



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**ABONO ORGÁNICO A BASE DE CASCARILLA DE CACAO
PARA LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PIMIENTO
(*Capsicum annuum*)**

INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

**AUTOR
SAILEMA CASTRO RONNY IVÁN**

**TUTOR
ING. GARCÍA ORTEGA YOANSY, MSc.**

GUAYAQUIL - ECUADOR

2021



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. GARCÍA ORTEGA YOANSY, MSc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“ABONO ORGÁNICO A BASE DE CASCARILLA DE CACAO PARA LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*)”**, realizado por el estudiante **SAILEMA CASTRO RONNY IVÁN**; con cédula de identidad N° 0953104205 de la carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. GARCÍA ORTEGA YOANSY, MSc.

TUTOR

Guayaquil, 28 mayo del 2021



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “**ABONO ORGÁNICO A BASE DE CASCARILLA DE CACAO PARA LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annum*)**”, realizado por el estudiante **SAILEMA CASTRO RONNY IVÁN**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Víctor Iler Santos
PRESIDENTE

PhD. Daniel Mancero Castillo
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Wilmer Baque Bustamante
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Yoansy García Ortega
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 28 mayo del 2021

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de titulación principalmente a Dios, por guiarme y darme las fortalezas necesarias para seguir adelante en este camino de estudios pese a cualquier obstáculo que se pudo presentar, saberlo superar y seguir adelante con la meta trazada que es ser un profesional.

A mis padres Iván Sailema Muñoz y Rosaura Castro Tóala, mis hermanos Ismael Sailema Castro y Allan Pérez Castro; por el esfuerzo y dedicación para forjarme como hombre y profesional.

Agradecimiento

Agradezco al Ing. Jacobo Bucaram Ortiz y Eco. Martha Bucaram Leverone, PhD, autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme culminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

A mis padres por el apoyo y la motivación que me brindaron para que no abandone mis sueños y metas trazadas en la vida.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, especialmente al Ing. Yoansy García, quien fue la persona que me respaldó y dirigió en la ejecución de mi proyecto.

Autorización de autoría intelectual

Yo, **SAILEMA CASTRO RONNY IVÁN**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“ABONO ORGÁNICO A BASE DE CASCARILLA DE CACAO PARA LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*)”** para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 28 mayo del 2021

SAILEMA CASTRO RONNY IVÁN

C.I. 0953104205

Índice de general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de autoría intelectual	6
Índice de general	7
Índice de tablas.....	11
Índice de figuras	12
Resumen	15
Abstract.....	16
1. Introducción.....	17
1.1 Antecedentes del problema.....	17
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	18
1.2.1 Planteamiento del problema.....	18
1.2.2 Formulación del problema.....	19
1.3 Justificación de la investigación	20
1.4 Delimitación de la investigación.....	20
1.5 Objetivo general.....	20
1.6 Objetivo específico	21
1.7 Hipótesis.....	21
2. Marco teórico	22
2.1 Estado del arte	22
2.2 Bases teóricas	24

2.2.1 Origen del pimiento	24
2.2.2 Clasificación taxonómica.....	24
2.2.3 Morfología del cultivo de pimiento.....	24
2.2.3.1. <i>Planta</i>	24
2.2.3.2. <i>Sistema radicular</i>	25
2.2.3.3. <i>Tallo principal</i>	25
2.2.3.4. <i>Hoja</i>	25
2.2.3.5. <i>Flor</i>	25
2.2.3.6. <i>Fruto</i>	26
2.2.4 Requerimiento edafoclimático.....	26
2.2.5 Manejo agronómico del cultivo	27
2.2.6 Características de la variedad a utilizar.....	28
2.2.7 Composición química del pimiento	29
2.2.8 Requerimientos nutricionales	29
2.2.9 Abonos orgánicos	30
2.2.10 Compost	30
2.2.11 Cascarilla de cacao	30
2.2.12 Valor nutricional de la cascarilla de cacao.....	31
2.2.13 Microorganismos descomponedores	31
2.2.14 Hongos del género <i>Trichoderma spp.</i>	32
2.2.15 Materia orgánica	32
2.2.16 Propiedades de la materia orgánica	33
2.2.16.1. <i>Propiedades físicas</i>	33
2.2.16.2. <i>Propiedades químicas</i>	33
2.2.16.3. <i>Propiedades biológicas</i>	34

2.2.17	Importancia de hongos descomponedores de M.O.....	34
2.3	Marco legal	34
3.	Materiales y métodos	36
3.1	Enfoque de la investigación	36
3.1.1	Tipo de investigación	36
3.1.2	Diseño de investigación.....	36
3.2	Metodología.....	36
3.2.1	Variables.....	36
3.2.1.1.	<i>Variables independientes</i>	36
3.2.1.2.	<i>Variables dependientes</i>	37
3.2.2	Tratamiento	39
3.2.3	Manejo del ensayo	39
3.2.3	Diseño experimental.....	41
3.2.4	Recolección de datos.....	41
3.2.4.1.	<i>Recursos</i>	41
3.2.4.2.	<i>Métodos y técnicas</i>	42
3.2.5	Análisis estadístico	43
4.	Resultados	45
4.1	Determinación del comportamiento agronómico del cultivo de pimiento en base a los tratamientos en estudio.....	45
4.1.1	Altura de las plantas de pimiento con dosis de compost de 20tn/ha, 10tn/ha y 5tn/ha a los 30, 60 y 90 días	45
4.1.2	Días a la cosecha.....	47
4.1.3	Frutos por plantas	48
4.1.4	Peso del fruto (g)	48

4.1.5 Longitud del fruto (cm)	49
4.1.6 Diámetro del fruto (cm)	50
4.1.7 Peso húmedo de la raíz (g)	50
4.1.8 Peso seco de la raíz (g)	51
4.1.9 Largo de la raíz (cm).....	52
4.2 Identificación del tratamiento que incidirá en el rendimiento del cultivo de pimiento.	52
4.2.1 Rendimiento (kg/ha)	52
4.3 Realización del análisis económico de cada uno de los tratamientos en relación beneficio-costos	53
4.3.1 Análisis económico (b/c)	53
5. Discusión.....	55
6. Conclusiones	57
7. Recomendaciones	58
8. Bibliografía	59
9. Anexos.....	67

Índice de tablas

Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cultivo de pimiento	29
Tabla 2. Análisis proximal de la cascarilla de cacao.....	31
Tabla 3. Descripción de los tratamientos a utilizar	39
Tabla 4. Costos del proyecto de titulación.....	42
Tabla 5. Andeva	43
Tabla 6. Experimento	44
Tabla 7. Altura de la planta a los 30 días	46
Tabla 8. Altura de la planta a los 60 días	46
Tabla 9. Altura de la planta a los 90 días	47
Tabla 10. Días a la cosecha	47
Tabla 11. Frutos por plantas.....	48
Tabla 12. Peso del fruto (g)	49
Tabla 13. Longitud del fruto (cm).....	49
Tabla 14. Diámetro del fruto (cm)	50
Tabla 15. Peso húmedo de la raíz (g)	51
Tabla 16. Peso de la raíz en seco (g).....	51
Tabla 17. Largo de la raíz.....	52
Tabla 18. Rendimiento (kg/ha)	53
Tabla 19. Análisis económico en el cultivo de pimiento.....	53

