparación cuantitativa de los resultados del análisis químicos y físicos del suelo, tanto pre siembra versus postcosecha. Los cuales nos permitieron determinar las variaciones existentes antes y al final de la investigación con relación a la calidad y estado del suelo (Ojeda, 2005).

4.5. Identificación de la mejor la dosis con resultado en producción y calidad de suelo

Para la determinación de esta variable se tomó en cuenta cada tratamiento y se definió su calidad según el rendimiento, al igual, que se tomó en cuenta cada uno de los resultados analizados del análisis químico de suelo, seleccionando en ambos aspectos el tratamiento con las mejores características brindadas al final de la investigación.

4.6. Determinación de los costos de recuperación de suelos por hectárea con el mejor tratamiento obtenido

Para la determinación del costo de recuperación de suelos se recurrió al análisis económico mediante el presupuesto parcial del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (1988), tomando en cuenta el costo de los insumos (abono) Sinaproy (2015). según las dosis establecidas para la recuperación de suelo en una hectárea por ciclo de cultivo.

4.7. Socialización de los resultados obtenidos

Para la socialización de la investigación se procedió a enviar invitaciones a pequeños y medianos productores de hortalizas especialmente interesados en el cultivo de cilantro de la zona, la cual se llevó a cabo el día 30 de noviembre del 2019 a las 9:00 am en la comunidad de Yuracruz Alto.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo detalla los resultados obtenidos de la investigación:

5.1. Evaluación de las variables fenológicas

5.1.1. Días a la germinación (Días)

En la Tabla 12, se detalla el promedio de días a la germinación, el cual fue tomado en cuenta desde el día de siembra, hasta que se observó una germinación inicial del 50% hasta cuando alcanzó el 90% de germinación en las unidades experimentales.

Tabla 12.

Número de días promedio a la germinación en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| Tratamientos | Abono (%) | Suelo (%) | Número de días promedio a la germinación |
|---------------------------|------------------|------------------|---|
| Tratamiento 1 (T1) | 100 | 0 | 10.67 |
| Tratamiento 2 (T2) | 75 | 25 | 13.33 |
| Tratamiento 3 (T3) | 50 | 50 | 14.67 |
| Tratamiento 4 (T4) | 25 | 75 | 10.67 |
| Tratamiento 5 (T5) | 0 | 100 | 13 |

Los resultados obtenidos para la variable de días a la germinación muestran que el mejor resultado es el tratamiento T4 (25% de abono con 75% de suelo), conjuntamente con el tratamiento T1 (100% de abono con 0% de suelo); los mismos que alcanzaron el 50% de

emergencia a los 11 días. Por otro lado, el resultado menos favorable fue el tratamiento T5 (100% de suelo), con un resultado de 13 días promedio a la germinación.

En el análisis de varianza (Tabla 13), para los días a la germinación, se detectó que existe diferencia significativa al 5% entre tratamientos, lo cual revela que al menos un tratamiento fue diferente al resto para el tiempo de germinación de las semillas de cilantro. Por otro lado, no existe significancia entre repeticiones.

El coeficiente de variación fue de 8.28% siendo este relativamente bajo, considerando que es un ensayo en campo que no supera el 10% de datos variables, tal como considera ideal Pimentel (1985) y Patel *et al.* (2001) aceptando la validez de información de esta variable evaluada en el ensayo.

Por otro lado, se obtuvo una media general de 13 días a la germinación.

Tabla 13.

Análisis de varianza para número de días a la germinación en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| F.V. | S.C. | G.L. | C.M. | F cal. | F tab | | Significancia |
|-----------------|-------|------|------|--------|--------|--------|---------------|
| | | | | | (0.05) | (0.01) | |
| Tratamiento | 37.07 | 4 | 9.27 | 8.69 | 3.84 | 7.01 | ** |
| Repeticiones | 0.13 | 2 | 0.07 | 0.06 | 4.46 | 8.65 | ns |
| Error | 8.53 | 8 | 1.07 | | | | |
| Total | 45.73 | 14 | | | | | |
| CV (%) | 8.28 | | | | | | |
| Promedio (días) | 12.47 | | | | | | |

Nota: F.V: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, p-valor (0.05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0.01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: No existe diferencia significativa.

La prueba de Tukey al 5% para días a la germinación (Figura 2), revela la existencia de tres rangos en los cuales se ubican los cinco tratamientos. Por lo cual, mediante esta prueba se determinó que los tratamientos T4 (25% de abono y 75% de suelo) y el tratamiento T1 (100% de abono con 0% de suelo), con 11 días de germinación en ambos casos, se ubican en el rango A, mostrándose como los tratamientos más precoces en cuanto a días a la germinación.

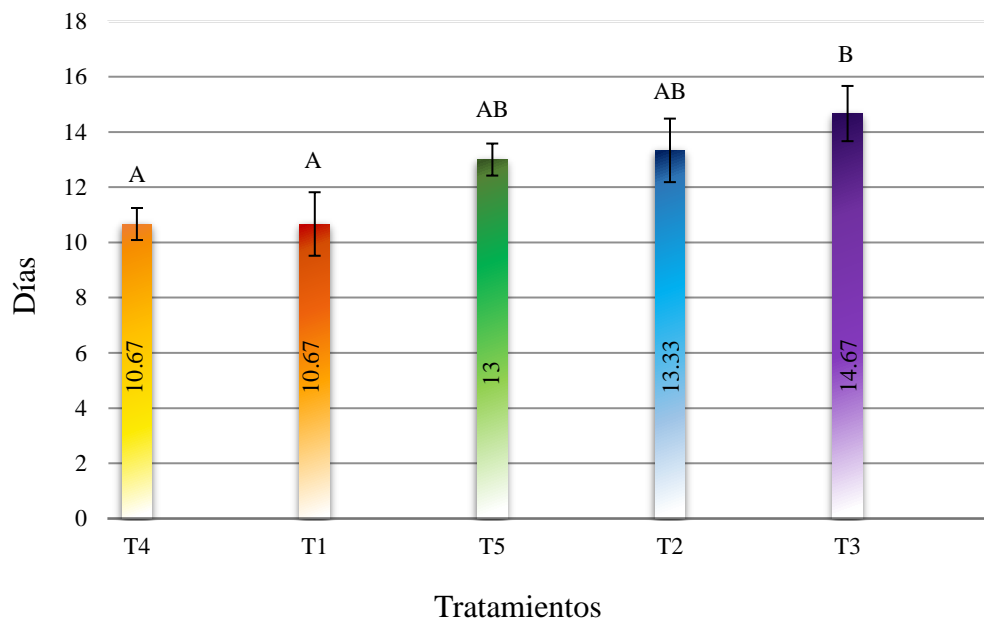


Figura 2. Prueba Tukey al 5% para días a la germinación en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

Se observó que el tratamiento T4 (25% de abono y 75% de suelo) y T1 (100% de abono) se ubicaron en el primer rango A, siendo los tratamientos con mayor precocidad a la germinación, con 11 días a la germinación. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Jarvis (2015), quien demostró que el uso de sedimentos influye en la emergencia de la planta; lo cual ratifica que el uso de este tipo de abono promueve una rápida germinación. Es por ello, que el resultado fue diferente al resto de las unidades experimentales que no contenían abono. Por otro lado, en los resultados obtenidos por Jarvis (2015), el mejor tiempo a la germinación se presentó en aquellas semillas que se encontraron a una profundidad de siembra de un centímetro, lo cual es similar al del presente ensayo.

Existe concordancia con la observación y los resultados comparados con los de Jarvis (2015), ya que se comprobó que el abono generó un periodo de germinación más corto; sin embargo, a diferencia de los resultados de la investigación del anterior autor, el rango medio de germinación de las plantas también se vio afectado. Es decir, las semillas germinaron en un periodo menor con relación a lo habitual, ya que alcanzó un promedio menor de emergencia de las plantas, siendo que estos resultados contrastan con lo obtenido en la investigación de Duwal *et al.* (2019), donde se evaluó 8 variedades de cilantro, para parámetros de crecimiento y rendimiento; en el cual, la variedad Long Standing alcanzó un promedio de germinación de 80% a los 21 días de la siembra, siendo este resultado el doble con relación a lo alcanzado en esta investigación. Lo cual revela que el uso del abono pudo influir positivamente al disminuir el tiempo de germinación.

5.2. Altura de tallo (cm)

5.2.1 Altura de tallo (cm) a los 20 días del cultivo de cilantro

El promedio de altura de las plantas se detalla en la Tabla 14; las cuales se tomaron en cuenta desde los 20 días del cultivo cada 10 días, hasta los 70 días en los que la plantas alcanzó una altura ideal de cosecha, en cada una de las unidades experimentales.

Tabla 14.

Promedio de altura de tallo en la evaluación de la efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| Tratamientos | Abono (%) | Suelo (%) | Altura | Altura | Altura | Altura | Altura | Altura |
|--------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| | | | 20 días (cm) | 30 días (cm) | 40 días (cm) | 50 días (cm) | 60 días (cm) | a 70 días (cm) |
| T1 | 100 | 0 | 3.28 | 7.00 | 7.70 | 14.06 | 23.90 | 33.99 |
| T2 | 75 | 25 | 3.18 | 7.09 | 7.85 | 15.24 | 25.90 | 38.86 |
| T3 | 50 | 50 | 2.97 | 7.70 | 8.66 | 19.12 | 32.51 | 46.79 |
| T4 | 25 | 75 | 4.00 | 9.05 | 10.06 | 16.95 | 28.81 | 43.21 |
| T5 | 0 | 100 | 3.20 | 6.70 | 7.40 | 13.92 | 23.67 | 35.50 |

Los resultados que se obtuvieron en cuanto a la variable altura de tallo; muestran que el resultado más favorable al final de la investigación es el tratamiento T3 (50% de abono con 50% de suelo), conjuntamente con el tratamiento T4 (25% de abono con 75% de suelo); siendo estos los tratamientos que alcanzaron el mejor resultado en cuanto a altura alcanzada a los 70 días del cultivo. Por otro lado, el resultado menos favorable es el del tratamiento T1 (100% de abono), con un resultado de 33.99 cm. como promedio de altura a los 70 días.

En la (Tabla 15), se muestra el análisis de varianza para altura de tallo a los 20 días del cultivo, donde se detectó que existió alta significancia al 1% entre tratamientos; lo cual, reveló que los tratamientos fueron diferentes entre ellos en la variable altura de tallos del cilantro. Por otro lado, no existió significancia entre repeticiones.

El coeficiente de variación fue de 5.72 %, lo cual según Bowman (2001), es considerado bajo, demostrando que los datos del experimento no presentan gran variabilidad, y permite considerar que los datos colectados fueron válidos y precisos; con una media general de 3.33 para la altura de tallos.

Tabla 15.

Análisis de varianza para altura de tallo a los 20 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| F.V. | S.C. | G.L. | C.M. | F cal. | p-valor | Significancia |
|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|----------------|----------------------|
| Tratamiento | 1,85 | 4 | 0,46 | 12,73 | 0,0015 | * |
| Repeticiones | 0,04 | 2 | 0,02 | 0,53 | 0,6062 | ns |
| Error | 0,29 | 8 | 0,04 | | | |
| Total | 2,17 | 14 | | | | |
| CV (%) | 5,72 | | | | | |
| Promedio (cm) | 3,33 | | | | | |

Nota: F.V: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, p-valor (0.05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0.01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: No existe diferencia significativa.

La prueba de Tukey al 5% para altura de tallo a los 20 días del cultivo se observa en la Figura 3; la cual, reveló la existencia de dos rangos en los cuales se ubicaron los cinco tratamientos. Por lo cual, mediante esta prueba se determinó que el tratamientos T4 (25% de abono y 75% de suelo) se ubicó en el rango A con un promedio de 4.00 cm, siendo el único en esta categoría; por otro lado, el tratamiento T3 (100% de abono con 0% de suelo) alcanzó 2.97 cm de altura a los 20 días, ubicándolo en el último lugar con el rango B; sin embargo, con la excepción del tratamiento T4, todos los demás tratamientos se encontraron en la categoría B.

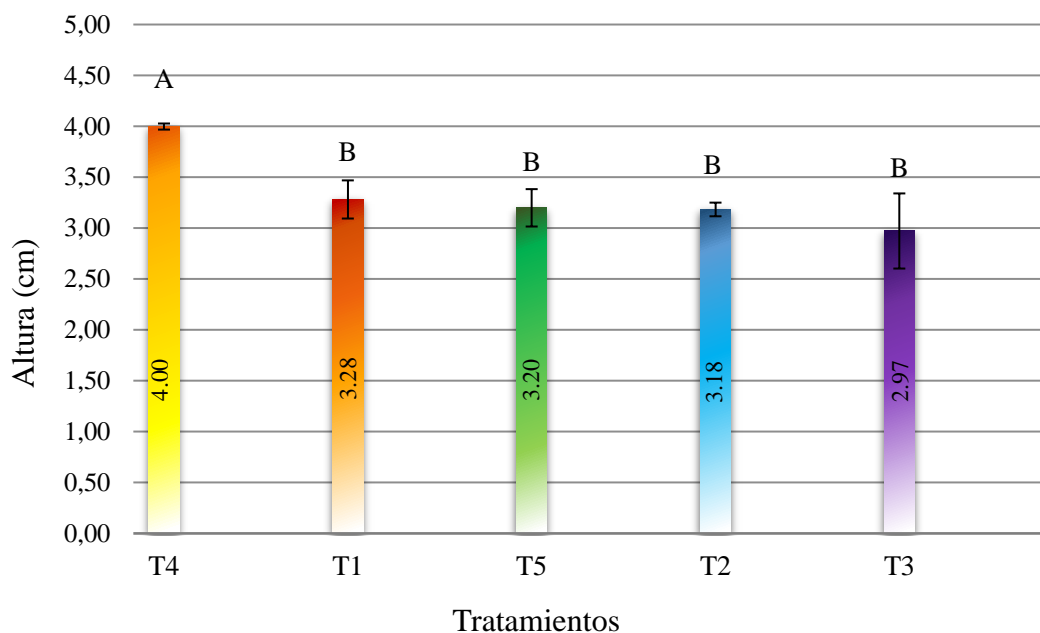


Figura 3. Prueba Tukey al 5% para altura de tallo a los 20 días del cultivo en la evaluación del abono orgánico a base de efectividad de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

En la Figura 3, se observó que el tratamiento con menor porción de abono T4 (25% de abono y 75% de suelo) se ubicó en el rango A, siendo el tratamiento con mayor crecimiento de tallo a los 20 días del cultivo, revelando una altura promedio de 4.00 cm. Tal comportamiento se debe a que el tratamiento T4 presentó una equilibrada cantidad nutricional y características físicas ideales para el suelo, que impulsó el crecimiento de la planta, lo cual, guarda relación con lo expuesto por Gutiérrez-Miceli *et al.* (2008), quien en su investigación con plantas de maíz (*Zea mays L.*) obtuvo mayor desarrollo y crecimiento al usar bajas cantidades de abono, obteniendo un sustrato equilibrado; lo cual, se asemeja a lo usado en la investigación en comparación a otros con mayor cantidad.

De igual manera, la investigación realizada por Morales-Corts *et al.* (2014), propone la aplicación de (25%) de abono de vermicompost⁶, en cultivos como romero y lechuga para un

⁶ Vermicompost = abono orgánico conocido como compost de lombriz

buen crecimiento del producto; lo cual, es la dosis empelada en el tratamiento T4 (25% de abono a base de sedimento y 75 % de suelo), siendo ésta la dosis ideal hasta el día 20 de cultivo.

Curt (2001), expresa que las plantas necesitan de una suplementación adecuada, para presentar un continuo y balanceado proceso de desarrollo y crecimiento.

5.2.2. Altura de tallo (cm) a los 50 días del cultivo de cilantro.

En la siguiente (Tabla 16); se observó que, en el análisis de varianza para altura de tallo a los 50 días del cultivo, se detectó que existió significancia al 5% entre tratamientos, demostrando que en esta etapa acaeció diferencia entre al menos un tratamiento en cuanto al altura de tallos después de haber transcurrido 50 días de la siembra del cilantro. Por otro lado, no hubo significancia entre repeticiones tanto al 5% como al 1% de confiabilidad.

En cuanto al coeficiente de variación que se obtuvo en este periodo fue de 10.18 % elevándose 5 % al del periodo anterior; sin embargo, este nivel aún se considera aceptable según lo expuesto por Patel *et al.* (2001), don explica de manera específica como investigaciones para fertilización se considera como rango aceptable entre 10% a 12 %. Por lo cual, el ensayo no presenta alta variabilidad y se aceptó como ideal los datos obtenidos y el manejo que se dio al ensayo.

Por otro lado, se encuentra una media general de 15.86 cm para la altura de tallos a los 50 días del cultivo.

Tabla 16.

Análisis de varianza para altura de tallo a los 50 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| F.V. | S.C. | G.L. | C.M. | F cal. | F tab. | | Significancia |
|---------------|-------|------|-------|--------|--------|--------|---------------|
| | | | | | (0.05) | (0.01) | |
| Tratamiento | 57.70 | 4 | 14.43 | 5.53 | 3.84 | 7.01 | * |
| Repeticiones | 10.59 | 2 | 5.30 | 2.03 | 4.46 | 8.65 | ns |
| Error | 20.86 | 8 | 2.61 | | | | |
| Total | 89.16 | 14 | | | | | |
| CV (%) | 10.18 | | | | | | |
| Promedio (cm) | 15.86 | | | | | | |

Nota: F.V: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, p-valor (0.05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0.01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: No existe diferencia significativa.