Índice de figuras

Figura 1. Curvas de altura de plantas con dosis de compost de 20tn/ha, 10tn/ha y 5tn/ha a los 30, 60 y 90 días.....	45
Figura 2. Días a la cosecha.....	70
Figura 3. Frutos por plantas.....	71
Figura 4. Peso de fruto (g).....	72
Figura 5. Longitud del fruto (cm).....	73
Figura 6. Diámetro del fruto (cm).....	74
Figura 7. Peso húmedo de la raíz (g)	75
Figura 8. Peso seco de la raíz (g).....	76
Figura 9. Largo de raíz (cm)	77
Figura 10. Rendimiento (kg/ha)	78
Figura 11. Relación beneficio/costo (kg/parcela).....	79
Figura 12. Diseño de parcelas experimentales.....	80
Figura 13. Mapa de ubicación del trabajo experimental	81
Figura 14. Resultados de análisis de micro y macro nutrientes.....	81
Figura 15. Análisis de suelo macro y micro elementos.....	82
Figura 16. Análisis de suelo; materia orgánica y textura del suelo	82
Figura 17. Semilla de pimiento (Quetzal)	82
Figura 18. Composición química del <i>Trichoderma harzianum</i>	82
Figura 19. Recolección de compost	82
Figura 20. Semillero de pimiento	82
Figura 21. Delimitación del terreno.....	82
Figura 22. Aplicación del compost.....	82
Figura 24. Instalación del riego por goteo	82

Figura 23. Elaboración del reservorio	82
Figura 26. Tamizado de la muestra de suelo.....	82
Figura 25. Trasplante	82
Figura 27. Materiales a usar	82
Figura 28. Aplicación del <i>Trichoderma harzianum</i>	82
Figura 30 Riego por goteo	82
Figura 29. Cultivo de pimiento establecido	82
Figura 32. Cuajado del fruto	82
Figura 31. Aporque.....	82
Figura 34. Poda de chupones.....	82
Figura 33. Limpieza de maleza.....	82
Figura 35. Toma de datos a los 30 días	82
Figura 36. Tutorio	82
Figura 38. Longitud del fruto.....	82
Figura 37. Toma de datos a los 60 días	82
Figura 39. Visita del tutor e inspección de trabajo experimental.....	82
Figura 40. Primera cosecha a los 70 días	82
Figura 41. Peso de 10 pimientos	82
Figura 42. Diferencia entre tratamientos	82
Figura 44. Peso de cada fruto en el laboratorio.....	82
Figura 43. Rendimiento de la primera cosecha	82
Figura 45. Segunda cosecha a los 80 días	82
Figura 46. Peso de pimiento para rendimiento kg/ha	82
Figura 47. Rendimiento de la segunda cosecha.....	82
Figura 49. Rendimiento de la tercera cosecha	82

Figura 48. Tercera cosecha a los 90 días	82
Figura 51. Largo de la raíz.....	82
Figura 50. Muestra de raíz.....	82
Figura 54. Muestra raíz en húmedo.....	82
Figura 56. Secado de la raíz en estufa.....	82
Figura 55. Peso de la raíz.....	82
Figura 57. Muestra raíz en seco	82

Resumen

En el Ecuador, es importante aprovechar el abono orgánico a base de cascarilla de cacao ya que estos abonos son ricos en micro y macronutrientes que al incorporarlos al suelo son aprovechados por el mismo contribuyendo en la calidad del suelo, rendimiento y productividad de los cultivos. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del abono orgánico (compost) en la productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Este proyecto se realizó en la parroquia El Morro-Sitio Nuevo, provincia del Guayas. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con 4 tratamientos y 5 repeticiones resultado 20 unidades experimentales donde se aplicaron diferentes dosis de compost (20 tn/ha, 10tn/ha, 5 tn/ha). Para la comparación de las medias de los tratamientos se analizó mediante la prueba de Tukey al 5%de probabilidad. Los resultados determinan que si hubo diferencia significativa en el aspecto comportamiento agronómico: sin embargo, la aplicación del T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) presentó la mayor altura a los 90 días con 37,52 cm, mientras que la aplicación del T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)), sobresalió al resto de tratamientos en cuestiones del peso, longitud y diámetro del fruto, en cuanto a productividad y rendimiento del cultivo los mejores fueron el tratamiento T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) con 9790 kg/ha, seguido por el tratamiento T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) con 8983 kg/ha respectivamente. Se logró observar en este estudio que sobresalió el tratamiento T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) con \$1,89 en relación beneficio/costo; mientras que el tratamiento T4 (testigo absoluto) con un valor de \$0,80 que fue menor.

Palabras claves: Cascarilla, cacao, abono, productividad, pimiento.

Abstract

In Ecuador, it is important to take advantage of organic fertilizer based on cocoa shell since these fertilizers are rich in micro and macronutrients that when they are incorporated into the soil, they are used by itself contributing with to the soil quality, yield and productivity of the crops. The objective of this research was to evaluate the effect of organic fertilizer (compost) on the productivity of pepper cultivation (*Capsicum annuum* L.). This project was carried out in the village “El Morro- Sitio Nuevo”, Guayas province. A completely randomized block design was used, with 4 treatments and 5 replications, resulting in 20 experimental units where different doses of compost were applied (20 tn/ha, 10tn/ha, 5 tn/ha). For the comparison of the means of the treatments, the Tukey test at 5% probability was used. The results showed that there was a significant difference in agronomic performance: However, the application of T1 (compost based on cocoa shell with (20t/ha)) presented the greatest height at 90 days with 37.52 cm, while the application of T3 (compost based on cocoa shell with (5t/ha)) outperformed the rest of the treatments in terms of weight, In terms of productivity and crop yield, the best treatments were T3 (compost based on cocoa shell with (5t/ha)) with 9790 kg/ha, followed by T1 (compost based on cocoa shell with (20t/ha)) with 8983 kg/ha, respectively. It was observed in this study the treatment T3 ((compost based on cocoa shell with (5t/ha)) stood out with a benefit/cost ratio of \$1.89, while treatment T4 (absolute control) had a value of \$0.80, which was lower.

Keywords: Husk, cocoa, fertilizer, productivity, pepper.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), es de gran importancia mundial para el consumo del ser humano, en los últimos años ha experimentado un incremento considerable en la producción y su nivel de exportación para muchos países.

En Ecuador se sembraron 1145 ha de pimiento, que representan sólo al 0.08% del total nacional, de las cuales se cosecharon 1070 ha, que representan el 0.09% del total nacional. Las cifras mencionadas anteriormente indican que el rendimiento de los cultivos de pimiento en el país es muy bajo, debido a causas de desorden fisiológicos por falta de crecimiento vegetativo, caída de flores y frutos como también la susceptibilidad al ataque de enfermedades y estrés (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2013).

Actualmente la Parroquia EL Morro ha perdurado a pesar de las condiciones que afronta los suelos las cuales tienen características salitrosas. En la parte agrícola, la Parroquia cuenta con los siguientes cultivos de ciclo corto que predominan, entre los cuales están: frejol, tomate, sandía, melón, pepino y pimiento. Otro de los grandes problemas de este sector es la falta de infraestructura de riego lo cual hace que las tierras sean abandonadas en la época seca.

El manejo de agricultura orgánica plantea nutrir al suelo para que los microorganismos allí presentes, posteriormente de atacar la materia orgánica y mineral que se incorpora, tornen asimilables los nutrientes y de este modo logren ser absorbidos por las raicillas de las plantas, para propiciar su progreso y fructificación (Perero, 2006). Los abonos orgánicos garantizan una alta mejora en la vida tanto de los productores como consumidores, ya que se lo utilizan en los cultivos. Su

implementación es un beneficio para economizar costos y certificar una vida mejor para las futuras generaciones (Biológicas, 2013).

La importancia de aplicar abonos orgánicos en el suelo agrícola constituye un componente clave en la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; como todos sabemos, su función principal es servir como sustrato o medio de crecimiento para mantener el nivel original de materia orgánica del suelo.

Actualmente la zona cacaotera del Ecuador no cuentan con la asesoría de un programa de manejo de residuos después de las cosechas. Permite tratar de una manera racional los residuos orgánicos y conservar los nutrientes que se encuentran en estos residuos, a través de los procesos tecnológicos como el compostaje. Para luego utilizarlos en la agricultura (Matamoros, 2016).

Las cepas de *Trichoderma* spp. en la actualidad han sido utilizadas en la agricultura ecológica para el control de enfermedades radiculares, degradación de materia orgánica y protección a las plantas (Cruz, 2019). Crea una relación con las raíces de las plantas para adquirir un beneficio a cambio de reintegrar un efecto positivo a las plantas. Es por eso el uso masivo como inoculante para fortalecer a la planta y estos generalmente se adaptan bien a suelos cada vez más agresivos y castigados (Agromatic, 2015).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La utilización de productos a base de químicos ya sean reguladores de crecimiento, defoliantes, agentes para reducir la densidad de plagas, agentes para evitar la caída del fruto o agentes para mejorar el rendimiento; tiene gran impacto en el suelo agrícola del mismo que tienen efectos negativos en el medio ambiente y dichos productos

químicos permite que las plagas desarrollen resistencia, además afectan los suelos, lo vuelve inerte y altera el pH.

En la actualidad el uso de los abonos orgánicos se ha convertido en uno de los usos más comunes debido a sus propiedades nutritivas para el suelo, y a su vez elevando la productividad y rentabilidad para los agricultores por el gran beneficio que tiene este cultivo para el ser humano.

El proceso de transformación de cacao se encuentra el subproceso del descascarillado, el cual consiste en retirar la cascarilla del cacao para así obtener la semilla, en este proceso la cascarilla se deposita en el suelo y posteriormente es convertida en abono, esta cascarilla presenta el 20% aproximadamente del peso bruto de la materia prima por lo que es un gran desperdicio no utilizarla, y dado que existen antecedentes de productos a base de esta cascarilla se puede evidenciar una oportunidad de aprovechamiento de recursos a base de la cascarilla del cacao (Valbuena y Serrano, 2018).

En ocasiones la elaboración de abonos orgánicos no es apreciada por la sociedad, ya que emiten olores desagradables para las personas que habitan por los alrededores o circulan por allí. En ocasiones estos tipos de molestias provocan enfermedades gastrointestinales, por ese y otros motivos se debe llevar a las personas a concientizar a elaborar de una forma adecuada los tipos de abonos a utilizar en sus plantaciones.

1.2.2 Formulación del problema

¿Mejorará las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo con la implementación de abono orgánico a base de cascarilla de cacao en la productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en el recinto Sitio Nuevo?

1.3 Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación dio a conocer los beneficios que aporta el uso de abonos orgánicos a base de residuos de cacao para mejorar y mantener la capacidad productiva del suelo, y así incrementar la productividad del cultivo de pimiento.

El poco conocimiento de los beneficios que conlleva la aplicación de abonos orgánicos a base de cascarilla de cacao no permite que el Ecuador se favorezca de estos desechos que se pueden encontrar en las plantaciones ecuatorianas, ya que en el país los residuos de cosecha del cultivo de cacao son muy abundantes.

Por ese motivo, el presente estudio investigativo busca mejorar y mantener la capacidad productiva del suelo por medio del aprovechamiento de residuos de cacao, el cual incrementará de forma significativa la productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*).

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El trabajo de investigación actual se lo llevó a cabo en el recinto “Sitio Nuevo” de la parroquia El Morro de la provincia del Guayas, UTM 2°33’47”S, 80°19’34’O
- **Tiempo:** El tiempo de desarrollo del trabajo de investigación es de siete meses (agosto 2020 a febrero 2021).
- **Población:** El proyecto está dirigido a pequeños productores de la parroquia El Morro-Sitio Nuevo, provincia del Guayas.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de lo abono orgánico a base de cascarilla de cacao para la productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*).

1.6 Objetivo específico

- Caracterizar el abono orgánico adquirido a partir de residuos de cacao.
- Evaluar el efecto agronómico del abono orgánico sobre el cultivo de pimiento.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos de este estudio.

1.7 Hipótesis

El uso de abonados orgánicos a base de cascarilla de cacao incrementará la productividad en el cultivo de pimiento.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

La cáscara de cacao es considerada un desecho del proceso agrícola de producción de cacao. Suárez y Carreño (2011) concluyen “Se han propuesto diversas aplicaciones para el uso de la cáscara de cacao entre las que destacan el aprovechamiento de este material para el establecimiento de cultivos” (p. 18). Este uso tiene la desventaja de que el material se convierte en medio de cultivo de patógenos que afectan a los mismos cultivos de cacao. Otra parte del desecho se convierte en un problema por el almacenamiento y falta de aplicación que resuelva la dificultad de disposición final.

De acuerdo con Gordillo (2018), concluyó que los tratamientos de compost con cáscarilla (C) y la cáscara (Ca) de cacao presentaron valores medios generales (18.47g/m² y 18.53 g/m²) de acuerdo a la producción de biomasa siendo superiores al testigo (7.51 g/m²), produciendo un buen efecto económico equivalente al 80% de la productividad, aumentando así el rendimiento de frutos. (p. 122).

El estudio realizado en Cuba por Pinedo, Virgen y Aguilar (2015) ; tuvo como respuesta la evidencia de las bondades de la agricultura orgánica como alternativa viable en la producción de pimiento, verificando un efecto más marcado sobre los indicadores evaluados (crecimiento de la planta, rendimiento agrícola), así como un favorable efecto económico para las variantes donde se emplearon productos biológicos, incrementando el rendimiento en frutos, disminuyendo el costo por peso y la relación costo beneficio fue favorable (p.23).