En la prueba Tukey al 5% para altura de tallo a los 50 días del cultivo (Figura 4), se revelo la existencia de tres rangos en los cuales se clasificaron los cinco tratamientos. Mediante esta prueba se detectó que el tratamiento T3 (50% de abono y 50% de suelo) con 19.12 cm se ubicó en el rango A; por otro lado, el tratamiento con menor promedio fue el T5 (100% de abono con 0% de suelo) el cual alcanzo 13.92 cm de altura a los 50 días de siembra, ubicándolo en el último rango B.

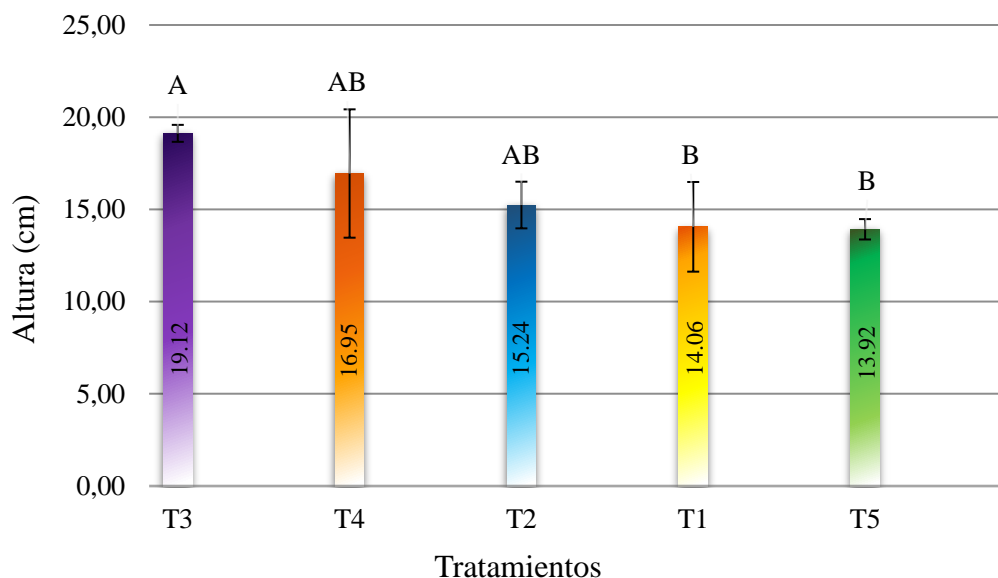


Figura 4. Prueba Tukey al 5% para altura de tallo a los 50 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

En la Figura 4 se observa que el tratamiento T3 (50% de abono y 50% de suelo) ocupa el primer lugar, ubicándose en el rango A, el cual mostró un mejor desarrollo, que el resto de los tratamientos, con un valor promedio de altura de tallo de 19.12 cm a los 50 días del cultivo. Lo cual, se asemejó a lo obtenido en la investigación de Márquez- Hernández *et al.* (2008) y Mendoza-Hernández *et al.* (2014), desarrollado en plantas de tomate, donde expresa que el mejor resultado se obtiene con el uso de abono vermicompost al 50%; siendo este el porcentaje de abono de sedimento que presentó el mejor resultado a los 50 días en esta investigación.

5.2.3. Altura de tallo (cm) a los 70 días del cultivo de cilantro.

Los datos del análisis de varianza que se obtuvieron para altura de tallo a los 70 días de siembra se muestran en la Tabla 17, en la cual se observó que existió significancia al 5% entre tratamientos, reflejando la existencia de diferencia entre dosis; sin embargo, no existió significancia en las repeticiones a ningún nivel de confiabilidad.

Por otro parte, el coeficiente de variación en este periodo fue de 9.50%, manteniéndose dentro del rango ideal mencionado Patel *et al.* (2001), considerando que no existe mucha variabilidad, y con una media general de 39.67 cm para la altura de tallos a los 70 días de la siembra.

Tabla 17.

Análisis de varianza para altura de tallo a los 70 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| F.V. | S.C. | G.L. | C.M. | F cal. | F tab. | | Significancia |
|---------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|---------------|
| | | | | | (0.05) | (0.01) | |
| Tratamiento | 340.61 | 4 | 85.15 | 6.00 | 3.84 | 7.01 | * |
| Repeticiones | 113.92 | 2 | 56.96 | 4.01 | 4.46 | 8.65 | ns |
| Error | 113.55 | 8 | 14.19 | | | | |
| Total | 568.09 | 14 | | | | | |
| CV (%) | 9.50 | | | | | | |
| Promedio (cm) | 39.67 | | | | | | |

Nota: F.V: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, p-valor (0.05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0.01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: No existe diferencia significativa.

Los resultados de la prueba Tukey al 5% para altura de tallo a los 70 días del cultivo se observan en la Figura 5; en la cual se observó la existencia de tres rangos en los cuales se clasifican los cinco tratamientos. Mediante esta prueba se detectó que el tratamiento T3 (50% de abono y 50% de suelo) con 46.79 cm se ubicó en el rango A, siendo el único en esta categoría, seguido del tratamiento T4 (25% de abono con 75% de suelo) ubicado en el rango AB con 43.21 cm de altura de tallo en este periodo; por otro lado, el tratamiento T1 (100% de abono con 0% de suelo) y T5 (0% de abono con 100% de suelo) reflejaron 35.50 cm y 33.99 cm de altura respectivamente a los 70 días de siembra, ubicándolos en el último lugar con el rango B.

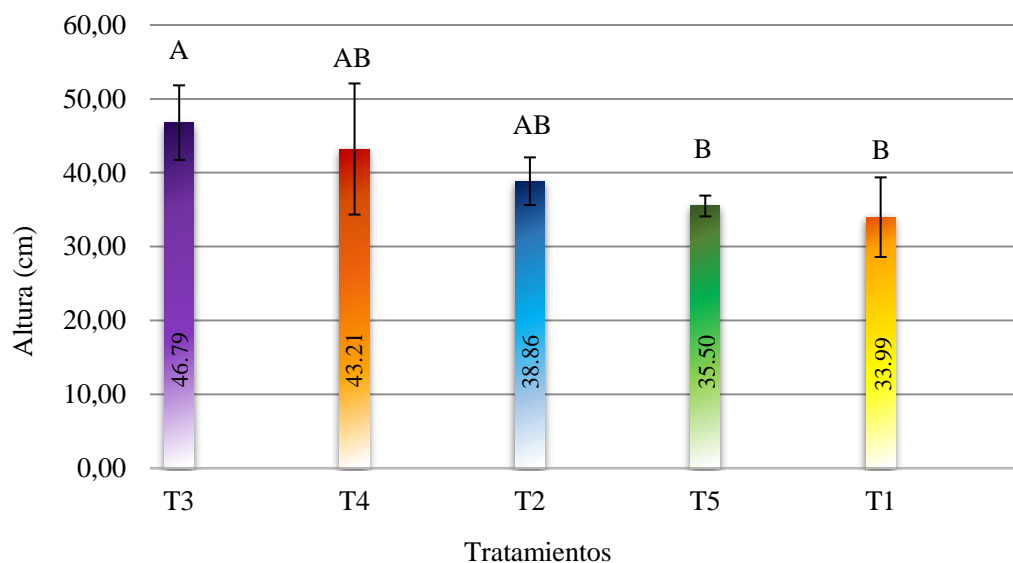


Figura 5. Prueba Tukey al 5% para altura de tallo a los 70 días de siembra en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

En la Figura 5 se observó que el rango A continúa siendo ocupado por el tratamiento T3 (50% de abono y 50% de suelo) siendo el mejor resultado con respecto a altura de tallo a los 70 días del cultivo, con un valor promedio de 46.79 cm. Este resultado se mantiene análogo a lo sujeto por Márquez- Hernández *et al.* (2008) y Mendoza-Hernández *et al.* (2014), en plantas de tomate donde el mejor desarrollo y crecimiento se obtuvo con el uso de abono al 50% con relación al suelo; lo cual es, similar al porcentaje de abono empleado en la dosificación del tratamiento T3.

Por otro lado, un resultado cercano al más alto obtenido por el tratamiento T3 es el del tratamiento T4 (25% de abono y 75% de suelo), el cual se ubica en el rango AB con un valor promedio de altura a los 70 días de 43.21 cm. Estos resultados son en base a una dosis baja, guardando relación con lo expuesto por Morales-Corts (2014), donde recomiendan aplicar abono en un 25%. En cambio, autores como Manh y Wang (2014), sugieren cantidades intermedias como 30% de abono, debido a los resultados obtenidos en su investigación en cultivos de melón.

Los resultados obtenidos con el abono a base de sedimento de la Laguna de Colta, difieren a los registrados por Amores (2015), quien manifiesta no determinar diferencia significativa estadística al evaluar el comportamiento agronómico de altura en plantas de cilantro y apio usando abonos orgánicos (Vermicompost y jacinto de agua⁷). De igual manera los resultados registrados por Zaráuz (2013), no reportaron diferencia significativa después de evaluar el comportamiento agronómico de cuatro hortalizas de hoja con tres abonos orgánicos (vermicompost, jacinto de agua y un mezclado de ambos).

Debido a los resultados alcanzados se evidenció que el uso de abono orgánico a base de sedimento de la Laguna de Colta pudo influir en el comportamiento agronómico de la planta de cilantro, siendo el mejor tratamiento T3 seguido del tratamiento T4 en cuanto a la variable altura.

5.3. Diámetro de tallo (mm)

En la Tabla 18, se detalla el promedio del diámetro de tallos, los cuales fueron tomados en cuenta el día 30, 50 y 70 del cultivo; es decir, hasta que alcanzó su altura recomendada de cosecha en cada una las unidades experimentales.

Tabla 18.

Promedio de diámetro de tallo en la evaluación de la efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| Tratamiento | Abono (%) | Suelo (%) | Diámetro en días 30 (mm) | Diámetro en días 50 (mm) | Diámetro en días 70 (mm) |
|-------------|-----------|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| T1 | 25 | 75 | 2.01 | 3.81 | 6.86 |
| T2 | 50 | 50 | 2.19 | 3.99 | 7.19 |
| T3 | 75 | 25 | 2.72 | 5.15 | 9.32 |
| T4 | 0 | 100 | 2.53 | 4.81 | 8.66 |
| T5 | 100 | 0 | 2.04 | 3.87 | 6.96 |

⁷ Jacinto de agua (*Eichhomia crossipes*) planta acuática compostado como abono orgánico.

En cuanto a los resultados obtenidos para la variable de diámetro de tallo, se observó que el resultado más favorable fue el tratamiento T3 (50% de abono con 50% de suelo), seguido por el tratamiento T4 (25% de abono con 75% de suelo); siendo estos quienes alcanzaron 9.32 mm y 8.66 mm respectivamente. Por otro lado, el resultado menos favorable fue el del tratamiento T1 (100% de abono), con un resultado de 6.86 mm de diámetro de tallo a los 70 días.

5.3.1. Diámetro de tallo a los 30 días del cultivo de cilantro

En el análisis de varianza (Tabla 19), para el diámetro de tallo a los 30 días del cultivo, se determinó que no hubo diferencia significativa al 5% de confiabilidad; lo cual, revela que no existió contraste entre los tratamientos en cuanto al diámetro de los tallos del cultivo de cilantro. De igual manera, no existió significancia entre repeticiones.

El coeficiente de variación fue de 12.74 %; el cual, se encuentra en el rango de 10% a 20 %, que se considera como rango medio y aceptable según lo expuesto por Ruíz y Sánchez (2006), entendiéndose que no existe una alta variabilidad de datos.

Por otro lado, con una media general de diámetro de tallo de 2.30 mm.

Tabla 19.

Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 30 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| F.V. | S.C. | G.L. | C.M. | F cal. | F tab. | | Significancia |
|--------------|-------|------|------|-----------|--------|--------|---------------|
| | | | | | (0.05) | (0.01) | |
| Tratamiento | 1.21 | 4 | 0.30 | 3.53 | 3.84 | 7.01 | ns |
| Repeticiones | 0.45 | 2 | 0.23 | 2.65 | 4.46 | 8.65 | ns |
| Error | 0.68 | 8 | 0.09 | | | | |
| Total | 2.35 | 14 | | | | | |
| CV (%) | 12.74 | | | | | | |

Promedio (mm) 2.30

Nota: F.V: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, p-valor (0.05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0.01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: No existe diferencia significativa.

Los resultados obtenidos por la prueba Tukey al 5% para diámetro de tallo a los 30 días del cultivo se observa en la Figura 6; en la cual se pudo notar que no existió un rango diferencial para los tratamientos de la investigación; por lo cual, se consideran los promedios de cada tratamiento. Sin embargo, mediante esta prueba se observó que el tratamiento T3 (50% de abono y 50% de suelo) presento mejor resultado ante los demás tratamientos con una mínima diferencia; sin embargo, ningún de los tratamientos alcanzaron los 3 mm de promedio.

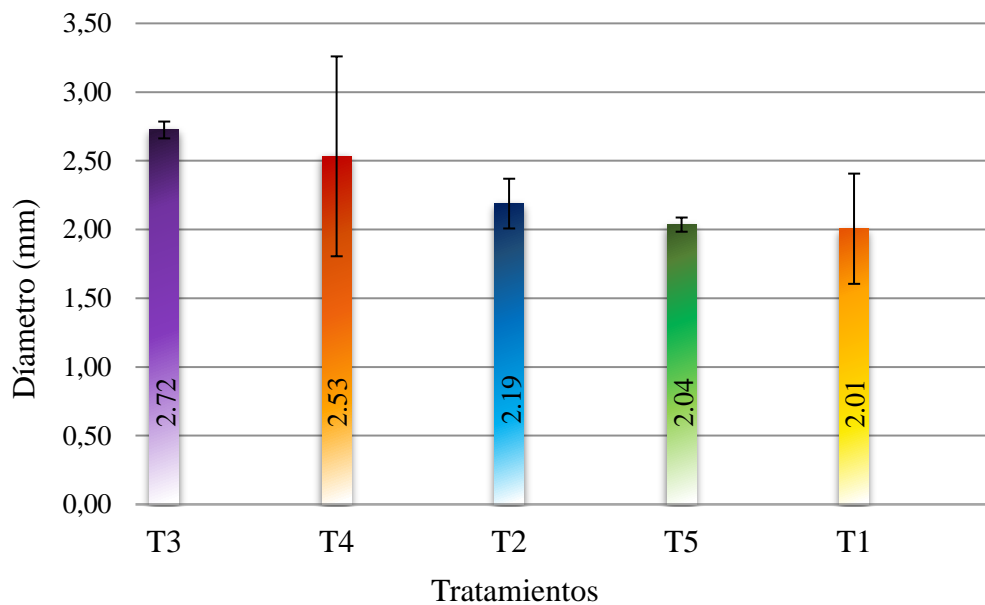


Figura 6. Promedio para diámetro de tallo a los 30 días de siembra en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

5.3.2. Diámetro de tallo a los 50 días del cultivo de cilantro

Los datos repostados en el análisis de varianza observados en la Tabla 20, para el diámetro de tallo a los 50 días del cultivo de cilantro, se identificó que no existió diferencia significativa al 5% de confiabilidad; lo cual, revela que no hubo diferencia entre los tratamientos en cuanto al diámetro de los tallos del cultivo. De igual manera, no acaece significancia entre repeticiones.

El coeficiente de variación fue de 13.07 % el cual, se encuentra en el rango de 10% a 20 %, que se considera como rango medio y aceptable según lo expuesto por Ruíz y Sánchez (2006), entendiéndose que no existe una alta variabilidad de datos.

Se obtuvo una media general de diámetro de tallo de 4.33 mm.

Tabla 20.

Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 50 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| F.V. | S.C. | G.L. | C.M. | F cal. | F tab. | | Significancia |
|---------------|-------|------|------|--------|--------|--------|---------------|
| | | | | | (0.05) | (0.01) | |
| Tratamiento | 4.63 | 4 | 1.16 | 3.61 | 3.84 | 7.01 | ns |
| Repeticiones | 1.91 | 2 | 0.96 | 2.98 | 4.46 | 8.65 | ns |
| Error | 2.57 | 8 | 0.32 | | | | |
| Total | 9.11 | 14 | | | | | |
| CV (%) | 13.07 | | | | | | |
| Promedio (mm) | 4.33 | | | | | | |

Nota: F.V: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, p-valor (0.05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0.01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: No existe diferencia significativa.

Los resultados obtenidos en la prueba Tukey al 5% para diámetro de tallo a los 50 días del cultivo se observan en la Figura 7; en la cual, se observa que no hubo un rango diferencial para los tratamientos de la investigación. Sin embargo, mediante esta prueba se observó que el tratamiento T3 (50% de abono y 50% de suelo) tuvo un mejor resultado ante los demás tratamientos con una mínima diferencia al resto; no obstante, solo uno de los tratamientos alcanza un promedio de diámetro de 5.18 mm de altura; por otro lado, el resultado con menor grosor de tallo alcanzado a los 50 días fue el tratamiento T1 (100% de abono con 0% de suelo); el cual, registro un promedio de 3.81 mm.

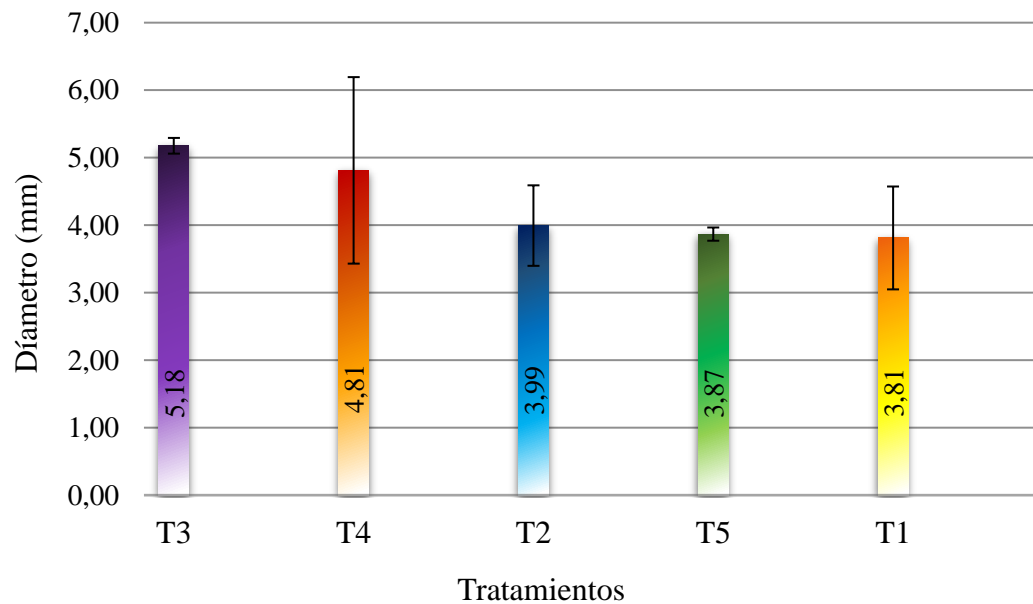


Figura 7. Promedio para diámetro de tallo a los 50 días de siembra en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

5.3.3. Diámetro de tallo a los 70 días del cultivo de cilantro

En el análisis de varianza (Tabla 21), para el diámetro de tallo a los 70 días de cultivo, se notó que no existió diferencia significativa al 5% ni al 1% de confiabilidad; lo cual, revela que no

hubo diferencia entre los tratamientos en cuanto al diámetro de los tallos del cultivo de cilantro. De igual manera, no presento significancia entre repeticiones.

El coeficiente de variación fue 13.07 % el cual, se encuentra en el rango de 10% a 20 %, que se considera como rango medio y aceptable según lo expuesto por Ruíz y Sánchez (2006), entendiéndose que no existe una alta variabilidad de datos para ensayos en campo.

Se alcanzó una media general de 7.80 de grosor de tallo.

Tabla 21.

Análisis de varianza para diámetro de tallos a los 70 días del cultivo en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| F.V. | S.C. | G.L. | C.M. | F cal. | F tab. | | Significancia |
|---------------|-------|------|------|--------|--------|--------|---------------|
| | | | | | (0.05) | (0.01) | |
| Tratamiento | 15.01 | 4 | 3.75 | 3.61 | 3.84 | 7.01 | ns |
| Repeticiones | 6.20 | 2 | 3.10 | 2.98 | 4.46 | 8.65 | ns |
| Error | 8.31 | 8 | 1.04 | | | | |
| Total | 29.53 | 14 | | | | | |
| CV (%) | 13.07 | | | | | | |
| Promedio (mm) | 7.80 | | | | | | |

Nota: F.V: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, p-valor (0.05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0.01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: No existe diferencia significativa.

Por medio de los resultados obtenidos al realizar la prueba Tukey al 5 % para diámetro de tallo a los 70 días del cultivo; se observó en la Figura 8, que todos los tratamientos presentaron el mismo rango según la prueba estadística aplicada; lo cual, refleja que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Por otro lado, el valor medio del tratamiento T3 (50% de

abono con 50% de suelo) se posiciono como el mejor promedio de los tratamientos sobre el resto.

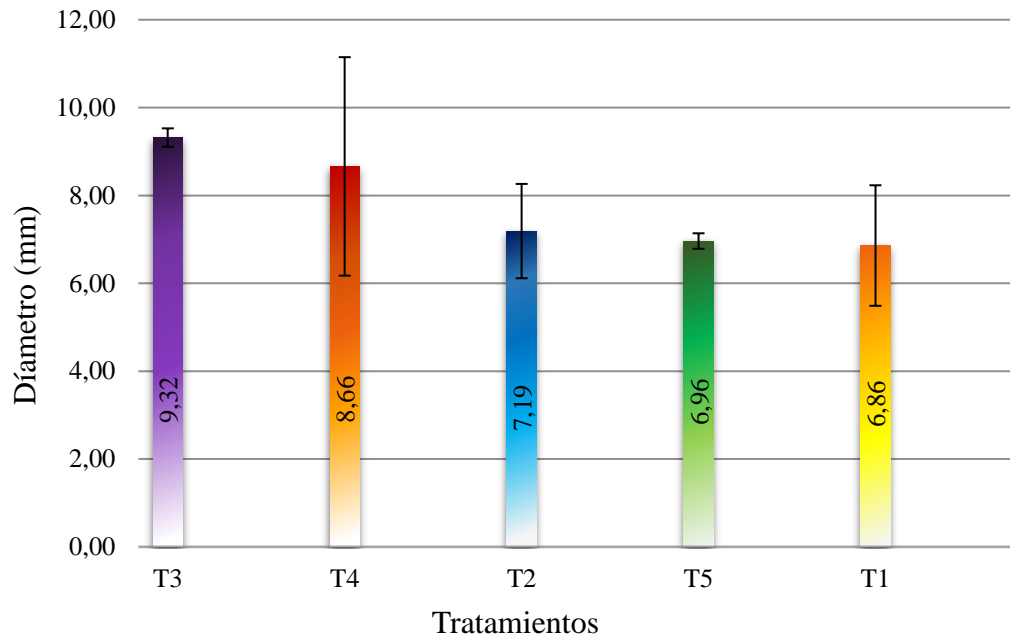


Figura 8. Promedio para diámetro de tallo a los 70 días de siembra en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

En la Figura 8, se observaron los resultados alcanzados por los tratamientos; en el cual, el tratamiento T3 (50% de abono y 50% de suelo), se ubicó a la cabeza en cada una de las etapas del cultivo; con un promedio de 9.32 mm de diámetro de tallo al final de la investigación, y el resultado menos favorable o con menor promedio fue el tratamiento T1 (100% de abono con 0% de suelo), registrando al final de la investigación 6.86 mm de diámetro; sin embargo, mediante los resultados revelados, el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5%, se determinó que no existió diferencia estadística entre los tratamientos y las repeticiones en cuanto a la evaluación de la variable diámetro de tallo, donde se visualizó que todos los tratamientos pertenecían al mismo rango.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos en la investigación de Machaca (2007), en los cuales evalúa distintos niveles de abono en variedades de apio, donde no obtuvo diferencia significativa de los tratamientos, donde los resultados se muestran similares en el comportamiento agronómico del diámetro. Estos efectos se igualan a los obtenidos en la investigación de Enríquez (2015); en el cual, el efecto obtenido al evaluar la variable de diámetro de tallo en hortalizas, esta no precisa diferencia estadística significativa. Por otro lado, lo obtenido en la investigación de Sánchez (2017), contrastan los resultados anteriores, debido a que en la evaluación de la variable diámetro de tallo, éste si observo diferencia estadística altamente significativa, en la evolución del cultivo de apio sometido a distintas dosis de abono orgánico líquido; por lo cual, la aplicación de un tipo de abono orgánico y su cantidad, influyen en el crecimiento y desarrollo, sujetándose al tipo de planta y el sustrato en el que este se encuentre.

5.4. Días a la cosecha (Días)

En la (Tabla 22), se detalla el promedio de los días a la cosecha, los cuales fueron tomados en cuenta a partir del momento de la siembra hasta cuando las plantas alcanzaron la altura ideal de cosecha en las unidades experimentales.

Tabla 22.

Número de días promedio a la cosecha en la evaluación de la efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| Tratamiento | Abono (%) | Suelo (%) | Número de días promedio a la cosecha (días) |
|--------------------|------------------|------------------|--|
| T1 | 25 | 75 | 75.67 |
| T2 | 50 | 50 | 71.33 |
| T3 | 75 | 25 | 57.33 |
| T4 | 0 | 100 | 62.00 |
| T5 | 100 | 0 | 73.00 |

En cuanto a los resultados obtenidos para la variable de días a la cosecha por medio del análisis de varianza (Tabla 23); se observó que el resultado más favorable es el tratamiento T3 (50% de abono con 50% de suelo), seguido por el tratamiento T4 (25% de abono con 75% de suelo); siendo estos quienes alcanzaron una media de 57 días y 62 días respectivamente. Por otro lado, el resultado menos favorable es el del tratamiento T1 (100% de abono).

Por otro lado, el CV fue de 7.59 %; el cual, se considera bajo según los rangos expuestos por Ruíz-Ramírez (2010), que expone como ideal y aceptable en una investigación de campo, entendiendo que no existe una alta variabilidad de datos; por lo cual, el manejo de la información para esta variable se consideró confiable. Y obteniendo un promedio de 76 días a la cosecha.

Tabla 23.

Análisis de varianza para días a la cosecha en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| F.V. | S.C. | G.L. | C.M. | F cal. | F tab. | | Significancia |
|-----------------|--------|------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| | | | | | (0.05) | (0.01) | |
| Tratamiento | 755.07 | 4 | 188.77 | 7.13 | 3.84 | 7.01 | ** |
| Repeticiones | 151.60 | 2 | 75.80 | 2.86 | 4.46 | 8.65 | ns |
| Error | 211.73 | 8 | 26.47 | | | | |
| Total | 1118.4 | 14 | | | | | |
| CV (%) | 7.59 | | | | | | |
| Promedio (días) | 67.80 | | | | | | |

Nota: F.V: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, p-valor (0.05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0.01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: No existe diferencia significativa.

La prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha Figura 9, revela la existencia de cinco rangos en los cuales se ubican los cinco tratamientos. Por lo cual, mediante esta evaluación se determinó que el tratamiento T3 (50% de abono y 50% de suelo) con 57 días la cosecha se ubicó en rango

A; seguido del tratamiento T4 (25% de abono con 75% de suelo), con 62 días, lo cual lo ubico en el rango AB, mostrándose como los mejores tratamientos con respecto al tiempo de cosecha. Sin embargo, es notable como el tratamiento T3 es superior al resto de tratamientos en la evaluación de la variable días a la cosecha.

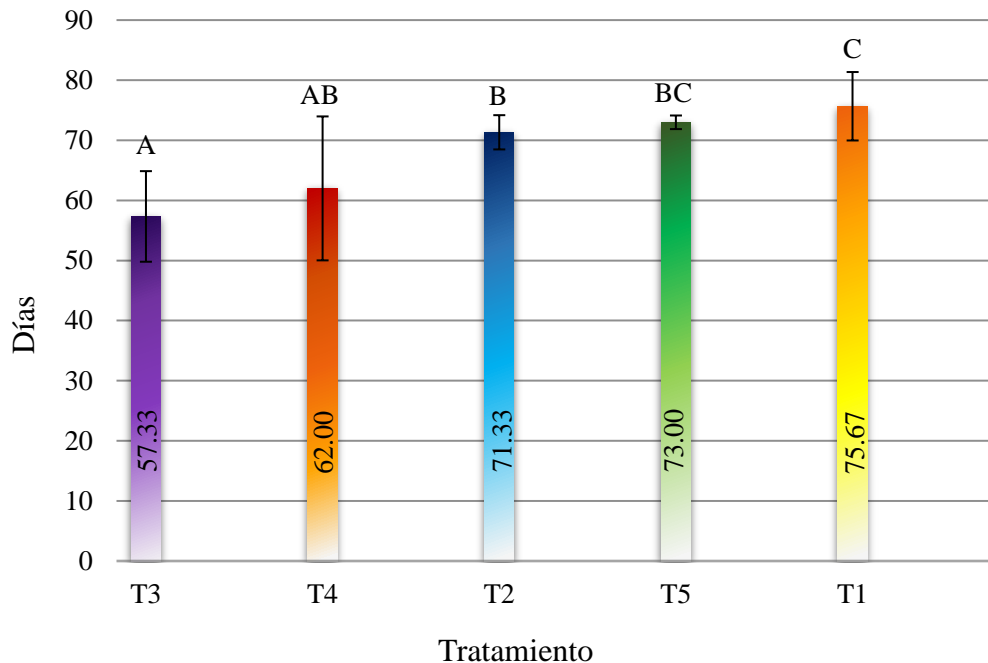


Figura 9. Prueba Tukey al 5% para días a la cosecha en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

En la Figura 9, se observó que el rango A es ocupado por el tratamiento T3 (50% de abono y 50% de suelo) siendo el mejor resultado con respecto a la variable días a la cosecha en el cultivo de cilantro, con un valor promedio de 57 días. Este resultado difiere con lo obtenido por Duwal *et al.* (2019), en su investigación con distintas variedades de cilantro; en la cual, evaluó varios parámetros de desarrollo; en donde, la variedad Long Standing presento un promedio de días a la cosecha mayor al que se alcanzó en esta investigación. Ya que Duwal llego alcanzar el tiempo de cosecha ideal a los 90 días del cultivo con un promedio de altura de 44.1 cm; lo cual, es más tardío a lo obtenido en esta investigación.

5.5. Rendimiento del cultivo (kg ha⁻¹).

En la (Tabla 24), se detalla el promedio de rendimientos por tratamiento, cuya información fue compilada a partir del momento de la cosecha, tomando en cuenta los pesos individuales de las plantas seleccionadas mediante el criterio de eliminación en cada unidad experimental. Enumerando así 8 plantas por repetición.

Tabla 24.

Promedio de rendimiento en la evaluación de la efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| Tratamientos | Abono (%) | Suelo (%) | Promedio de rendimiento (g planta⁻¹) |
|---------------------|------------------|------------------|--|
| T1 | 100 | 0 | 113.73 |
| T2 | 75 | 25 | 130.28 |
| T3 | 50 | 50 | 156.94 |
| T4 | 25 | 75 | 145.12 |
| T5 | 0 | 100 | 96.25 |

Los resultados obtenidos para la variable rendimiento muestran que el resultado más favorable es el tratamiento T3 (50% de abono con 50% de suelo), debido a que su promedio de rendimiento alcanzo los 156.94 g planta⁻¹. De igual manera el resultado obtenido por parte del tratamiento T4 (25% de abono con 75% de suelo); muestra un resultado cercano al obtenido por T3, correspondiente a 145.12 g planta⁻¹. Por otro lado, el resultado menos favorable es el del tratamiento T5 (100% de suelo), con un resultado de 96.25 g planta⁻¹.

En el análisis de varianza (Tabla 25), para la variable de rendimiento, se detectó que existe diferencia altamente significativa al 1% entre tratamientos, revelando que existió diferencia entre todos los resultados en el cultivo de cilantro. Por otro lado, no existe significancia entre repeticiones.

El coeficiente de variación fue de 5.94 %, demostrando que los datos obtenidos en el experimento no muestran mucha variabilidad, según lo mencionado por Pimentel (1985) y Patel *et al.* (2001), donde expresa que los valores de CV menores a 10% son considerados correctos y aceptables para calificar como ideal y de calidad al ensayo.

Por otro lado, se obtuvo una media general de 128.46 g planta⁻¹.

La cantidad y calidad nutricional del suelo preparado con el abono en los distintos tratamientos para el cultivo de cilantro fueron aspectos que permitieron obtener este tipo de resultados; el diseño experimental empleado (DBCA) fue el correcto con el fin de reducir el error experimental.

Tabla 25.

Análisis de varianza para rendimiento en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| F.V. | S.C. | G.L. | C.M. | F cal. | F tab. | | Significancia |
|--------------|---------|------|---------|--------|--------|--------|---------------|
| | | | | | (0.05) | (0.01) | |
| Tratamiento | 7040.70 | 4 | 1760.18 | 30.22 | 3.84 | 7.01 | ** |
| Repeticiones | 351.14 | 2 | 175.57 | 3.01 | 4.46 | 8.65 | ns |
| Error | 466.01 | 8 | 58.25 | | | | |
| Total | 7857.85 | 14 | | | | | |
| CV (%) | 5.94 | | | | | | |
| Promedio (g) | 128.46 | | | | | | |

Nota: F.V: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, p-valor (0.05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0.01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: No existe diferencia significativa.

Los resultados de la prueba de Tukey al 1% para rendimiento se observaron en la Figura 10, revelando la existencia de cinco rangos en los cuales se ubicaron los cinco tratamientos. Por lo

cual, mediante esta prueba se determinó que los tratamientos T3 (50% de abono y 50% de suelo) y el tratamiento T4 (25% de abono y 75% de suelo), con 156.94 g planta⁻¹ y 145.12 g planta⁻¹ ubicándose en el rango A y en rango AB respectivamente, mostrándose como los mejores tratamientos con respecto al rendimiento en la investigación.