El estudio hecho en Ecuador por Telenchana (2018); sobre la evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de cacao y compost en plántulas de pimientos, tuvo como respuesta un desarrollo óptimo en la plantas de pimiento y la

obtención de una alta productividad en relación al crecimiento y desarrollo tanto de la parte foliar como del sistemas radicular en volumen y longitud de raíces, presentando diferencia estadística significativa entre los materiales principales cascarilla y la cáscara de cacao sobre el testigo cuyos valores medios generales son (18.47g/m^2 y 18.53 g/m^2 , respectivamente) son superiores al testigo (7.51 g/m^2) (p.12).

De acuerdo al estudio realizado en Perú por De la Cruz (2018); sobre los microorganismos eficientes para compost a partir de la cáscara de cacao, indica que el tratamiento T3 con la dosificación del 20% tuvo resultados óptimos según la prueba de Duncan presentando valores numérico altos respecto a las otras variables evaluadas, sobre la aceleración del proceso de decomposición de nutrientes optimizando los suelos, siendo el más óptimo en los siguientes parametros: el fósforo ($213,98\text{ ppm}$), potasio (2,3%), peso final $817,24$ y $\text{pH}(7,63)$ (p.73).

El estudio hecho en Perú por Condezo y Simoni (2018); sobre la eficiencia de *Trichoderma spp.* de la productividad de compost, tuvo efectos positivos para algunos Macronutrientes, tal es el caso que los elementos mayores fueron el fosforo, potasio y sodio; el potasio controla enfermedades, con relación al testigo que presentó valores menores en Macronutrientes, pero estos valores obtenidos son mínimos (p. 140).

De acuerdo al estudio realizado en Colombia por Acosta y Villa (2016); sobre la evaluación de *Trichoderma spp* como control biológico en plantaciones de cacao, tuvo como resultados que no se encontró diferencia significativa en las fracciones de mazorcas sanas y el rendimiento, aun así, el control biológico mostro una mejora con relación del control químico, lo cual indica su potencial como una alternativa de bajo costo para plantaciones de pequeña escala (p. 8).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen del pimiento

También denominado pimiento dulce. Es rico en vitamina A, C, E, B6, B2, niacina y potasio. Además, son una fuente de vitamina K, manganeso, vitamina B1, fósforo y magnesio. Guamangallo (2015) afirma:

Es una planta cuyo origen en América del Sur, su cultivo comenzó en la zona de Perú-Bolivia y de aquí se extendió por el resto del continente, es un producto cultivado desde la antigüedad por los indígenas que allí vivían constituyendo básico en su dieta (p. 23).

Otros manejos que tiene este cultivo son la extracción de oleorresinas o su oficio como sazonador o adobo en embutidos. Parece ser que tiene propiedades medicinales, digestivas y diuréticas.

2.2.2 Clasificación taxonómica

Según Platarun, (2014) la taxonomía del pimiento es la siguiente:

Reino: Vegetal

Sub reino: Fanerógama

Clase: Magnoliopsida

Orden: solanales

Familia: Solanaceae

Género: Capsicum

Especie: Capsicum Annuum

2.2.3 Morfología del cultivo de pimiento

2.2.3.1. Planta

Planta herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual de porte variable entres los 0.5 metros en campo abierto y mas de dos metros en invernadero (Fertiberia, 2010).

2.2.3.2. Sistema radicular

Posee raíz pivotante y profunda puede variar dependiendo de la profundidad y textura del suelo en casos óptimos pueden lograr profundidades de 90 a 120 cm, con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden obtener longitudes comprendida entre 0,50 m y 1 m (Guamangallo, 2015).

2.2.3.3. Tallo principal

El crecimiento del tallo es restringido y erecto. Desde cierta altura específicamente en la cruz expresando dos o tres ramas (según la variedad), y continúa ramificándose en dos ramas hasta el final del ciclo (los tallos secundarios se separan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente) (Cedeño y Sabando, 2016, p. 29).

2.2.3.4. Hoja

Las hojas son enteras, jóvenes y lanceolada, con un ápice marcado y un pecíolo largo y escaso.

El haz es llano y suave al tacto y de matiz verde intenso y lúcido, la nervadura principal inicia de la base de la hoja. Como extensión del pecíolo, al igual que las nervaduras secundarias, sobresaliendo y casi llegando al borde de la hoja. La intersección de las hojas en el tallo se produce de forma alterna y su longitud depende de la variedad, existiendo cierta reciprocidad entre el tamaño de la hoja desarrollada y el peso medio del fruto (Fertiberia, 2010).

2.2.3.5. Flor

Las flores brotan de manera solitarias en cada nudo del tallo y se insertan en la superficie cóncava de las hojas. Son pequeñas y están formadas por pétalos blancos. La polinización es autógama, aunque puede mostrar un porcentaje de alogamia que no resalta el 10% (Vera, 2015, p. 22).

2.2.3.6. Fruto

De acuerdo con Vera (2015), especifica que la forma del fruto del pimiento es una baya hueca, semi-cartílago y cóncava, y posee una variedad de colores, cambiando de verde a naranja y rojo a medida que van madurando.

Su tamaño es variable y puede pesar desde escasos gramos hasta 500 gramos. Las semillas se encuentran implantadas en la placenta conica de disposición central. Son elípticas, levemente reniformes, de color amarillo claro y miden entre tres y cinco milímetros (Infoagro, 2011, p.22).

2.2.4 Requerimiento edafoclimático

El cultivo de pimiento requiere unas condiciones climáticas según su estado de desarrollo.

2.2.4.1. Clima

El pimiento es muy susceptible a las bajas temperaturas y los frutos consiguen deformarse y quedar pequeños, por eso están más adaptados temperaturas cálidas y sub-cálidas, puede crecer a 2500msnm sobre nivel del mar. La optima altitud para el cultivo de pimiento está entre 1600 y 2500 msnm (Pachay, 2019).

2.2.4.2. Suelo

Los suelos más provechosos para los cultivares de pimiento son los franco-arenosos, profundos, ricos en nutrientes, con un contenido en materia orgánica del tres a cuatro porcientos, especialmente con buen drenaje. Aunque puede soportar ciertas condiciones acidas (hasta un pH de 5.5), el rango de pH óptimo fluctúa entre los 6.5 y 7. Pueden crecer con un pH cercano a 8 en suelos arenosos (Chiriboga, 2019).

2.2.4.3. Temperatura

Los cultivares de pimiento crecen mejor a temperatura ambiente, con un promedio mensual de 21 °C a 23 °C, por lo que se considera un cultivo de buena temporada. Fornaris (2016) afirmó “que las temperaturas medias mensuales inferiores a 18°C o

superiores a 26°C pueden comenzar a restringir la producción” (p.7). Aunque las plantas pueden tolerar temperaturas diurnas superiores a 37°C, estas condiciones extremas pueden afectar la polinización, el cuajado y el rendimiento del fruto (Rivas, 2017).

2.2.5 Manejo agronómico del cultivo

2.2.5.1. Siembra

La semilla se puede diseminar en un almacigo, utilizando 300 gramos de semillas por hectárea (alrededor de 150 semillas que pesan un gramo). La profundidad de siembra es de 0.5 cm y la germina después de unos 10 días (Yance, 2015).

2.2.5.2. Trasplante

El trasplante tarda entre 30 y 45 días. Cuando la plántula tenga unos 10 a 15cm de altura, retírela del semillero. Las plantas se separan a una distancia de 60 a 80 cm y las plantas se colocan a unos 45cm entre planta (Armijos, 2015).

2.2.5.3. Aporque

Según Ramírez (2015), sugiere que el aporcado reside en cubrir con tierra parte del tallo de la planta para fortalecer su base y facilitar el desarrollo de las raíces. En suelos arenosos, demore los más posible para evitar lesiones por sobrecalentamiento de la arena.

2.2.5.4. Tutoreo

El tutoreo se lo efectúa con alambre de acero a lo largo de la hilera templado, y con cañas de guadua de tres metros de longitud, enterrada en el subsuelo a 50 cm. Amarrar las plantas con piolas para que estas no se inclinen y proporcionen frutos de gran calidad (González, 2015).

2.2.5.5. Poda

Este trabajo consiste en descartar periódicamente los chupones dejando uno a dos por planta y descartando las hojas enfermas, aumentando así el tamaño del fruto, aunque reduce el rendimiento total y aumenta la aireación de la planta, pero también trae la posibilidad de golpe de sol. Y facilita las otras labores (Acosta, 2015).

2.2.5.6. Aclareo de frutos

Para este trabajo, se recomienda eliminar los frutos formados en la “cruz” con el fin de obtener frutos de mayor diámetro, uniformidad y madurez temprana y mayor rendimientos. Generalmente, las plantas que no están vigorosas o endurecidas por el frío, la alta salinidad o las condiciones ambientales nocivas producirán frutos muy pequeños y de mala calidad que deben eliminarse mediante esta labor (Chiriboga, 2019).

2.2.5.7. Riego

Para esta labor, la eficiencia del riego debe considerarse por separado en la uniformidad de flujo del gotero. Por el contrario, cuanto peor es la calidad del agua de riego, mayor es el volumen de agua, porque es necesario sustituir el frente salino del bulbo de humedad. Para la instalación del sistema de riego por goteo se debe considerar la distancia entre goteros de 30 cm y el caudal de carga de 2.2 l/h (Ramírez, 2015).

2.2.6 Características de la variedad a utilizar

2.2.6.1. Quetzal

Según González (2015), este híbrido de pimiento tiene las siguientes características:

Híbrido Marconi F1, muy temprano; plantas medianas a grandes, de unos 50cm de altura; se recomienda aporcar; abundante follaje que cubre los frutos; los frutos poseen un peso de 230-250g, culmina en punta, excelente color rojo vino y buena

firmeza; cosecha a los 70 días después de trasplante; resistencia a TMV (0), PVY, TEV, PepMoV, Tobamo Po; excelente rendimiento.

2.2.7 Composición química del pimiento

Contiene una sucesión de amidas denominadas capsaicinoides (0.3 a 1%), entre las cuales resalta la capsaicina (amida vinílica del ácido isodecenoico) de sabor intensamente picante.

La investigación realizada por Vera (2015) señala que:

Los capsaicinoides están formados, además, de capsaicina (63 a 77 %), por 6.7-dihidroapsaicina (2%). Otros componentes del fruto de capsico son: flavonoides, carotenoides (capsantina, capsorrubina, criptocapsina, casaniina-5,6-epoxido, casantina-3,6-epoxido y otros). Saponinas y vitamina C (p. 23).

2.2.8 Requerimientos nutricionales

Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cultivo de pimiento

Nutrientes	Requerimientos (kg/tn)	Índice de cosecha (kg/tn)	Extracción (kg/tn)
Nitrógeno	22	0,66	14,5
Fósforo	4	0,75	3,0
Potasio	19	0,21	4,0
Calcio	3	0,07	0,2
Magnesio	3	0,28	0,8
Azúfre	4	0,45	1,8
	g / toneladas		g / toneladas
Boro	20	0,25	5
Cloro	444	0,06	27
Cobre	13	0,29	4
Hierro	125	0,36	45
Manganeso	189	0,17	32
Molibdeno	1	0,63	1
Zinc	53	0,50	27

2.2.9 Abonos orgánicos

La adición de abonos orgánicos permite un manejo ecológico en el desarrollo fenológico del cultivo, la calidad de los abonos orgánicos depende de sus materias primas y de su proceso de preparación.

Desde tiempos remotos la utilización de los abonos orgánicos ha contribuido en la fertilidad de los suelos confirmando el aporte de nutrimentos a los cultivos y sus efectos en el suelo varían según su fuente, edad, manejo y contenido de humedad (Escobar et al., 2012). Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Castellanos, 2015).

2.2.10 Compost

El compost es un abonadura orgánica que se puede utilizar como mejorador de suelo, muy útil para prevenir la erosión y mejorar la cantidad y calidad de los cultivos. Si se consideran los beneficios en la producción, la mano de obra involucrada en el procesamiento, la posibilidad de obtener una producción ambiental beneficiosa, y se reducen los materiales a eliminar y su valor como elementos de capacitación ambiental, su preparación traerá beneficios directos e indirectos (López, 2015, p.19).

2.2.11 Cascarilla de cacao

La cascarilla de cacao aporta cierta cantidad de vitaminas A y C, rica en fibra, calcio, magnesio, ácido oleico, antioxidantes y teobromina. Pazmiño (2013) afirma “las cascarillas de cacao son aquellas fracciones del epispermo de los granos de cacao molidos que no sufre manipulación ni transformación posterior” (p. 24). Para ser manejadas como parte de la formulación en productos alimenticios y contribuir a mejorar la digestión de las personas.

Los técnicos de procesamiento a base de derivados del cacao han determinado que el rendimiento por 100 kg de cacao en grano es de alrededor del 85%, y el

valor restante se considera desperdicio (cascara, cascarilla, triturado). De estos desechos, solo la cascarilla de cacao equivale el 12% (Morales, 2017, p. 36).

Estudios realizados en Ecuador por Abarca, Martínez, Muñoz, Torres, y Vargas (2010) en cuanto a las propiedades funcionales las cascarillas de cacao, la pulpa y residuo de extracción de gel de cladolio de tuna de mabas variedades por su relación FDI/FDS son buenas fuentes de fibra dietaria (p.6).

2.2.12 Valor nutricional de la cascarilla de cacao

López (2013) afirmó que el contenido nutricional de la cáscara del cacao es el mismo que cualquier alimento con macronutrientes (proteínas, carbohidratos, lípidos) y micronutrientes (Vitaminas y minerales). Dado que su nivel de energía digestible es inferior a 2500 Kcal/Kg, este residuo agrícola industrial se considera el principio e reducción de energía. Esta es la base de la fibra para la nutrición animal.

Tabla 2. Análisis proximal de la cascarilla de cacao

Parámetro	Valor
Humedad	1,00 %
Proteína	13,00 %
Fibra	25,00 %
Energía	1409,00 kcal/kg

InfoAgro, 2015

2.2.13 Microorganismos descomponedores

Los restos orgánicos, pueden aprovecharse, si se tiene en cuenta, que son una fuente reutilizable de nutrientes y energía, por tal motivo, métodos como el compostaje, pueden optimizar la calidad de estos, mediante la descomposición aeróbica. Escobar, Mora, y Romero (2012) afirman “En un proceso de compostaje de material orgánico actúan diferentes microorganismos tales como la población de bacterias, actinomicetos y hongos” (p.1). Donde predominan los microorganismos dependiendo las condiciones ambientales y nutricionales de los mismos.