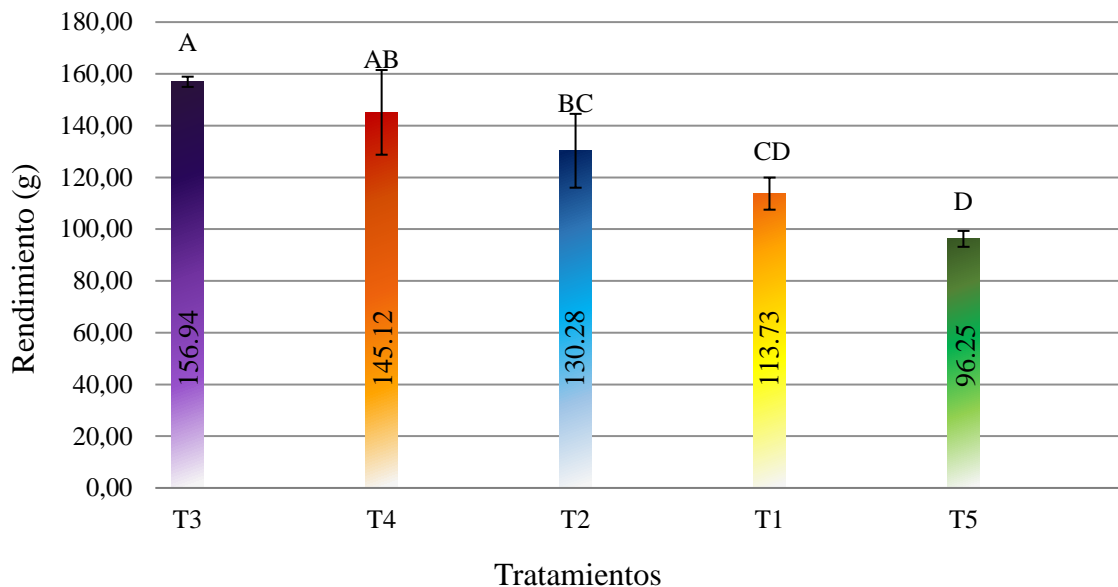


Figura 10. Prueba Tukey al 5% para rendimiento en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

En la Figura 10, se pudo observar como el tratamiento T3 (50% de abono y 50% de suelo) presento el mejor promedio en g planta⁻¹ con respecto a la variable rendimiento en el cultivo de cilantro; ubicándose en el rango A, alcanzando un peso promedio de 156. 94 g planta⁻¹; por lo cual, este valor se toma en consideración para ser proyectado hacia un rendimiento correspondiente a 1 ha en la cual se comprenden 200 000 plantas, obteniendo un rendimiento medio de 31 388 kg ha⁻¹ y un rendimiento ajustado de 23 541 kg ha⁻¹; lo cual permite alcanzar 79 800 atados ha⁻¹ con un de 295 g cada atado, basados en el peso de venta en mercados mayoristas y supermercados. Este resultado diverge con lo presentado en la base de datos del III Censo Nacional Agropecuario (2002), en el cual se mencionan a las principales provincias productoras de cilantro a nivel nacional, siendo estas; Imbabura, Pichincha, Carchi, Chimborazo, Tungurahua y Bolívar; los lugares en donde su rendimiento promedio es de 4 000

a 6 000 kg ha⁻¹. Lo cual es semejante a lo sugerido por Acuña (2002), quien afirma que una buena producción de cilantro por hectárea es de aproximadamente 6 000 a 8 000 kg ha⁻¹, sin embargo, los resultados obtenidos por el tratamiento T3 (50% de abono y 50% de suelo) sobrepasan por mucho el promedio antes citado. Por otro lado, el resultado alcanzado por el tratamiento T3 corrobora con lo mencionado por Avagyan (2008), quien menciona que el uso de abonos orgánicos compuestos por un alto nivel de nitrógeno, permite el desarrollo de mayor follaje de las plantas, aumentando su producción y rendimiento.

En alusión a Coll *et al.* (2011), Taiz y Zeiger (2015) y Azcón-Bieto (2008), Cayambe (2010), donde expresa como la nutrición mineral de la planta es de fundamental importancia en las ciencias de las plantas básicas y aplicadas, ya que la presencia de macro y micro nutrientes forman parte vital para el desarrollo de ellas. Por lo cual, en relación a lo anteriormente expuesto, el nivel de nutrientes presentes en el tratamiento T3, se constituyen de manera equilibrada e ideal para el crecimiento de la planta, contando con N, P y K de manera continua la cual es ideal para el desarrollo de plantas; al igual que el S, ya que este es parte esencial para el crecimiento vegetal, impulsando así su rendimiento.

5.6. Análisis de suelo.

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio del análisis físico-químico del suelo, tanto antes (Tabla 26) y posterior al cultivo (Tabla 27), se pudo apreciar que existió resultados positivos al concluir la investigación; por lo cual, se aceptó la Hipótesis: La dotación de sedimentos de la Laguna de Colta, como abono orgánico en el cultivo de cilantro, permite conservar el suelo y obtener mejores rendimientos.

Tabla 26.

Análisis físico-químico del suelo de las unidades experimentales, previo a la siembra, en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| Tratamientos | N | P | K | Ca | Mg | S | Fe | B | Zn | Cu | Mn | C.E. ⁸ | pH | M.O. |
|--------------|------------------------|------------------------|----------------------------|-------|------|------------------------|--------|------|-----------|-------|-------|---------------------|------|------|
| | (mg kg ⁻¹) | (mg kg ⁻¹) | (meq 100ml ⁻¹) | | | (mg kg ⁻¹) | | | | | | mS cm ⁻¹ | | (%) |
| T1 | 57.92 | 28.2 | 1.64 | 60.58 | 7.83 | 132.67 | 155.28 | 0.35 | 2.86 | 13.57 | 31.51 | 1.61 | 7.42 | 7.43 |
| T2 | 70.15 | 32.3 | 1.21 | 49.19 | 6.95 | 119.22 | 105.51 | 0.25 | 3.7 | 8.62 | 26.32 | 1 | 7.45 | 5.98 |
| T3 | 23.41 | 32.24 | 1.09 | 46.68 | 7.19 | 79.8 | 103.08 | 0.31 | 3.68 | 7.06 | 15.56 | 1.15 | 7.48 | 5.54 |
| T4 | 14.71 | 46.97 | 0.87 | 41.76 | 5.97 | 40.13 | 135.82 | 0.33 | 12.6 4 | 10.23 | 41.41 | 0.92 | 7.34 | 3.19 |
| T5 | 48.06 | 43.28 | 0.66 | 41.23 | 5.25 | 19.16 | 121.79 | 0.85 | 3.86 | 11.83 | 27.04 | 0.44 | 7.22 | 2.53 |

Fuente: Labornort (2019).

⁸ Conductividad Eléctrica (C.E.) = Capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica y aprovechar sales mediante esta conducción (Bárbaro *et al.* 2019)

Tabla 27.

Análisis físico-químico del suelo de las unidades experimentales, posterior a la cosecha, en la evaluación de efectividad del abono orgánico a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| Tratamientos | N | P | K | Ca | Mg | S | Fe | B | Zn | Cu | Mn | C.E. | pH | M.O. |
|--------------|------------------------|------------------------|----------------------------|-------|------|------------------------|--------|------|------|-------|-------|---------------------|------|------|
| | (mg kg ⁻¹) | (mg kg ⁻¹) | (meq 100ml ⁻¹) | | | (mg kg ⁻¹) | | | | | | mS cm ⁻¹ | (%) | |
| T1 | 37.25 | 35.27 | 0.83 | 17.28 | 6.1 | 42.65 | 163.51 | 0.25 | 2.61 | 7.93 | 38.01 | 0.75 | 7.43 | 6.97 |
| T2 | 34.7 | 42.03 | 0.83 | 15.91 | 5.66 | 22.03 | 117.07 | 0.34 | 5.45 | 9.67 | 35.25 | 0.71 | 7.39 | 5.07 |
| T3 | 27.3 | 47.81 | 0.8 | 12.9 | 5.81 | 12.79 | 155.58 | 0.26 | 6.97 | 10.72 | 29.21 | 0.85 | 7.32 | 3.83 |
| T4 | 41 | 58.1 | 0.72 | 11.44 | 5.05 | 27.48 | 173.8 | 0.25 | 5.31 | 7.53 | 39 | 0.74 | 7.3 | 3.77 |
| T5 | 26 | 35.43 | 0.59 | 8.43 | 3.81 | 9.71 | 166.18 | 0.41 | 4.92 | 7.85 | 31.65 | 0.38 | 7.17 | 2.05 |

Fuente: Labornort (2019).

Nutrientes

Mediante el análisis de suelos se pudo distinguir que el tratamiento T4 (25% de abono con 75% con suelo) y tratamiento T3 (50% de abono con 50% de suelo) presentaron los mejores resultados, en base a los análisis físico químicos realizados, donde cada uno de sus macros y micro nutrientes mostraron un ligero incremento y estabilidad nutricional tanto al inicio como al final de la investigación.

En base al cultivo, se pudo apreciar como el Ca y S muestran ser el nutriente con mayor consumo por parte del cilantro; siendo esto semejante a lo compartido por Marschner (2011), donde explica como este tipo de planta de forraje comestible presenta un alto requerimiento de Calcio para su formación de raíces y para la mejor absorción de otros nutrientes. De igual manera el

Azufre, que permite en este tipo de plantas el crecimiento vegetativo, aumentando su rendimiento, considerándolo un nutriente tan importante como el Fosforo (P) y el Magnesio (Mg) para estos tipos de cultivo, lo cual se vio reflejado en el tratamiento T3 (50% de abono con 50% de suelo), donde se apreció una mejor formación de raíces (Anexo 67), al igual que un mejor desarrollo vegetativo (Anexo 68), a causa del consumo de estos nutrientes.

Por otro lado, con relación a lo anteriormente mencionado, se puede deducir que el uso de este tipo de plantas en cultivos, provocarían un desequilibrio nutricional al suelo, si este no es bien tratado, debido a su considerable nivel de absorción de nutrientes.

El equilibrio nutricional del suelo al culminar la investigación, presentó por parte del uso del abono a base de sedimentos, corroborar con lo expuesto por varios autores (Guisquiani *et al.*, 1995; Aggelides y Londra, 2000), donde mencionan como se logra estabilidad nutricional al agregar sedimentos al suelo, mejorando incluso sus propiedades. De igual manera Ojeda (2005), menciona como el uso de lodos residuales, afecta sobre las propiedades físico químicas del suelo, ya que la incorporación de sedimentos o lodos tratados por su alto nivel de materia orgánica, permiten la reorganización interna del horizonte A, tanto en características nutricionales como físicas, lo cual, es semejante a lo obtenido en la investigación; donde el uso de abono a base de sedimentos, permitió obtener suelos con mayor cantidad de materia orgánica, dotando al suelo micro y macro nutrientes.

De manera general el aporte nutricional del abono orgánico a base de sedimento de la laguna de Colta, en base a los resultados físico-químicos, se observa el incremento y mejoramiento de características físicas como químicas al suelo, ya que como menciona Limón (2013), en su investigación sobre lodos residuales, el aporte que genera el lodo o sedimento no solo se evidencia en el carácter nutricional si no también estructural, permitiendo ser aprovechado en el ámbito agrícola con el enfoque de mejoradores de suelo.

Conductividad eléctrica (C.E.)

En cuanto a la C.E. se observó que el Tratamiento T5 (100% de suelo) (Testigo), inicialmente presento un suelo demasiado escaso al contar con un valor de 0.44 mS cm^{-1} . En el cual, al haber sido suministrado con los diferentes porcentajes de abono a base de sedimentos, presento un incremento; lo cual, concuerda con lo mencionado por García (2013); quien señala que, al incorporar este tipo de enmiendas, el valor de la conductividad eléctrica incrementa debido a su alto contenido de sales que podrían ser ligeramente perjudiciales para el uso agrícola. Sin embargo, por otro lado, en base a lo expuesto por Calvo de Anta *et al.* (2000), se ratifica que el contenido de sales presentes en el sedimento no presenta un nivel de incremento perjudicial a la conductividad eléctrica a casusa del alto contenido de sales; ya que por lo contrario, el aporte brindado por los sedimentos cuenta con la presencia de material calcáreo y un nivel elevado de nutrientes como N, Mg, P, Ca, y K; por lo cual, los riesgos de acidificación por presencia de sulfuros no presentan relevancia. En relación a lo antes mencionado se pudo observar como el abono permitió obtener un nivel de conductividad eléctrica ideal al inicio del cultivo, donde el tratamiento T3 presentó un nivel de conductividad eléctrica de 1.15 mS cm^{-1} . para posteriormente finalizar con 0.85 mS cm^{-1} . De esta manera, con relación a lo antes mencionado por Calvo de Anta la incorporación de estos sedimentos no alteran negativamente la conductividad eléctrica, ya que por lo contrario se obtuvo un valor normal de conductividad eléctrica, acercándose a los parámetros ideales según Castellanos (2000); Bárbaro *et al.*, (2014), donde menciona que un rango optimo debería ser 1 mS cm^{-1} para un sustrato y obtener una movilidad de sales y aprovechamiento de nutrientes correcta para la planta.

Estructura del suelo

Mediante el análisis de textura del suelo, y en base a la clasificación de suelos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2006), se determinó que el suelo del área de investigación presento una textura franco arenosa, debido a la proporcionalidad de su contenido de arena 52.2%, limo 41% y arcilla 6.8%. Por otro lado, la textura del abono presento ser de tipo franco por su porcentaje de arena 39.2%, limo 44% y arcilla 16.8%.

Por lo cual, en función a los anteriores resultados, se pudo notar como todos los tratamientos presentaron cambio en su textura, debido al aporte brindado del abono hacia el suelo, reduciendo el porcentaje arena y equilibrándolo el resto de componentes, lo cual permitió obtener texturas de tipo Franco en los tratamientos aplicados. Las cuales se evidencian en la Tabla 28.

Tabla 28.

Resultado de texturas de los tratamientos en la evaluación del abono orgánico a base de sedimentos de la Laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

| Tratamientos | Textura de suelo | | | Clasificación |
|--------------|------------------|------|---------|----------------|
| | Arena | Limo | Arcilla | |
| T1 | 39.2 | 44 | 16.8 | Franco |
| T2 | 39.8 | 44.8 | 15.4 | Franco |
| T3 | 44.2 | 41 | 14.8 | Franco |
| T4 | 49.8 | 40.4 | 9.8 | Franco |
| T5 | 52.2 | 41 | 6.8 | Franco Arenoso |

Fuente: Labornort (2019).

En concordancia con lo expuesto por Ojeda (2005), en su investigación con lodos residuales, se pudo notar como la adición del abono a base de sedimentos, permitió observar cambios en las características físicas del suelo, debido al equilibrio porcentual de las partículas de arena, limo y arcilla; permitiendo mejorar la retención de agua en el suelo (Anexo 69-70), en base al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (2014), en donde se menciona que la presencia de arcilla comprendida entre el 15% permite mejor retención de humedad, y con limo en torno al 40% aportan fertilidad al suelo; lo cual se observa en la Tabla 28, en donde los tratamientos con adición de abono presentan una composición cuantitativa próximas a lo óptimo para la producción agrícola.

5.7. Análisis económico y recuperación.

Tabla 29.

Efecto de los sedimentos de la Laguna de Colta, como abono orgánico sobre el aspecto económico y relación beneficio/costo (CIMMYT, 1988).

| | Tratamientos | | | | |
|--|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| Rendimiento medio (kg ha⁻¹) | 22 746 | 26 056 | 31 388 | 29 024 | 23 890 |
| Rendimiento ajustado (kg ha⁻¹) | 17 059.5 | 19 542 | 23 541 | 21 768 | 14 437.5 |
| Precio (\$ atado de 295g⁻¹) | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Beneficio Bruto de Campo (\$ ha⁻¹) | 14 457.20 | 16 561.02 | 19 950.00 | 18 447.46 | 12 235.17 |
| Costo abono (\$/ha/ciclo) | 6 388.67 | 4 791.89 | 3 192.00 | 1 596.78 | 0 |
| Costo de producción (\$ ha⁻¹) | 3 866.63 | 3 866.63 | 3 866.63 | 3 866.63 | 3 866.63 |
| Beneficios Netos (\$ ha⁻¹) | 4 201.90 | 7 902.50 | 12 891.37 | 12 984.05 | 8 368.54 |
| Beneficio/Costo (B C⁻¹) | 1.41 | 1.91 | 2.83 | 3.38 | 3.16 |

En la Tabla 29 del análisis económico se demostró que, la relación beneficio/costo es mayor que uno ($B C^{-1} > 1$) en los todos los tratamientos. Sin embargo, este último tratamiento se excluye, debido a que no se apega al propósito de conseguir una recuperación de suelos degradados. Por lo cual, se considera como económicamente rentable al tratamiento T4 (25% de abono con 75% de suelo) quien refleja mayor rentabilidad, con un valor de \$ 3.15 este resultado indica que por cada unidad monetaria invertida se amortiza lo invertido y se obtiene una utilidad de \$ 2.38, seguido del tratamiento T3 (50% de abono con 50% de suelo), con una rentabilidad de \$ 1.83 tal como se ve reflejado en la tabla.

5.8. Socialización de resultados.

Tras finalizar la investigación y cumpliendo con los objetivos planteados se dio a conocer los resultados alcanzados a un grupo de agricultores, emprendedores, miembros de la asociación ASOSAME, docentes y estudiantes de la PUCE-SI con un total de 18 asistentes. La Socialización se realizó en la comunidad de Yuracruz Alto; en la cual, las preguntas realizadas a los asistentes son las siguientes:

1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó comodidades necesarias?
2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?
3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema?
4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?
5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión?
6. ¿Considera Usted que el tema de investigación posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?
7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?
8. ¿Considera Usted que el tema de investigación genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que estos se cumplieron?

Las respuestas de los asistentes se publican en la Tabla 30, donde se observó los resultados de los 18 asistentes encuestados en la socialización del trabajo de investigación, tras el análisis de las encuestas realizadas, se pudo notar que gran parte de las personas calificaron a las respuesta en su mayoría en la categoría “muy alto”, siendo las preguntas 1, 2, 8 y 9 quienes poseen los valores más altos; por otro lado las preguntas 3 y 6 presentan la mayor cantidad de respuestas dentro de la categoría Alta. Estos resultados permiten mencionar que la investigación expuesta

presenta ser de gran nivel de interés para la comunidad y con alto potencial de acogida sobre este tipo de investigaciones por la sociedad.

Tabla 30.

Resultados de la encuesta de socialización.

| Preg. Rpta. | Pregunta 1 | Pregunta 2 | Pregunta 3 | Pregunta 4 | Pregunta 5 | Pregunta 6 | Pregunta 7 | Pregunta 8 | Pregunta 9 |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1(Nulo) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 (Bajo) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 (Medio) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 (Alto) | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 5 (Muy alto) | 16 | 16 | 14 | 15 | 15 | 14 | 15 | 15 | 15 |

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- La evaluación de los sedimentos de la Laguna de Colta como abono alternativo, presentaron influencia en los procesos fisiológicos del cilantro, dando como resultado mejor producción en periodos más cortos de tiempo. Se evidenció que el abono influyó en el desarrollo y las etapas fenológicas del cultivo.
- El abono orgánico a base de sedimentos influyó positivamente en las variables fenológicas evaluadas; siendo el mejor tratamiento T3, permitiendo una germinación precoz a los 10.6 días y emergencia homogénea del cultivo, mayor altura de planta alcanzando 46.7 cm en 57 días a la cosecha disminuyendo su periodo de espera, se incrementó el rendimiento de kg ha^{-1} alcanzando 31 388 kg ha^{-1} , logrando mejorar la productividad por ha de este cultivo.
- Se obtuvo un mejor rendimiento con el uso del abono orgánico a base de sedimentos, demostrando que el uso de este tipo de abonos alternativos permite obtener rentabilidad con enfoque a una agricultura medioambientalmente sostenible.
- La calidad de suelo, tanto en nutrientes y particularidades físico – químicas presentaron mejores características; tales como, mejor retención de agua a causa de la modificación estructural del suelo por la aplicación del abono, obteniendo suelos francos, mayor cantidad de materia orgánica en el suelo dotadas por el sedimento, mejor conductividad eléctrica del suelo; alcanzando 1.15 mS cm^{-1} al inicio y 0.85 mS cm^{-1} al final de la investigación con el tratamiento T3.
- Este ensayo permite constatar que el uso de sedimentos procesados son una de las mejores alternativas que proyectan a la agricultura a ser sustentable y respetuosa con la ecología del suelo y el entorno, ya que el uso del suelo se da mediante cultivos, se busca el objetivo de mantener los nutrientes sin desgastarlos; lo cual, se ve reflejado y posible gracias a las bondades que ofrece este abono alternativo.
- En cuanto al Beneficio/Costo se reveló que el tratamiento T3 se considera el mejor, ya que permite obtener un margen de rentabilidad de \$ 1.83 por cada dólar invertido, incluso con el enfoque hacia la recuperación suelos deteriorados.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- En la agricultura es importante tomar en cuenta varios factores para el establecimiento de cultivos; por lo cual, se recomienda siempre tomar en cuenta la pendiente del suelo sobre la que se va a sembrar, con el propósito de evitar la no uniformidad en el desarrollo del cultivo, esorrentía y encharcamiento; que pueden afectar a los resultados de la investigación.
- De igual manera, es importante considerar el uso de semillas certificadas con el fin de obtener resultados ideales en una población homogénea.
- Realizar verificación en la toma y registro de datos, para evitar obtener resultados irreales en la investigación.
- Es importante considerar el estado del tiempo (lluvias, sequías) para la siembra de cualquier tipo de semilla.
- Tomar en cuenta la distancia de siembra, para alcanzar un mejor aprovechamiento del espacio con un buen rendimiento.
- El uso de los sedimentos como abono es una alternativa más para la conservación de la agroecología; por lo cual, es importante tomar en cuenta esta investigación como base, para posteriores investigaciones con el propósito de obtener mayor información y conocer el comportamiento de los sedimentos en otros cultivos de importancia económica, y con distintas dosis.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña. (2002). Manual Agropecuario. *Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente*. 1er ed. Bogotá, Colombia. Editorial Quebecor World.
- Aggelides, S. M. & Londra, P. A. (2000). Effects of compost produces from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a Loamy and a clay soil. *Bioresource Technology*. 71: 253-259.
- Agüero, D. (2014). *Cultivos Tropicales*. Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Agrosemillas, (2018). Cilantro. Recuperado de: <https://agrosemillas.com.co/producto/cilantro/>
- Amores, G. (2015). *Comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja cilantro (Coriandrum sativum) y apio (Apium graveolens) con dos fertilizantes orgánicos en el centro experimental "la Playita"*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná-Cotopaxi.
- Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes (AEFA), (2017). Bioactivadores. Recuperado de: <https://aeфа-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/bioactivadores>.
- Arizio, O. C. A. (2011). Mercado mundial y regional de coriandro (*Coriandrum sativum* L.). En *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, 1.
- Aubert C. (SF). Técnicas básicas en agricultura biológica. *Asociación Vida Sana para el Fomento de la Cultura y el desarrollo biológico*. Barcelona, España.
- Avagya, A. B. (2008). A contribution to global substantiable development: inclusion of microalgae and their biomass improduction and bio cycles. Recuperado de link.springer.com: <http://link.springer.com/article/10.1007/100098-008-0180-5#page-1>
- Azcón-Bieto, J., Talón, M. (2008). *Fundamentos de la Fisiología Vegetal*. Editorial McGraw Hill Interamericana.
- Balanta, S. (2017). *Implementación de un sistema productivo de cilantro (Coriandrum sativum), variedad unapal precoso como modelo sostenible de producción agrícola en el corregimiento de Rozo, Palmira, Valle del Cauca*. (Tesis de pregrado). Universidad de

la Salle). Recuperado de:
http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21320/46132075_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Barbaro, L. A., Karlanian, M., Mata, D. A. (2014). *Importancia del pH y la Conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). p 7-9. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf.
- Bowman, D. T., Watson, C. E. (2001). Common use of the CV: a statistical aberration in crop performance trials (Contemporary Issue). *J. Cotton Sci.* 5: 137-141.
- Calvo de Anta, R., Mosteiro, Q., Vázquez, M. (2000). Caracterización de materiales para la recuperación de suelos degradados. i. sedimentos biogénicos de las rías de Galicia. *Sociedad Española de la Ciencia del Suelo*, 2(6), 47-58.
- Castellano, J. Z., Uvalle, J. X., Aguilar, A. (2000). *Manual de interpretación de análisis de suelo y aguas*. 2da Ed. México: Instituto de capacitación para la Productividad Agrícola, 2000.
- Carberry, A. (2019). How to Measure Growth Rate of Plants. Recuperado de: <https://www.wikihow.com/Measure-Growth-Rate-of-Plants>.
- Cayambe, J. M. (2010). Evaluación de soluciones nutritivas dinámicas para la producción de tubérculo–semilla categoría pre-básica en dos variedades de papa bajo el sistema aeropónico. *Monografía (Engenheiro Agrônomo), Universidad Central del Ecuador, Quito*.
- Cayambe, J., Iglesias, A., Garcia de Jalon, S., Chuquillanqui, C., Riga, P. (2015). Evaluación económica de las estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero en sistemas de producción de patata.
- Centro Ecuatoriano De Investigación Geográfica. (1989). La erosión en el Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica*. CIMMYT (27). Coll, J. B., Rodrigo, G. N., García, B. S., & Tamés, R. S. (2019). *Fisiología Vegetal*. Comercial Grupo ANAYA, SA.
- Coll, N. S., Epple, P., Dangl, J. L. (2011). Muerte celular programada en el sistema inmune de la planta. *Cell Death Differ* 18 : 1247 - 1256

- Curt, D. (2001). Nutrición mineral y fertilización. En *Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería*, Barcelona. ES. Editorial Océano-Centrum. p 79.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). (2014). *Claves para la Taxonomía del Suelos*. Traducido: Ortiz, S., Gutiérrez, M. Texcoco, Estado de México. 12va ed, p. 47-238.
- De Tafur, M.S.M., Flores, J.C.M., & Pimentel, G.E.M. (2014). Respuesta fisiológica de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a la disponibilidad de agua en el suelo. *Acta Agronómica*, 63(3), 246-252.
- Diebel, J. (31 de diciembre de 2016). El clima promedio en Ibarra. Recuperado de <https://es.weatherspark.com/y/20035/Clima-promedio-en-Ibarra-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Dieberichsen, A. (1996). *Coriander (Coriandrum sativum L.) Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. Institute of plant genetics and crop plant research Gatersleben/International Plant Genetic Recourses Institute, Rome.
- DiverSus. (2014). *Altura de la planta*. Recuperado de: <https://www.nucleodiversus.org/index.php?mod=caracter&id=7>
- Duwal, A., Nepal, A., Luitel, S., Acharya, S., Pathak, R., Poudel, P, R., Shrestha, J. (2019). Evaluation of coriander (*Coriandrum sativum* L.) varieties for growth and yield parameters. *Nepalese Journal of Agricultural Sciences*, 18, p 36-46,
- Enríquez, A. (2015). *Evaluación de fertilizantes orgánicos (materia orgánica, enraizador y foliar) en el cultivo de zanahoria (Daucus carota)*. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Recuperado de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6861/63483%20ROQUE%20ENRIQUEZ,%20ALBERTO%20%20TESIS.pdf?sequence=1.pdf>
- Estrada, I., García, A., Cardozo, I., Gutiérrez. A., Baena, D., Sánchez, S., Vallejo, A. (2004). Cultivo de Cilantro: Variedad UNAPAL Precoso. 2da ed. Palmira, Colombia.
- Fernández, R., Yruela, M., Millas, M., García, J., & Oyonarte, N. (2010). Manual de riego para agricultores: Modulo 4. Riego localizado. *Ideas, exclusivas y publicidad SL*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2006). Guía para la descripción de suelos. 4ta ed. 1-2.

- García. (2013). *Estrategias para la recuperación de suelos degradados en ambientes semiáridos: Adición de dosis elevadas de residuos orgánicos de origen urbano y su implicación en la fijación de carbono*. (Tesis de pregrado). Murcia - España. Universidad de Murcia. Recuperado de: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/121594/TEGL.pdf?sequence=1&isAllowed=y.pdf>.
- González, E. (2017). *Cilantro (Coriandrum sativum L.) un cultivo ancestral con potencial subutilizado*. 9na ed. México: Inifap.
- Guisquiani, P.L., Pagliai, M., Gigliotti, G., Businelli, D & Benetti, A. (1995). Urban waste compost: Effects on physical, chemical and biochemical soil properties. *J. Environ. Qual.* 24: 175-182.
- Gundel P. (2000). El cultivo coriandro una estrategia para aumentar la sustentabilidad de los agroecosistemas. *Revista de la Facultad de Agronomía - (Publicado)*, pp. 305-316.
- Gutiérrez-Miceli, F. A., Moguel-Zambudio, B., Abud-Archila, M., Gutiérrez-Oliva, V. F., and Dendooven, L. (2008). Sheep manure vermicompost supplemented with a native diazotrophic bacteria and mycorrhizas for maize cultivation. *Bioresource Technology.* 99: 7020-2026.
- Harten, A. M. (1974). Coriander. *The history of an old crop* (In Dutch) *Land bowkd Tijds chr.* 86, 58-64.
- Hernández, J. (2003). *Crecimiento y desarrollo del Cilantro Coriandrum sativum L. por efecto del Fotoperiodo y la Temperatura y su Control con Fitorreguladores*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de: <https://eprints.uanl.mx/5784/1/1020148421.PDF>.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2002). III Censo Nacional Agropecuario. *Resultados Nacionales*, Quito, Pichincha, Ecuador, 1(1), pp. 41.
- Jarvis, J. C., & Moore, K. A. (2015). Effects of seed source, sediment type, and burial depth on mixed-annual and perennial *Zostera marina* L. seed germination and seedling establishment. *Estuaries and Coasts*, 38(3): 964-978.
- Jeanglille, K. (2008). Sustrato para la agricultura en regiones tropicales y subtropicales. Manual técnico, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, FAO. p. 18-26.

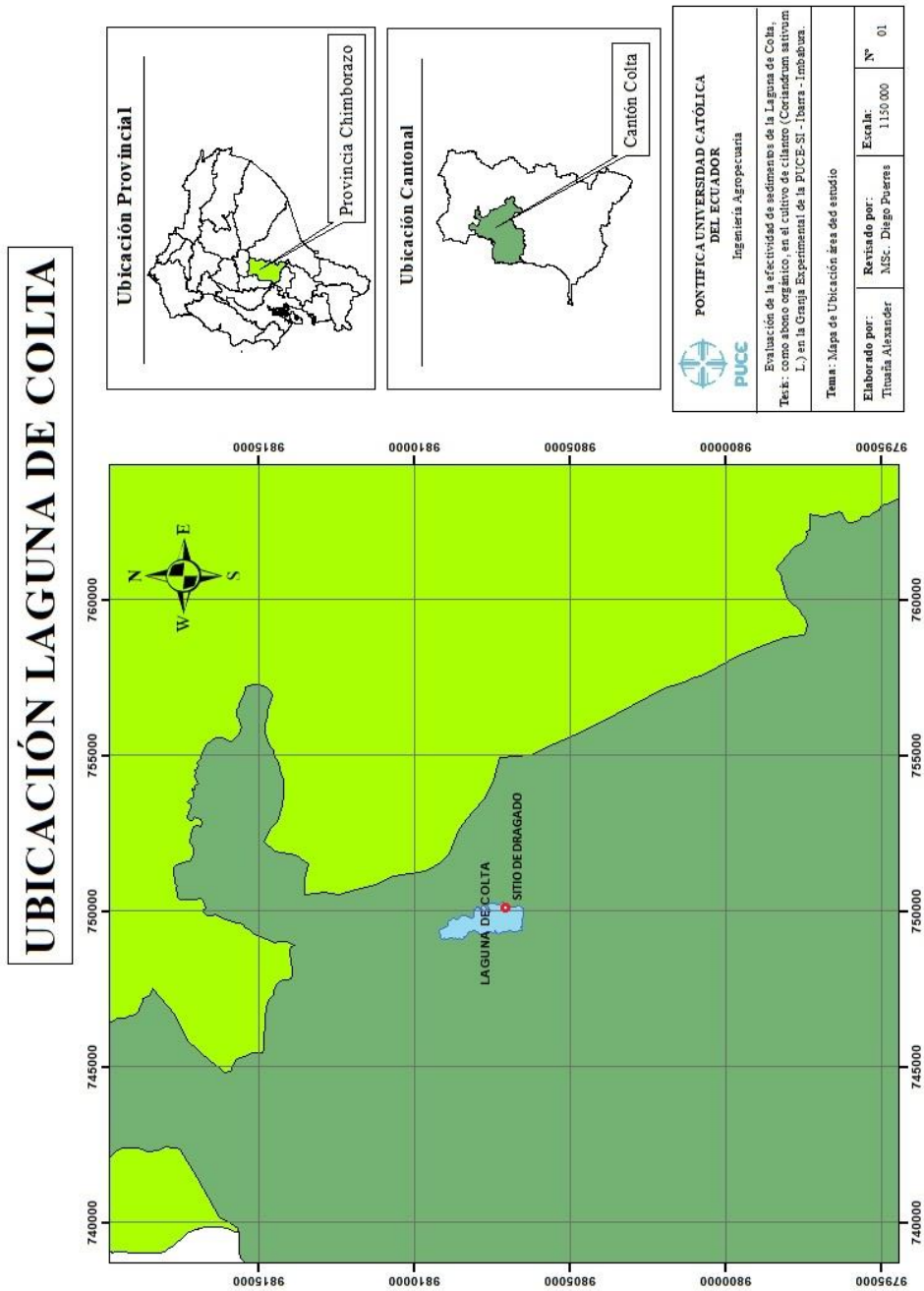
- Kher, E., Tropa, S., Martínez, J. (2014). Aspectos generales para el cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.). INIA. Recuperado de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40721.pdf>
- Limón, G. (2013). Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, ¿problema o recurso? *Academia de ingeniería México* (en revisión).
- López, G. V. (2017). *Guía medicinal y espiritual de plantas tropicales: Los secretos de las plantas desde el Caribe y la Amazonia hasta el Mediterráneo*. República Dominicana. Angels Fortune Editions.
- Machaca, M. (2007). Efectos de niveles de estiércol de ovino en el rendimiento de variedades de apio (*Apium graveolens* L.), bajo ambiente protegido en el municipio de el Alto, La Paz-Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés, p 42.
- Manh, V. H., Wang, C. H. (2014). Vermicompost as an Important Component in Substrate Effects on Seedling Quality and Growth of Muskmelon (*Cucumis melo* L.). APCBEE Procedia, 8: 32-40.
- Masabni, J., Lillard, P. (2014). Cilantro. México. *Texas A&M Agrilife extensión*.
- Marin, E. (2010). Determinación de los requerimientos hídricos del cilantro (*Coriandrum sativum*), variedad unapal precoso y su relación con el desarrollo del cultivo, la producción y la calidad, comparando un periodo seco y húmedo de siembra del cultivo en el año. (Tesis de maestría). Palmira - Colombia. Universidad nacional de Colombia Sede Palmira.
- Marschner, H. (2011). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3er ed. Australia. Academic press
- Márquez-Hernández, C., Cano-Ríos, P., Rodríguez-Dimas, N. (2008). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agricultura Técnica en México*, 34: 69-74.
- Mendoza-Hernández, D., Fornes, F., Belda, R. M. (2014). Compost and vermicompost of horticultural wasted as substrates for cutting rooting and growth of rosemary. *Scientia Horticulture*, 178: 192-202.
- Morales-Corts, M. R., Gómez-Sánchez, M. A., and Pérez-Sánchez, R. (2014). Evaluation of green/pruning wastes compost and vermicompost, slungum compost and their mixes as growing media for horticultural production. *Scientia Horticulturae*. 172: 155-160.