Moreno y Mora (2015), indican que la clasificación de los microorganismos descomponedores depende de la forma de alimentarse como (autótrofos, fotosintetizadores y heterótrofos), sus condiciones de temperatura óptima de crecimiento (psicrófilos entre 0 y 20°C, mesófilos entre 20 y 45°C, y termófilos entre 45 y 80 °C), al pH óptimo de desarrollo (acidófilos, neutrófilos y basófilos) (p. 3).

2.2.14 Hongos del género *Trichoderma spp.*

El hongo *Trichoderma spp.* es un bioefector eficaz que está siendo considerablemente usado en agricultura como agente de biocontrol debido a su destreza para colonizar sustratos apresuradamente, incitar resistencia sistemática adquirida en plantas, estimula el crecimiento vegetal y poseer actividad antagonista contra un amplio rango de hongos patógenos (Tovar, 2018, p. 8).

Borrero y Silva (2005), concluyen que *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, son microorganismos que tienen altas tasas de crecimiento y son competitivos los espacios, y debido a que pueden interrumpir el crecimiento de hongos y bacterias fragmentan la materia orgánica del suelo, reduciendo la población microbial y de esta manera posiblemente acortando los procesos biológicos.

La manera más apropiada de incorporar *Trichoderma spp.* es a través de los abonos que al aplicarlo al suelo son asimilados por el mismo. Un abonado eficaz, posee millones de microorganismos, necesarios para el crecimiento de *Trichoderma spp.* Un abono inoculado con *Trichoderma spp.* proveerá de enorme número de protectores fúngicos para el suelo (Instituto Valenciano de Microbiología [IVAMI], 2011).

2.2.15 Materia orgánica

La fracción orgánica y la experiencia de la aplicación de materia orgánica en los suelos agrícolas se ha convertido en la base para el desarrollo de la agricultura orgánica. Sin embargo, es incorrecto pensar que simplemente “no se utilizan productos sintéticos” (Julca *et al.*, 2014).

La descomposición de componentes orgánicos es un proceso biológico que acontece naturalmente. Balota (2015) señaló que la velocidad está determinada por tres factores principales:

- La composición de los organismos del suelo
- Entorno físico (Oxígeno, humedad y temperatura)
- La calidad de la materia orgánica (p 4).

2.2.16 Propiedades de la materia orgánica

2.2.16.1. Propiedades físicas

La función principal de la materia orgánica en el suelo es mejorar su estructura, que es la capacidad del suelo de formar agregados estables entre sus partículas a través del complejo humus-arcillas (La Huerta con LUPA, 2014).

- Tiene una fuerte capacidad de retención de agua, lo que favorece el asentamiento de la vegetación y dificulta el trabajo de los agentes erosivos.
- Protege al suelo de la erosión. Los residuos vegetales y animales depositados en la superficie del suelo lo protegen de la erosión hídrica y eólica.
- Protege al suelo de la contaminación

2.2.16.2. Propiedades químicas

Por tanto, la materia orgánica es la etapa de reacción con la solución del suelo y con las raíces.

- Capacidad de cambiar. La materia orgánica fija iones en la solución del suelo, estos iones rara vez se retienen, pero en una posición cambiante, evitando así la pérdida de nutrientes en el suelo.
- Afectarán el pH. Produce compuestos orgánicos que tienden a acidificar el suelo.
- Afecta el estado de dispersión/floculación del suelo.

2.2.16.3. Propiedades biológicas

Aporte de nutrientes a los microorganismos y fuente de energía.

- Favorece la presencia de microorganismos que contribuyen a mejorar la estructura del suelo.
- Proporciona actividad enzimática haciendo disponibles los nutrientes para las plantas.

2.2.17 Importancia de hongos descomponedores de M.O

Los descomponedores juegan un papel muy importante en la cadena alimentaria porque la materia orgánica de diferentes organismos que han muerto en materia inorgánica. En este sentido, tiene el efecto contrario al que observamos en las plantas, convierte la materia inorgánica en materia orgánica. Los organismos en descomposición son básicamente hongos, algunas bacterias necesitan detener a los organismos vivos para proporcionar alimento (Editorial, 2015).

2.3 Marco legal

SECCIÓN PRIMERA AGUA Y ALIMENTACIÓN

Como base legal se considera lo instituido en la constitución de la Republica del Ecuador 2008-donde uno de los objetivos del plan nacional del Buen vivir es garantizar los derechos de las naturalezas y promover un ambiente sano y sostenible.

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria (Constitución del Ecuador, 2008, p. 26).

SECCIÓN SEGUNDA AMBIENTE SANO

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitución del Ecuador, 2008).

**MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA, ACUACULTURA Y PESCA
REPUBLICA DEL ECUADOR
AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
AGROCALIDAD
MANUAL TECNICO PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE FERTILIZANTES,
ENMIENDAS DE SUELO Y SUS PRODUCTOS AFINES DE USO AGRICOLA
PROCESO REGISTRO DE INSUMOS AGROPECUARIOS SUBPROCESO:
REQUISITO DE LA NOMRA: 7.5**

Fecha de Aprobación: 22/05/2017

Enmienda orgánica: Enmienda procedente de materiales carbonados de origen vegetal o animal, utilizada fundamentalmente para mantener o aumentar el contenido en materia orgánica del suelo, mejorar sus propiedades físicas y mejorar también sus propiedades o actividad química o biológica. Aportan asimismo materia orgánica, pero su función no es el aporte de nutrientes de origen orgánico como en los fertilizantes orgánicos, sino mejorar las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo. Tipos: húmica, compost, vermicompost, etc. (Ministerio de Agricultura, 2017).

Fertilizante orgánico: Son los que se producen de la descomposición de restos de materiales vegetales y/o animales, y que contienen los elementos esenciales formando parte de compuestos orgánicos y que se van liberando según van siendo degradados por los microorganismos del suelo (Ministerio de Agricultura, 2017, p.9).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El trabajo actual incluye los siguientes tipos de investigación:

- **Documental:** Todos los datos se reflejan textualmente, incluido los resultados de análisis y evaluación obtenidos al final del estudio
- **Investigación experimental:** Este tipo de investigación nos permite maniobrar variables y medir sus efectos sobre las variables dependientes.
- **Investigación descriptiva:** Permite recolectar datos en base a la hipótesis, revela y agregar información para analizar cuidadosamente los resultados, extrayendo así importantes generalizaciones, que ayudarán a establecer la relación entre dos o más variables.
- **Investigación explicativa:** Permitted explicar el porqué de un fenómeno o hecho determinado.

3.1.2 Diseño de investigación

La presente investigación será experimental con carácter inductivo con características aplicadas y por el movimiento de las variables de concepción descriptiva, mediante la recolección de datos que permitan probar la hipótesis mediante el análisis estadístico sobre el incremento de la productividad del cultivo de pimiento.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. *Variables independientes*

Dosis de abono orgánico a base de cacao en el cultivo de pimiento.