- Morales, I., Escalante, W., Galdámez, I. (2015). Biblioteca Agroecológica. Obtenido [Manejo Agronómico del cultivo de Cilantro] Recuperado de www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1397
- Morales-Payán, J. P., Brunner, B. Flores, L., Martínez, S. (2011). Proyecto de Agricultura Orgánica Z-NRCS-007. Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales. Estación Experimental Agrícola de Lajas. Recuperado de: <http://prorganico.info/cilantillo.pdf>.
- Ojeda, G. (2005). *Aplicación en superficie de lodos de depuradora y sus recursiones sobre la erosión y las propiedades físicas del suelo*. (Tesis Doctoral). Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de: <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/3670/fgoc1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y.pdf>
- Oxyagua. (2014). *Dragado para la recuperación de lagunas*. Obtenido de <http://oxyawa.com/dragado-para-la-recuperacion-de-lagunas/>
- Patel, J. K., Patel, N. M., Shiyani, R. L. (2001). Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof-an empirical study, *Curr, Sci*, 81(9): 1163-1164.
- Pinto, M. (2013). El Cultivo del Culantro y el Clima en el Ecuador. *Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMI*, Ecuador, p 1-2.
- Pimentel, F. (1985). Curso de estadística experimental. *Livrari Nobel S.A.*, São Paulo, Brasil.
- Preceden. (11 de enero del 2015). *Ciclo Vegetativo del Cilantro*. Recuperado de <https://www.preceden.com/timelines/202590-ciclo-vegetativo-del-cilantro>
- Real Academia Española (RAE). (2019). Biocatalizador. Recuperado de: <https://dle.rae.es/catalizador?m=form>.
- Ruíz-Ramírez, J. (2010). Eficiencia relativa y calidad de los experimentos de fertilización en el cultivo de caña de azúcar. *Terra latinoamericana*. 28: 149-154.
- Ruíz, D., Sánchez, A, M. (2006). Apuntes de estadística. Recuperado de: www.eumed.net/libros-gratis/2006a/rmss/indez.htm.
- Sánchez, C. (2003). Abonos orgánicos y lombricultura. Lima, Perú, *Ediciones Ripalme*. p 50.

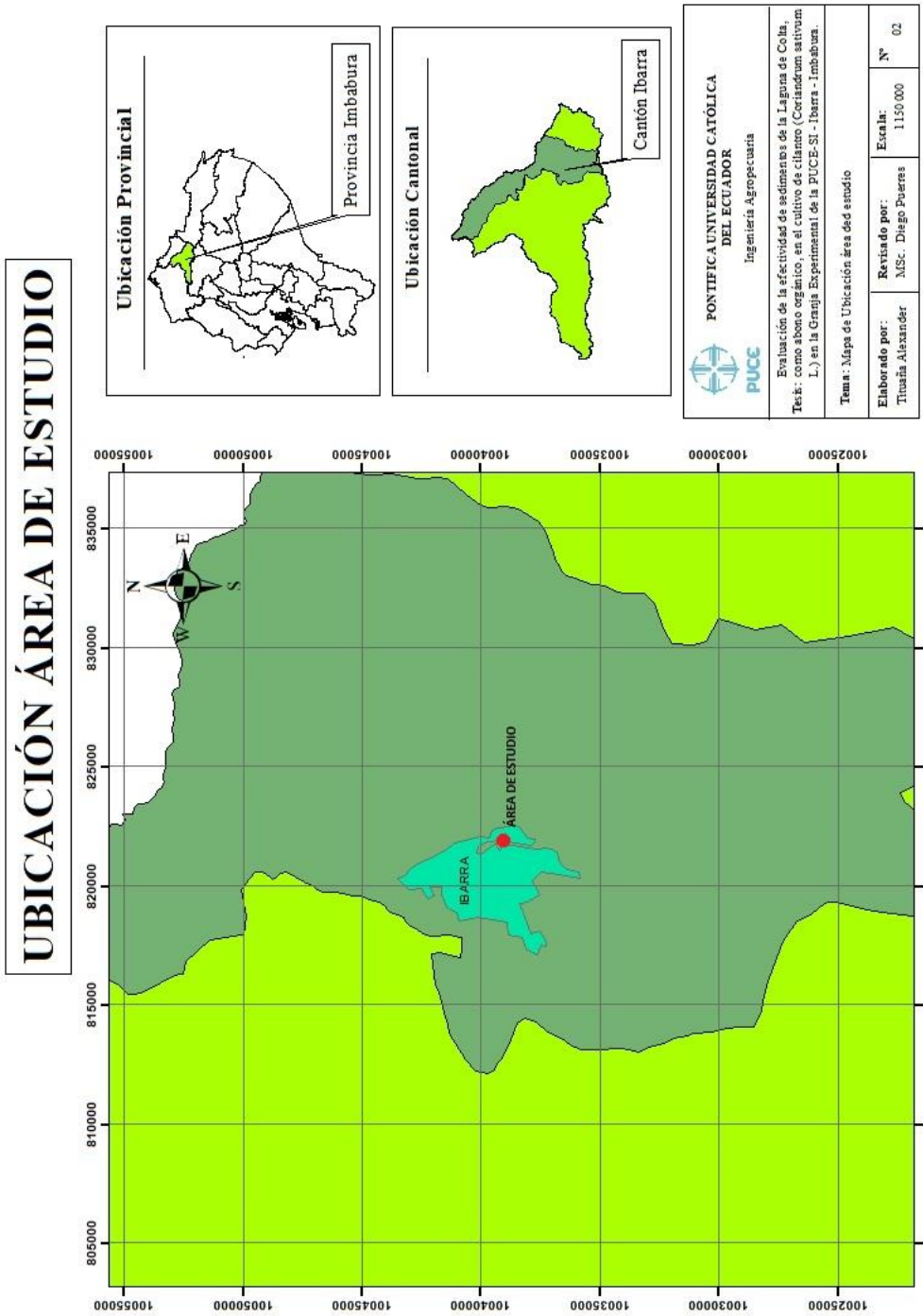
- Sánchez, J. (2017). Efecto de la aplicación del biofertilizante humega en tres diferentes dosis en la producción de apio (*Apium graveolens L.*) Bonanza, en condiciones del Valle de Santa Catalina. Universidad Privada Antenor Orrego (Tesis de pregrado). Trujillo - Perú. p 32.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2014). *Programa de desarrollo rural. Componente de la Agricultura Familiar Periurbana y Traspatio*. México D.F, México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (07 de marzo de 2018). *México exportó 64 mil 647 toneladas de cilantro, en 2017*. Recuperado de: Gob.mx: <https://www.gob.mx/siap/es/articulos/mexico-exporto-64-mil-647-toneladas-de-cilantro-en-2017?idiom=es>
- Sinaproy. (agosto de 2015). Sustrato orgánico mineral. Ecuador.
- Scott, L. k.-I. (11 de abril de 2019). *Cilantro (Coriandrum sativum)*. Obtenido de Taxonomía: <https://www.naturalista.mx/taxa/67759-Coriandrum-sativum>
- Taiz, L., Zeiger, E. (2006) *Plant physiology*. 3ra Ed. Sinauer Associates. Inc. Publisher.
- Triviño, P. (2009). Environmental impact from overuse of monoculture. Colombia.
- Vallejo, F. A., Estrada, E. I. (2009). *Producción de hortalizas de clima cálido*. (U. N. Colombia, Ed.) Cali, Colombia: Ediciones Mundi - Prensa S.A.
- Villalobos, M. (2002). *Cultivo intercalado y control de plagas en horticultura ecológica*. La Alberta, España.
- Yanza, F. (2014). Evaluation of the content of alkaloid tannins, flavonoids and essentials oil, two varieties Coriander (*Coriandrum sativum*) grow in the different ties in two ties of solids. Machala, Ecuador.
- Yugsi, L. (2011). Elaboración y Uso de Abonos Orgánicos. *Módulo de Capacitación para Capacitadores*, V. INIAP.
- Zaráuz. J. (2013). *Comportamiento agronómico de cuatro hortalizas de hoja con tres abonos orgánicos en la hacienda Tecnilandia - Quevedo*. (Tesis de maestría). Quevedo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la Laguna de Colta.



Anexo 2. Ubicación del área de estudio.

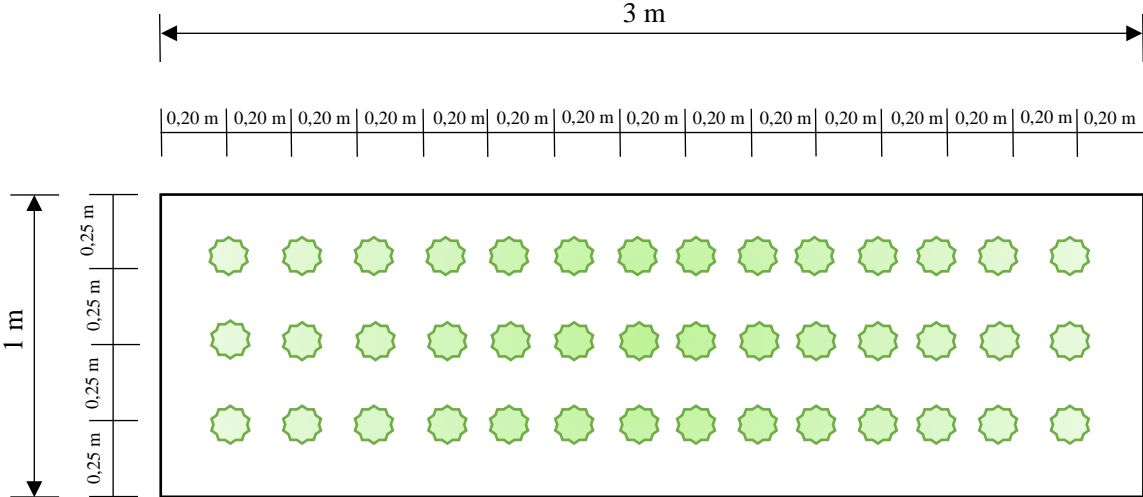


Anexo 3. Distribución aleatoria de los tratamientos en el ensayo.

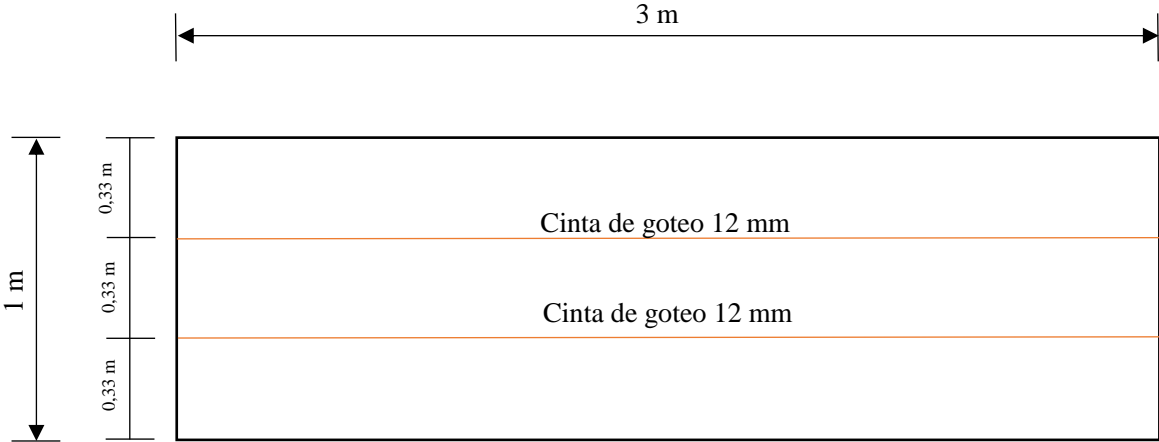
| | BI | BII | BIII |
|-----|----------------|----------------|----------------|
| I | T4R1(25%) | T4R2 (25%) | T2R2 (75%) |
| II | T1R3 (100%) | T3R1 (50%) | T1R1 (100%) |
| III | T3R2 (50%) | T5R3 (TESTIGO) | T4R3 (25%) |
| IV | T2R1 (75%) | T2R3 (75%) | T5R2 (TESTIGO) |
| V | T5R1 (TESTIGO) | T1R2 (100%) | T3R3 (50%) |

Filiación de la unidad experimental

Anexo 5. Distribución de las plantas dentro de la unidad experimental.



Anexo 6. Ubicación de las cintas de goteo en la unidad experimental.



Anexo 7. Cálculo de riego.

Cultivo de cilantro

Fecha de siembra: 01/05/2019

Fase 1: Germinación: 20 días.

Evapotranspiración: 5,7 mm/día.

Kc: 0,83

Eficiencia del sistema de riego

$$ET = ETR * KC$$

$$ET = 5,7 * 0,83$$

$$ET = 4,731 \text{ mm/día}$$

$$Et = Nn = Nb$$

$$Nb = 4,731/90 * 100$$

$$Nb = 5,26 \text{ mm/día}$$

La cantidad de riego será de 5,26 mm/día o 5,26 litros/metro cuadrado/día

Marco de plantación:

Hileras 0,25 m

Entre plantas 0,20 m

Un lateral de riego con separación de 1 m

El caudal de cada gotero es de 2,1 l/h

Tiempo de riego

Número de emisores/m²

$$N^{\circ} \text{ emisores /m}^2 = 1/\text{Distancia de emisores} * \text{Distancia de laterales}$$

$$N^{\circ} \text{ emisores /m}^2 = 1 / 0,20 * 1$$

$$N^{\circ} \text{ emisores /m}^2 = 5 \text{ emisores/m}^2$$

Tiempo de riego en minutos

$$T = 5,26 \text{ l/m}^2 / 2,1 * 1/5 * 60$$

$$T = 2,50 * 0,2 * 60$$

30 minutos

En la fase de germinación de las semillas de cilantro con un Kc de 0,83, el tiempo de riego es de 30 minutos.

Fase 2: Crecimiento: 40 días.

Evapotranspiración: 5,7 mm/día.

Kc: 1,12

Eficiencia del sistema de riego

$$ET = ETR * Kc$$

$$ET = 5,7 * 1,12$$

$$ET = 6,384 \text{ mm/día}$$

$Et = Nn = Nb$

$$Nb = 6,384/90 * 100$$

$$Nb = 7,06 \text{ mm/día}$$

La cantidad de riego será de 7,06 mm/día o 7,06 litros/metro cuadrado/día

Marco de plantación:

Hileras 0,25 m

Entre plantas 0,20 m

Un lateral de riego con separación de 1 m

El caudal de cada gotero es de 2,1 l/h

Tiempo de riego

Número de emisores/m²

$$N^{\circ} \text{ emisores /m}^2 = 1 / \text{Distancia de emisores} * \text{Distancia de laterales}$$

$$N^{\circ} \text{ emisores /m}^2 = 1/0,20 * 1$$

$$N^{\circ} \text{ emisores /m}^2 = 5 \text{ emisores/m}^2$$

Tiempo de riego en minutos

$$T = 7,06 \text{ l/m}^2 / 2,1 * 1/5 * 60$$

$$T = 3,36 * 0,20 * 60$$

$$40,32 \text{ minutos}$$

En la fase de crecimiento de las plantas de cilantro con un Kc de 1,12. El tiempo de riego es de 40,32 minutos.

Fase 2: Desarrollo y cosecha: 70 días.

Evapotranspiración: 5,7 mm/día.