- **Tratamientos:** Se realizó 4 tratamientos para determinar cuáles de las diferentes dosis de abonos orgánicos es más efectivo en el cultivo de pimiento.

3.2.1.2. Variables dependientes

Comportamiento agronómico del cultivo de pimiento, altura de la planta (cm), 30, 60 y 90 días, peso (seco, húmedo) de la raíz, largo de la raíz, día a la cosecha, número de frutos por plantas, longitud del fruto, peso del fruto, diámetro del fruto, rendimiento por parcela.

3.2.1.2.1. Altura de planta (cm)

La altura de la planta se estableció con la ayuda de una cinta métrica desde la base del tallo, hasta la parte apical del tallo, de las 10 plantas seleccionadas al azar del área útil de cada tratamiento; se realizó a los 30, 60, 90 días después del trasplante.

3.2.1.2.2. Días a la cosecha (ds)

Esta variable se registró a los 71 días después de la siembra hasta la primera cosecha de frutos

3.2.1.2.3. Número de frutos por plantas (n)

Considerando tres cosechas comerciales, se contó cada una de las 10 plantas seleccionadas al azar del área útil de cada parcela.

3.2.1.2.4. Peso del fruto (gr)

Se procedió a pesar los frutos con la ayuda de una balanza, los resultados se registraron en gramos. Para esta variable se consideró diez frutos tomados al azar de la cosecha de cada tratamiento del área útil de las tres cosechas

3.2.1.2.5. Longitud del fruto (cm)

Se midió la longitud de los frutos con un calibrador, y se registraron los resultados en centímetros. Para esta variable se consideran diez frutos cosechados al final de las tres cosechas tomadas al azar de cada tratamiento del área útil.

3.2.1.2.6. Diámetro del fruto (cm)

El diámetro del fruto se lo realizó con la ayuda de un calibrador pie de rey, colocándolo en la parte más prominente, de los 10 frutos seleccionados al azar de las 10 plantas seleccionadas por repetición al momento de las tres cosechas.

3.2.1.2.7. Peso de la raíz (seco)

Se procedió a evaluar el peso de la raíz en seco en el laboratorio de suelo, planta y agua de la Universidad Agraria del Ecuador; con la ayuda de una balanza analítica y una estufa a 70 °C durante 48 horas, de las 10 plantas seleccionadas al azar del área útil de cada tratamiento; se lo realizó luego de las tres cosechas.

3.2.1.2.8. Peso de la raíz (húmedo)

Se procedió a evaluar el peso de la raíz en húmedo en el laboratorio de suelo, planta y agua de la Universidad Agraria del Ecuador; con la ayuda de una balanza analítica, de las 10 plantas seleccionadas al azar del área útil de cada tratamiento se lo realizó luego de las tres cosechas.

3.2.1.2.9. Largo de la raíz (cm)

Se procedió a evaluar el peso de la raíz con la ayuda de una cinta métrica de las 10 plantas seleccionadas al azar del área útil de cada tratamiento; se lo realizó luego de las tres cosechas.

3.2.1.2.10. Rendimiento por parcela (kg/ha)

Para esta variable se consideró los frutos recolectados en el área útil de cada parcela experimental durante las dos cosechas y se transformaron a kg/ha.

3.2.1.2.11. Análisis económico (b/c)

Este análisis económico se determina en función del desempeño y costo de cada tratamiento, y finalmente se obtiene una relación costo-beneficio.

3.2.2 Tratamiento

Tabla 3. Descripción de los tratamientos a utilizar

No.	Tratamientos	Descripción	Dosis tn/ha	Dosis kg/Parcela	Frecuencia/Días
1	Compost a base de Cascarilla de cacao	Abono orgánico	20	48	15días ads
2	Compost a base de Cascarilla de cacao	Abono orgánico	10	24	15días ads
3	Compost a base de Cascarilla de cacao	Abono orgánico	5	12	15días ads
4	Testigo absoluto	-	-	-	-

Sailema, 2021

3.2.3 Manejo del ensayo

Se realizó todas las labores culturales y practicas requeridas para el cultivo de pimiento, así como la aplicación de los tratamientos en estudio de la siguiente manera:

- **Siembra del semillero**

Se llevó a cabo con bandejas germinadoras de 200 cavidades, de las cuales se las lleno con sustrato (tierra de bosque, humus de lombriz, compost más *Trichoderma harzianum*.)

- **Análisis de suelo**

Se realizó un análisis antes de la siembra para evaluar los porcentajes de; macro y micronutriente, materia orgánica y textura de suelo en la zona experimental de Sitio Nuevo- El Morro, en la hacienda Los Hermanos Quimí.

- **Riego de semillero**

Según las condiciones climáticas y necesidades de las plantas se aplicó el riego en semilleros con un atomizador.

- **Preparación de suelo**

Se realizó de manera manual con un azadón, rastrillo y pala, removiendo en suelo en la zona del experimento.

- **Delimitación de suelo**

Se efectuó la delimitación de la zona experimental con la ayuda de estacas, cinta métrica, cinta para determinar las parcelas.

- **Riego**

Una vez realizado la preparación de suelo y la delimitación de este, se aplicó riego por goteo según el estado de humedad del suelo y las condiciones climática de la zona

- **Aplicación de abono**

Se aplicó compost a base de cascarilla de cacao 15 días antes de la siembra, con dosis de 20t/ha, 10t/ha y 5t/ha respectivamente.

- **Trasplante**

Se efectuó el trasplante a los 30 días después de la siembra en semillero

- **Manejo de malezas**

Se lo realizó de forma manual, usando machete, rastrillo y pala.

- **Manejo de plagas**

Se aplicó un preparado a base de cebolla morada, ajo y ají como repelente 350ml por bombada, para el control de hormiga arrieras cada 7 días.

- **Manejo de enfermedades**

Se realizó monitoreo permanente, y no se identificó presencia de patógeno (hongos, bacterias, virus) en las parcelas experimentales.

- **Cosecha**

Se procedió a cosechar de manera manual con la ayuda de una tijera de poda, para no causar ninguno tipo de lesión a la planta, se efectuó cuando los frutos alcanzan su madurez fisiológica y comercial, es decir, que presentan las características deseadas en el mercado.

3.2.3 Diseño experimental

Para el siguiente trabajo de investigación se utilizó abonos orgánicos y el testigo al azar (D.B.C.A) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Se evaluará las variables a través de un análisis de varianza para determinar los resultados de los tratamientos con un 5% de error.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

3.2.4.1.1. Materiales y herramientas

Semilla de pimiento híbrido Quetzal F1, Machete, estacas, tanques, balde, bomba, botas, espeques, flexómetro, rastrillo, guantes, pala, cinta métrica, cinta de riego, libreta de apuntes, cámara fotográfica.

3.2.4.1.2. Material experimental

Abonos orgánicos a base de residuos de cacao y producto a base de *Trichoderma harzianum*.

3.2.4.1.3 Recursos humanos

Tesista, Tutor.

3.2.4.1.3 Recursos económicos

El presente trabajo de investigación será financiado por recursos propios del Tesista.