Kc: 1,40

Eficiencia del sistema de riego

$$ET = ETR * KC$$

$$ET = 5,7 * 1,40$$

$$ET = 7,98 \text{ mm/día}$$

$Et = Nn = Nb$

$$Nb = 7,98/90 * 100$$

$$Nb = 8,87 \text{ mm/día}$$

La cantidad de riego será de 8,87 mm/día o 8,87 litros/metro cuadrado/día

Marco de plantación:

Hileras 0,25 m

Entre plantas 0,20 m

Un lateral de riego con separación de 1 m

El caudal de cada gotero es de 2,1 l/h

Tiempo de riego

Número de emisores/m²

$$N^{\circ} \text{ emisores /m}^2 = 1 / \text{Distancia de emisores} * \text{Distancia de laterales}$$

$$N^{\circ} \text{ emisores /m}^2 = 1/0,20 * 1$$

$$N^{\circ} \text{ emisores /m}^2 = 5 \text{ emisores/m}^2$$

Tiempo de riego en minutos

$$T = 8,87 \text{ l/m}^2 / 2,1 * 1/5 * 60$$

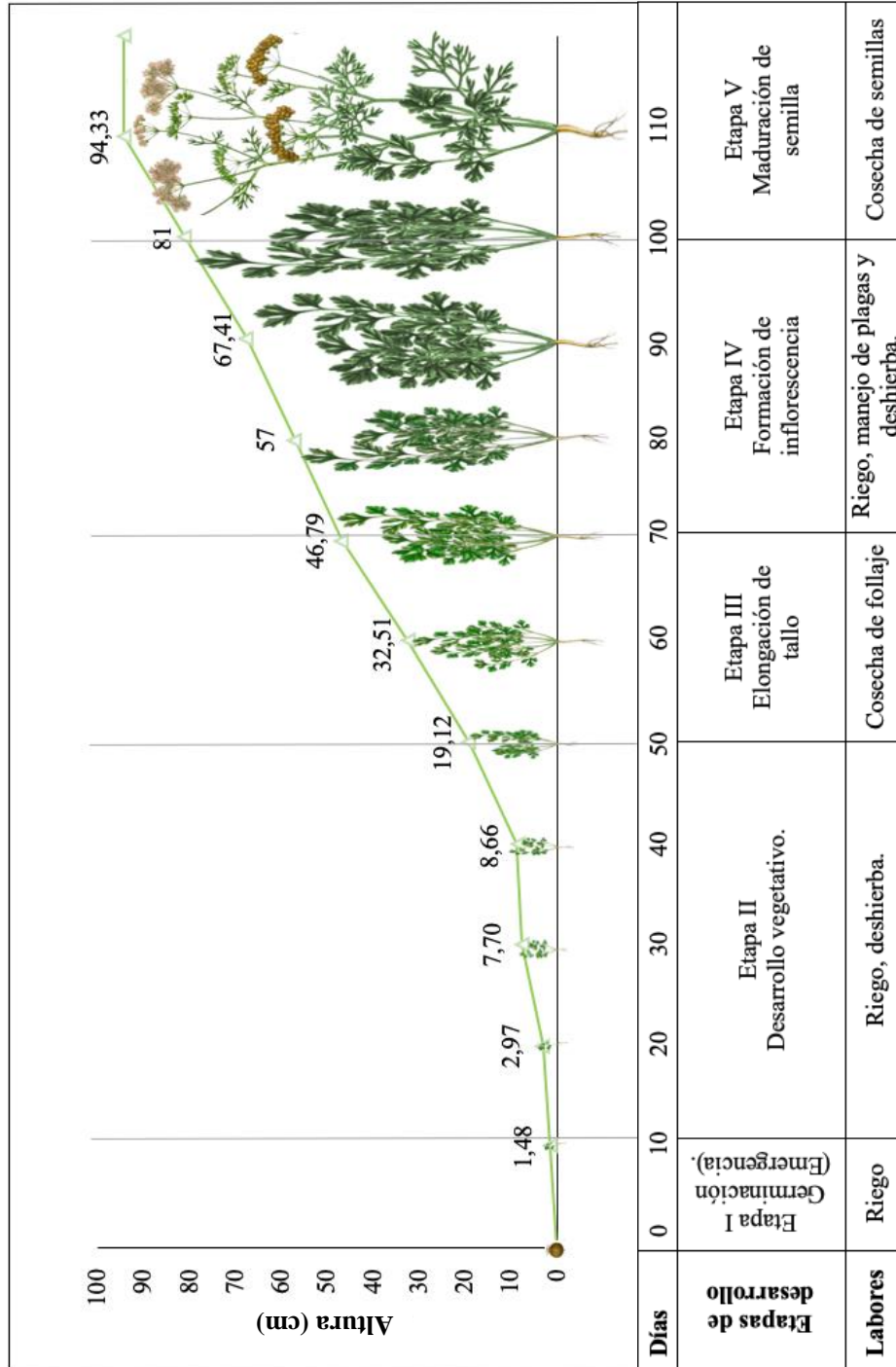
$$T = 4,22 * 0,20 * 60$$

$$50,64 \text{ minutos}$$

$$51 \text{ minutos}$$

En la fase de crecimiento de las plantas de cilantro con un Kc de 1,40. El tiempo de riego es de 51 minutos.

Anexo 8. Desarrollo fenológico del cultivo de cilantro con bajo la influencia del tratamiento T3.



Anexo 9. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T1 (100% de abono de sedimento) inicial, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | |
|--|--------------|---------------|-----------------------|------|--------------------------------|-------|-------|---------|----------------|
| DATOS DE PROPIETARIO | | | | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | |
| Nombre: ALEXANDER TITUAÑA | | | | | Provincia: Imbabura | | | | |
| Ciudad: | | | | | Cantón: Ibarra | | | | |
| Teléfono: 988579787 | | | | | Parroquia: San Francisco | | | | |
| Fax: | | | | | Sitio: Universidad Católica | | | | |
| DATOS DEL LOTE | | | | | DATOS DE LABORATORIO | | | | |
| Sitio: Universidad Católica | | | | | Nro Reporte.: 8913 | | | | |
| Superficie: | | | | | Tipo de Análisis: Completo + T | | | | |
| Número de Campo: T1 | | | | | Muestra: Suelo T1 | | | | |
| Cultivo Actual: | | | | | Fecha de Ingreso: 2019-05-10 | | | | |
| A Cultivar: Cilantro | | | | | Fecha de Reporte: 2019-05-15 | | | | |
| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION | | | | | | |
| N | 57.92 | ppm | | | | | | | |
| P | 28.2 | ppm | | | | | | | |
| S | 132.67 | ppm | | | | | | | |
| K | 1.64 | meq/100 ml | | | | | | | |
| Ca | 60.58 | meq/100 ml | | | | | | | |
| Mg | 7.83 | meq/100 ml | | | | | | | |
| Zn | 2.86 | ppm | | | | | | | |
| Cu | 13.57 | ppm | | | | | | | |
| Fe | 155.28 | ppm | | | | | | | |
| Mn | 31.51 | ppm | | | | | | | |
| B | 0.35 | ppm | | | | | | | |
| pH | 7.42 | | | | | | | | |
| Acidez Int. (Al+H) | | meq/100 ml | | | | | | | |
| Al | | meq/100 ml | | | | | | | |
| Na | | meq/100 ml | | | | | | | |
| Ce | 1.61 | mS/cm | | | | | | | |
| MO | 7.43 | % | | | | | | | |
| Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | | | | |
| | | | Sum Bases | NTot | Cl | | | | |
| 7.74 | 4.77 | 41.71 | 70.05 | | | Arena | Limo | Arcilla | Clase Textural |
| | | | | | | 39.20 | 44.00 | 16.80 | Franco |
| Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio | | | | | | | | | |



Anexo 10. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T2 (75% de abono de sedimento con 25% de suelo) inicial, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

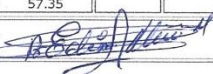
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

| | | | |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
| DATOS DE PROPIETARIO | | DATOS DE LA PROPIEDAD | |
| Nombre: ALEXANDER TITUAÑA | | Provincia: Imbabura | |
| Ciudad: | | Cantón: Ibarra | |
| Teléfono: | | Parroquia: San Francisco | |
| Fax: | | Sitio: Universidad Católica | |
| DATOS DEL LOTE | | DATOS DE LABORATORIO | |
| Sitio: Universidad Católica | | Nro Reporte.: 8914 | |
| Superficie: | | Tipo de Análisis: Completo + T | |
| Número de Campo: T2 | | Muestra: Suelo T2 | |
| Cultivo Actual: | | Fecha de Ingreso: 2019-05-10 | |
| A Cultivar: Cilantro | | Fecha de Reporte: 2019-05-15 | |

| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION |
|---------------------------|--------|------------|----------------|
| N | 70.15 | ppm | |
| P | 32.3 | ppm | |
| S | 119.22 | ppm | |
| K | 1.21 | meq/100 ml | |
| Ca | 49.19 | meq/100 ml | |
| Mg | 6.95 | meq/100 ml | |
| Zn | 3.70 | ppm | |
| Cu | 8.62 | ppm | |
| Fe | 105.51 | ppm | |
| Mn | 26.32 | ppm | |
| B | 0.25 | ppm | |
| pH | 7.45 | | |
| Acidez Int. (Al+H) | | meq/100 ml | |
| Al | | meq/100 ml | |
| Na | | meq/100 ml | |
| Ce | 1.00 | mS/cm | |
| MO | 5.98 | % | |

| Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | (%) | Clase Textural | | |
|------|------|-------|-------------|------|-----|-------|----------------|---------|--------|
| Mg | K | K | Sum Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | |
| 7.08 | 5.74 | 46.40 | 57.35 | | | 39.80 | 44.80 | 15.40 | Franco |

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio




Anexo 11. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T3 (50% de abono de sedimento con 50% de suelo) inicial, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

| DATOS DE PROPIETARIO | | DATOS DE LA PROPIEDAD | |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
| Nombre: ALEXANDER TITUAÑA | | Provincia: Imbabura | |
| Ciudad: | | Cantón: Ibarra | |
| Teléfono: 0988579787 | | Parroquia: San Francisco | |
| Fax: | | Sitio: Universidad Católica | |
| DATOS DEL LOTE | | DATOS DE LABORATORIO | |
| Sitio: Universidad Católica | | Nro Reporte.: 8915 | |
| Superficie: | | Tipo de Análisis: Completo + T | |
| Número de Campo: T3 | | Muestra: Suelo T3 | |
| Cultivo Actual: | | Fecha de Ingreso: 2019-05-10 | |
| A Cultivar: Cilantro | | Fecha de Reporte: 2019-05-15 | |

| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION |
|---------------------------|--------|------------|----------------|
| N | 23.41 | ppm | |
| P | 32.24 | ppm | |
| S | 79.8 | ppm | |
| K | 1.09 | meq/100 ml | |
| Ca | 46.68 | meq/100 ml | |
| Mg | 7.19 | meq/100 ml | |
| Zn | 3.68 | ppm | |
| Cu | 7.06 | ppm | |
| Fe | 103.08 | ppm | |
| Mn | 15.56 | ppm | |
| B | 0.31 | ppm | |
| pH | 7.48 | | |
| Acidez Int. (Al+H) | | meq/100 ml | |
| Al | | meq/100 ml | |
| Na | | meq/100 ml | |
| Ce | 1.15 | mS/cm | |
| MO | 5.54 | % | |

| Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | Clase Textural | | |
|------|------|-------|-------------|------|-----|----------------|-------|---------|
| Mg | K | K | Sum Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla |
| 6.49 | 6.60 | 49.42 | 54.96 | | | 44.20 | 41.00 | 14.80 |
| | | | | | | Franco | | |

Dr. Quím. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio



Anexo 12. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T4 (25% de abono de sedimento con 75% de suelo) inicial, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.

LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | |
|---|--------------|--|-----------------------|
| DATOS DE PROPIETARIO Nombre: ALEXANDER TITUAÑA Ciudad: Teléfono: Fax: | | DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: San Francisco Sitio: Universidad Católica | |
| DATOS DEL LOTE Sitio: Universidad Católica Superficie: Número de Campo: T4 Cultivo Actual: A Cultivar: Cilantro | | DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 8916 Tipo de Análisis: Completo + T Muestra: Suelo T4 Fecha de Ingreso: 2019-05-10 Fecha de Reporte: 2019-05-15 | |
| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION |
| N | 14.71 | ppm | |
| P | 46.97 | ppm | |
| S | 40.13 | ppm | |
| K | 0.87 | meq/100 ml | |
| Ca | 41.76 | meq/100 ml | |
| Mg | 5.97 | meq/100 ml | |
| Zn | 12.64 | ppm | |
| Cu | 10.23 | ppm | |
| Fe | 135.82 | ppm | |
| Mn | 41.41 | ppm | |
| B | 0.33 | ppm | |
| pH | 7.34 | | |
| Acidez Int. (Al+H) | | meq/100 ml | |
| Al | | meq/100 ml | |
| Na | | meq/100 ml | |
| Ce | 0.92 | mS/cm | |
| MO | 3.19 | % | |
| Ca | Mg | Ca+Mg (meq/100ml) | % |
| Mg | K | K | Sum Bases |
| 6.99 | 6.86 | 54.86 | 48.60 |
| | | | NTot |
| | | | Cl |
| | | | Arena |
| | | | Limo |
| | | | Arcilla |
| | | | Clase Textural |
| | | | 49.80 |
| | | | 40.40 |
| | | | 9.80 |
| | | | Franco |

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio



Anexo 13. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T5 (100% de suelo) inicial, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.


L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | |
|--|-----------|--------------|--------------------|----------|--------------------------------|------------|-----------------------|---------|-----------------------|
| DATOS DE PROPIETARIO | | | | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | |
| Nombre: ALEXANDER TITUAÑA | | | | | Provincia: Imbabura | | | | |
| Ciudad: | | | | | Cantón: Ibarra | | | | |
| Teléfono: | | | | | Parroquia: San Francisco | | | | |
| Fax: | | | | | Sitio: Universidad Católica | | | | |
| DATOS DEL LOTE | | | | | DATOS DE LABORATORIO | | | | |
| Sitio: Universidad Católica | | | | | Nro Reporte.: 8917 | | | | |
| Superficie: | | | | | Tipo de Análisis: Completo + T | | | | |
| Número de Campo: T5 | | | | | Muestra: Suelo T5 | | | | |
| Cultivo Actual: | | | | | Fecha de Ingreso: 2019-05-10 | | | | |
| A Cultivar: Cilantro | | | | | Fecha de Reporte: 2019-05-15 | | | | |
| Nutriente | | | Valor | | Unidad | | INTERPRETACION | | |
| N | | | 48.06 | | ppm | | | | |
| P | | | 43.28 | | ppm | | | | |
| S | | | 19.16 | | ppm | | | | |
| K | | | 0.66 | | meq/100 ml | | | | |
| Ca | | | 41.23 | | meq/100 ml | | | | |
| Mg | | | 5.25 | | meq/100 ml | | | | |
| Zn | | | 3.86 | | ppm | | | | |
| Cu | | | 11.83 | | ppm | | | | |
| Fe | | | 121.79 | | ppm | | | | |
| Mn | | | 27.04 | | ppm | | | | |
| B | | | 0.85 | | ppm | | | | |
| pH | | | 7.22 | | | | | | |
| Acidez Int. (Al+H) | | | | | meq/100 ml | | | | |
| Al | | | | | meq/100 ml | | | | |
| Na | | | | | meq/100 ml | | | | |
| Ce | | | 1.940 | | mS/cm | | | | |
| MO | | | 2.53 | | % | | | | |
| Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | (%) | | | Clase Textural |
| Mg | K | K | Sum Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | |
| 7.85 | 7.95 | 70.42 | 47.14 | | | 52.20 | 41.00 | 6.80 | Franco arenoso |
| Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio | | | | | | | | | |






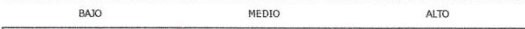



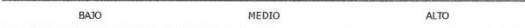

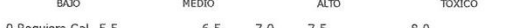

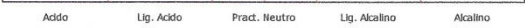


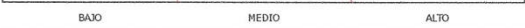
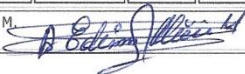



Anexo 14. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T1 (100% de abono de sedimento) final, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.




L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

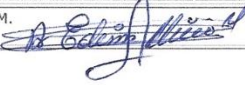
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|------------------------------|--|------|-----|----------------|-------------|---------|--------|----------------|--|--|----|---|---|-----------|------|----|-------|------|---------|------|------|-------|-------|--|--|-------|-------|-------|--------|
| DATOS DE PROPIETARIO | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre: ALEXANDER TITUAÑA | | Provincia: Imbabura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciudad: Ibarra | | Cantón: Ibarra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Teléfono: 0988579787 | | Parroquia: San Francisco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fax: | | Sitio: U. Católica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL LOTE | | DATOS DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sitio: U. Católica | | Nro Reporte.: 9045 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Superficie: | | Tipo de Análisis: Completo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de Campo: T1 | | Muestra: Suelo T1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cultivo Actual: Cilantro | | Fecha de Ingreso: 2019-08-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A Cultivar: | | Fecha de Reporte: 2019-08-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | 37.25 | ppm |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | 35.27 | ppm |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S | 42.65 | ppm |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K | 0.83 | meq/100 ml |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ca | 17.28 | meq/100 ml |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg | 6.10 | meq/100 ml |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zn | 2.61 | ppm |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cu | 7.93 | ppm |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe | 163.51 | ppm |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn | 38.01 | ppm |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 0.25 | ppm |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH | 7.43 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acidez Int. (AI+H) | | meq/100 ml |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Al | | meq/100 ml |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na | | meq/100 ml |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ce | 0.750 | mS/cm |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MO | 6.97 | % |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg</th> <th>(meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.83</td> <td>7.35</td> <td>28.17</td> <td>24.21</td> <td></td> <td></td> <td>39.20</td> <td>44.00</td> <td>16.80</td> <td>Franco</td> </tr> </tbody> </table> | | | | Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | Clase Textural | | | Mg | K | K | Sum Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | 2.83 | 7.35 | 28.17 | 24.21 | | | 39.20 | 44.00 | 16.80 | Franco |
| Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | Clase Textural | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg | K | K | Sum Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.83 | 7.35 | 28.17 | 24.21 | | | 39.20 | 44.00 | 16.80 | Franco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dr. Quím. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Anexo 15. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T2 (75% de abono de sedimento con 25% de suelo) final, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.




LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

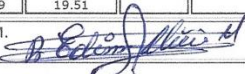
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | |
|--|--------------|--|---|----------------|
| DATOS DE PROPIETARIO Nombre: ALEXANDER TITUAÑA Ciudad: Ibarra Teléfono: 0988579787 Fax: | | DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: San Francisco Sitio: U. Católica | | |
| DATOS DEL LOTE Sitio: U. Católica Superficie: Número de Campo: T2 Cultivo Actual: Cilantro A Cultivar: | | DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 9044 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Suelo T2 Fecha de Ingreso: 2019-08-14 Fecha de Reporte: 2019-08-21 | | |
| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION | |
| N | 34.7 | ppm | | |
| P | 42.03 | ppm | | |
| S | 22.03 | ppm | | |
| K | 0.83 | meq/100 ml | | |
| Ca | 15.91 | meq/100 ml | | |
| Mg | 5.66 | meq/100 ml | | |
| Zn | 5.45 | ppm | | |
| Cu | 9.67 | ppm | | |
| Fe | 117.07 | ppm | | |
| Mn | 35.25 | ppm | | |
| B | 0.34 | ppm | BAJO MEDIO ALTO TOXICO | |
| pH | 7.39 | | 0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0 Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino | |
| Acidez Int. (Al+H) | | meq/100 ml | BAJO MEDIO ALTO | |
| Al | | meq/100 ml | BAJO MEDIO ALTO | |
| Na | | meq/100 ml | BAJO MEDIO ALTO | |
| Ce | 0.710 | mS/cm | No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino | |
| MO | 5.07 | % | BAJO MEDIO ALTO | |
| Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % |
| Mg | K | K | Sum Bases | NTot |
| 2.81 | 6.82 | 25.99 | 22.40 | |
| ppm | | | | |
| (%) | | | | |
| | | Arena | | Clase Textural |
| | | 39.80 | | Francos |
| | | 44.80 | | |
| | | 15.40 | | |
| Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio  | | | | |



Anexo 16. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T3 (50% de abono de sedimento con 50% de suelo) final, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.




LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|------------------------------|-----------------------|------|-----|----------------|-------------|---------|--------|----------------|--|--|----|---|---|-----------|------|----|-------|------|---------|------|------|-------|-------|--|--|-------|-------|-------|--------|
| DATOS DE PROPIETARIO | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre: ALEXANDER TITUAÑA | | Provincia: Imbabura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciudad: Ibarra | | Cantón: Ibarra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Teléfono: 0988579787 | | Parroquia: San Francisco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fax: | | Sitio: U. Católica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL LOTE | | DATOS DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sitio: U. Católica | | Nro Reporte.: 9043 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Superficie: | | Tipo de Análisis: Completo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de Campo: T3 | | Muestra: Suelo T3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cultivo Actual: Cilantro | | Fecha de Ingreso: 2019-08-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A Cultivar: | | Fecha de Reporte: 2019-08-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | 27.30 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | 47.81 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S | 12.79 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K | 0.80 | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ca | 12.90 | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg | 5.81 | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zn | 6.97 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cu | 10.72 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe | 155.58 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn | 29.21 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 0.26 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH | 7.32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acidez Int. (Al+H) | | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Al | | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na | | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ce | 0.550 | mS/cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MO | 3.83 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg</th> <th>(meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.22</td> <td>7.26</td> <td>23.39</td> <td>19.51</td> <td></td> <td></td> <td>44.20</td> <td>41.00</td> <td>14.80</td> <td>Franco</td> </tr> </tbody> </table> | | | | Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | Clase Textural | | | Mg | K | K | Sum Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | 2.22 | 7.26 | 23.39 | 19.51 | | | 44.20 | 41.00 | 14.80 | Franco |
| Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | Clase Textural | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg | K | K | Sum Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.22 | 7.26 | 23.39 | 19.51 | | | 44.20 | 41.00 | 14.80 | Franco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Anexo 17. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T4 (25% de abono de sedimento con 75% de suelo) final, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.




LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050


| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|------------------------------|-----------------------|-----------|------|-----|----------------|------|---------|--------|
| DATOS DE PROPIETARIO | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | | | | | |
| Nombre: ALEXANDER TITUAÑA | | Provincia: Imbabura | | | | | | | | |
| Ciudad: Ibarra | | Cantón: Ibarra | | | | | | | | |
| Teléfono: 0988579787 | | Parroquia: San Francisco | | | | | | | | |
| Fax: | | Sitio: U. Católica | | | | | | | | |
| DATOS DEL LOTE | | DATOS DE LABORATORIO | | | | | | | | |
| Sitio: U. Católica | | Nro Reporte.: 9042 | | | | | | | | |
| Superficie: | | Tipo de Análisis: Completo | | | | | | | | |
| Número de Campo: T4 | | Muestra: Suelo T4 | | | | | | | | |
| Cultivo Actual: Cilantro | | Fecha de Ingreso: 2019-08-14 | | | | | | | | |
| A Cultivar: | | Fecha de Reporte: 2019-08-21 | | | | | | | | |
| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION | | | | | | | |
| N | 41.0 | ppm | | | | | | | | |
| P | 58.10 | ppm | | | | | | | | |
| S | 27.48 | ppm | | | | | | | | |
| K | 0.72 | meq/100 ml | | | | | | | | |
| Ca | 11.44 | meq/100 ml | | | | | | | | |
| Mg | 5.05 | meq/100 ml | | | | | | | | |
| Zn | 5.31 | ppm | | | | | | | | |
| Cu | 7.53 | ppm | | | | | | | | |
| Fe | 173.80 | ppm | | | | | | | | |
| Mn | 39.00 | ppm | | | | | | | | |
| B | 0.25 | ppm | | | | | | | | |
| pH | 7.30 | | | | | | | | | |
| Acidez Int. (Al+H) | | meq/100 ml | | | | | | | | |
| Al | | meq/100 ml | | | | | | | | |
| Na | | meq/100 ml | | | | | | | | |
| Ce | 0.740 | mS/cm | | | | | | | | |
| MO | 3.77 | % | | | | | | | | |
| Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | (%) | Clase Textural | | | |
| 2.27 | 7.01 | 22.90 | 17.21 | Sum Bases | NTot | CI | Arena | Limo | Arcilla | Franco |

Dr. Quím. Edison M. Miffo M.
Responsable Laboratorio

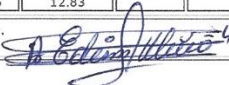



LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANALISIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

Anexo 18. Resultado del análisis físico – químico del tratamiento T5 (100% de suelo) final, en la evaluación de efectividad del abono orgánico, a base de sedimentos de la laguna de Colta, en el cultivo de cilantro.



LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|------------------------------|-----------------------|------|-----|----------------|-------------|---------|----------------|----------------|--|--|----|---|---|-----------|------|----|-------|------|---------|------|------|-------|-------|--|--|-------|-------|------|----------------|
| DATOS DE PROPIETARIO | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre: ALEXANDER TITUAÑA | | Provincia: Imbabura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciudad: Ibarra | | Cantón: Ibarra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Teléfono: 0988579787 | | Parroquia: San Francisco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fax: | | Sitio: U. Católica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL LOTE | | DATOS DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sitio: U. Católica | | Nro Reporte.: 9041 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Superficie: | | Tipo de Análisis: Completo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de Campo: T5 | | Muestra: Suelo T5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cultivo Actual: Cilantro | | Fecha de Ingreso: 2019-08-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A Cultivar: | | Fecha de Reporte: 2019-08-21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nutriente | Valor | Unidad | INTERPRETACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | 26.0 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | 35.43 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S | 9.71 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K | 0.59 | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ca | 8.43 | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg | 3.81 | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zn | 4.92 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cu | 7.85 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe | 166.18 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn | 31.65 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 0.41 | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH | 7.17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acidez Int. (Al+H) | | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Al | | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na | | meq/100 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ce | 1.880 | mS/cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MO | 2.05 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg</th> <th>(meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.21</td> <td>6.46</td> <td>20.75</td> <td>12.83</td> <td></td> <td></td> <td>52.20</td> <td>41.00</td> <td>6.80</td> <td>Franco arenoso</td> </tr> </tbody> </table> | | | | Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | Clase Textural | | | Mg | K | K | Sum Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | 2.21 | 6.46 | 20.75 | 12.83 | | | 52.20 | 41.00 | 6.80 | Franco arenoso |
| Ca | Mg | Ca+Mg | (meq/100ml) | % | ppm | Clase Textural | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg | K | K | Sum Bases | NTot | Cl | Arena | Limo | Arcilla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.21 | 6.46 | 20.75 | 12.83 | | | 52.20 | 41.00 | 6.80 | Franco arenoso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Anexo 19. Invitación a la socialización.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

Le extienden la más cordial Invitación a la socialización del trabajo de investigación:

*“Evaluación de la efectividad de sedimentos de la Laguna de Colta, como abono orgánico, en el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en la Granja Experimental de la PUCE-SI – Ibarra – Imbabura”*

cuyo autor es el señor Edwin Alexander Tituaña Yamberla, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria

Fecha: 30 de noviembre del 2019

Lugar: Comunidad de Yuracruz Alto

Hora: 9:00 am

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Granja Experimental de la PUCE-SI, en la cual se evaluó la efectividad del abono orgánico a base de sedimento dragados de la Laguna de Colta, en el cultivo de cilantro. Para lo cual, se elaboraron 15 unidades experimentales, donde se distribuyeron aleatoriamente las distintas dosificaciones del abono (100%, 75%, 50%, 25% y sin abono), para determinar si existe influencia del insumo aplicado hacia el cultivo y sobre el suelo. Posteriormente, al analizar las variables tomadas en campo durante el ciclo del cultivo y el análisis físico-químico de suelo, se pudo evidenciar que existe diferencias entre cada resultado, siendo el Tratamiento T3 (50% de abono con 50% de suelo) el que presenta mejores resultados.

Demostrando así que el uso de abonos alternativos permite obtener cultivos sustentables y rentables, con un enfoque hacia una agricultura sostenible que conserva los suelos.

Anexo 20. Formato de la encuesta.



PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

El siguiente cuestionario nos permitirá implementar mejoras constantes en los procesos de socialización de trabajos de investigación, por favor háganos llegar sus comentarios y sugerencias:

| | | | |
|-----------|-------------------|--------------|---|
| FECHA | 30-11-2014 | | |
| EXPOSITOR | Alexandre Titucón | | |
| LUGAR | DENTRO PUCESI | FUERA PUCESI | X |

NOTA IMPORTANTE: Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:

5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

| DETALLE DE VALORACIÓN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|----------|
| ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN: | | | | | |
| 1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias? | | | | | X |
| 2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado? | | | | | X |
| EJECUCIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR | | | | | |
| 3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema? | | | | | X |
| 4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado? | | | | | X |
| 5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión? | | | | | X |
| MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN: | | | | | |
| 6. ¿Considera Usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad? | | | | | X |
| 7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores? | | | | | X |
| 8. ¿Considera Usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución? | | | | | X |
| 9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que éstos se cumplieron? | | | | X | |
| REALICE UN COMENTARIO O SUGERENCIA PARA LOS ORGANIZADORES DE ESTE EVENTO | | | | | |
| Evalué y importante tema | | | | | |
| MENCIONE USTED OTRAS PROBLEMÁTICAS QUE A SU PARECER PODRÍAN SER INVESTIGADAS Y QUE POSEAN IMPORTANCIA PARA ALGÚN ACTOR Y/O SECTOR DE NUESTRA COLECTIVIDAD | | | | | |
| Investigar para más cultivos | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN A LA QUE PERTENECE EL ENCUESTADO | | | | | ASOSAMNE |

Anexo 21. Lista de asistentes.



LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: Edwin Alexander Tituana Yumberto
 CARRERA: Ingeniería Agropecuaria
 FECHA: 30/10/2019

| NOMBRE ASISTENTE | NÚMERO DE CÉDULA | INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA | FIRMA |
|--------------------|------------------|---|---------|
| Esperanza Suarez | 040097197-4 | Asociación Agrícolas Agropecuarias P. 9 | [Firma] |
| Roberto Cuamaco | 0740046979-3 | Asociación P. 9 | [Firma] |
| Sandra Chumbe | 0400785630 | ASO. EMPRESAS DEPORTES EN REGION TAJAS. | [Firma] |
| Edmundo Guzmán | 100297898-7 | ASOSAMNE | [Firma] |
| Maria Teresa Godoy | 040062977 | Asociación Payuco | [Firma] |
| HEWANI YANEZ | 0901283214 | FUNDASIA | [Firma] |
| GUSTAVO GARCIA | 100130482-0 | ASOSAMNE | [Firma] |
| Vicente Guzmán | 17029233 | ASOSAMNE | [Firma] |
| Juan Muñoz | 100096757-8 | ASOSAMNE | [Firma] |
| Franco Muñoz | | ASOSAMNE | [Firma] |
| Carlos Ontec | 0100998472 | Proyecto el Guano | [Firma] |
| Wilson Quintero | 040069003-8 | As. San Isidro | [Firma] |
| Diego España I | 04012133-7 | As. Agroindustrial San Isidro | [Firma] |
| MIGUEL GUAMAN | 040071524 | PRODEIN | [Firma] |
| Mejía Patricia | 1003964184 | POC-51 | [Firma] |
| Henry Garcés | 100964658-2 | Union dos | [Firma] |
| | | | |
| | | | |

Anexo 22.Socialización del proyecto de investigación.



Anexo 23. Limpieza del área de investigación.



Anexo 24. Aplicación de herbicida.



Anexo 25. Elaboración de postes.



Anexo 26. Elaboración del cartel de tesis.



Anexo 27. Pintado del cartel de tesis.



Anexo 28. Instalación del cartel de tesis.



Anexo 29. Deshierba del área de investigación.



Anexo 30. Delimitación del área de investigación.



Anexo 31. Instalación del cerramiento.



Anexo 32. Nivelación del suelo.



Anexo 33. Segunda aplicación de herbicida.



Anexo 34. Delimitación de los cuadrantes de investigación.



Anexo 35. Delimitación de cuadrantes.



Anexo 36. Compostaje de sedimentos.



Anexo 37. Banda de transporte del sedimento.



Anexo 38. Sacos de abono de sedimentos.



Anexo 39. Desembarque del abono de sedimento.



Anexo 40. Suelo extraído para el mesclado.



Anexo 41. Dosificación del abono con el suelo.



Anexo 42. Mesclado del sedimento con el suelo.



Anexo 43. Tratamiento al 100%.



Anexo 44. Unidades experimentales listas.



Anexo 45. Toma de muestras de suelo para análisis químico físico.



Anexo 46. Pesaje de la muestra de suelo de cada uno de los tratamientos para el análisis de suelo.



Anexo 47. Instalación del filtro para el sistema de riego por goteo.



Anexo 48. Instalación de abastecedores.



Anexo 49. Instalación de las mangueras de goteo.



Anexo 50. Sistema de riego por goteo instalado.



Anexo 51. Siembra de semillas de las semillas de cilantro.



Anexo 52. Riego de las unidades experimentales.



Anexo 53. Toma de altura de cilantro a los 20 días del cultivo.



Anexo 54. Planta de cilantro a los 20 días.



Anexo 55. Elaboración de letreros.



Anexo 56. Instalación de letreros.



Anexo 57. Segunda toma altura a los 30 días del cultivo.



Anexo 58. Toma de diámetro de tallos de plantas de cilantro.



Anexo 59. Plantas de cilantro a los 40 días.



Anexo 60. Vista general del cultivo.



Anexo 61. Toma de pesos de las plantas de cilantro al alcanzar los 60 días.



Anexo 62. Medición de altura de planta a la cosecha.



Anexo 63. Cosecha de las unidades experimentales.



Anexo 64. Cosecha de una unidad experimental.



Anexo 65. Plantas de las distintas unidades experimentales.



Anexo 66. Pesaje de plantas.



Anexo 67. Planta a la derecha con mejor desarrollo radicular con abono al (50%).



Anexo 68. Planta a la izquierda con mejor altura con abono al (50%).



Anexo 69. Unidad experimental sin riego durante dos días y con abono (50%).



Anexo 70. Unidad experimental sin riego durante 2 días y sin abono.