Tabla 4. Costos del proyecto de titulación

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Total (\$)
Terreno	1	150	150
Cinta métrica	1	5	5
Cinta para delimitar	5	2	10
Semillero	7	1,50	10,5
Sustrato	4	2,50	10
Semillas de pimiento	4	56	224
Calibrador	1	8	8
Balanza	1	16	16
Pala	1	2	2
Rastrillo de mano	1	2	2
Tijera de poda	1	7	7
Análisis de suelo	2	30	60
Abono orgánico	20	3	60
Sistema de riego	1	150	150
Maquinaria	1	50	50
Transporte	5	24	120
Mano de obra	1	100	100
Total			984.50

Sailema, 2021

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Método inductivo

Este método permitió observar los resultados obtenidos con la finalidad de cumplir los objetivos e hipótesis planteada.

3.2.4.2.2. Método deductivo

Permitió observar casos particulares de la investigación a través de principios, teorías y leyes.

3.2.4.2.3. Método analítico y sintético

Permite establecer y correlacionar resultados para discusión y sacar conclusiones relevantes desde la perspectiva de toda la investigación.

3.2.4.2.4. Método analítico de macro y microelementos

Se realizó análisis en laboratorio de la materia descompuesta para determinar los nutrientes que se encuentra en el compostaje y observar los posibles beneficios que daría al suelo.

3.2.5 Análisis estadístico

3.2.5.1. Análisis de funcional

En la totalidad del ensayo, para cada una de las parcelas, se efectuará la comparación de las medias de cada uno de los tratamientos de las 20 parcelas con las 10 plantas previamente seleccionadas al azar se utilizará infostat y se evaluará por medio de la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de significancia.

3.2.5.2. Esquina del análisis de Varianza

Tabla 5. Andeva

Fuente de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(4-1)	3
Repeticiones	(r-1)	(5-1)	4
Error experimental	(t-1) (r-1)	(4-1) (5-1)	12
Total	tr-1	4*5-1	19

3.2.5.3. Hipótesis estadística

Ho: Las dosis de los abonos orgánicos a base de cacao no influyen en el incremento de la productividad del cultivo de pimiento.

Ha: Las dosis de los abonos orgánicos a base de cacao influyen en el incremento de la productividad del cultivo de pimiento.

3.2.5.3.1. Delimitación experimental

Tabla 6. Experimento

Tipo de Diseño	Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	5
Número de parcelas	20
Largo de parcela	6m
Ancho de parcela	4m
Área total de la parcela por tratamiento	24 m ²
Área total del ensayo	646 m ²
Distancia entre plantas	0,40 m
Distancia entre hileras	0,90 m
Distancia entre bloques	1 m
Área útil de parcela	4.32m ²
Área útil del ensayo	480 m ²
Número de plantas útil a evaluar por parcela	10
Número de plantas por tratamiento	60
Número de plantas por hilera	15
Número de plantas útil a evaluar por ensayo	200
Número de plantas por ensayo	1200

4. Resultados

4.1 Determinación del comportamiento agronómico del cultivo de pimiento en base a los tratamientos en estudio.

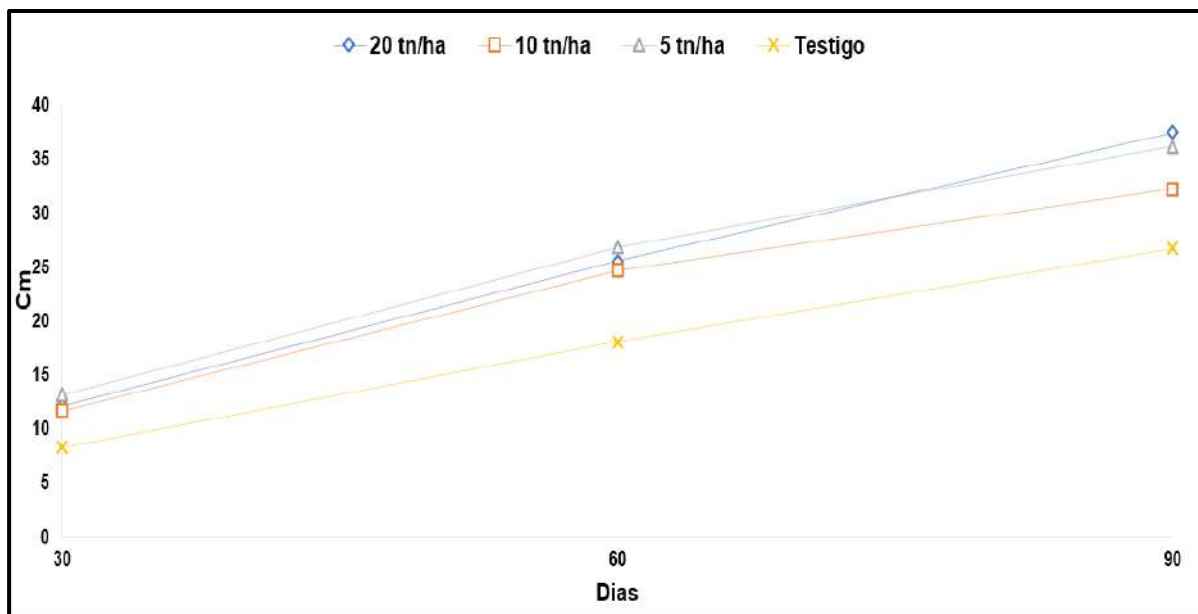


Figura 1. Curvas de altura de plantas con dosis de compost de 20tn/ha, 10tn/ha y 5tn/ha a los 30, 60 y 90 días

4.1.1 Altura de las plantas de pimiento con dosis de compost de 20tn/ha, 10tn/ha y 5tn/ha a los 30, 60 y 90 días

En la tabla 7 se muestran todos los promedios conseguidos al evaluar la altura de las plantas a los 30 días del trasplante, según el análisis de la varianza, el coeficiente de variación de 14,05% y un p-valor de $0.0024 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se aceptó la hipótesis alternativa. Si se encontró significancia estadística entre tratamientos, los mayores promedios estadísticos lo obtuvieron los tratamientos: T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5 t/ha)) con 13,19 cm, T1 (compost a base de cascarilla de cacao (20 t/ha)) con 12.16 cm, seguidos por el tratamiento: T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10 t/ha)) con 11.71; a diferencia del tratamiento T4 (testigo absoluto) con 8.32 cm.

Tabla 7. Altura de la planta a los 30 días

Tratamientos	n	Altura (cm)	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5 t/ha)	5	13,19	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20 t/ha)	5	12,16	A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10 t/ha)	5	11,71	A
Testigo	5	8,32	A B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Sailema, 2021

En la tabla 8 se observan todos los valores promedios obtenidos al evaluar la altura de las plantas a los 60 días del trasplante según el análisis de varianza, el coeficiente de variación de 19,01% y un p-valor de $0,0237 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se aceptó la hipótesis alternativa. Si se encontró significancia estadística entre tratamientos, los mayores promedios estadísticos lo obtuvieron los tratamientos: T3 (compost a base de cascarilla de cacao con 5 t/ha) con 26,85, T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20 t/ha)) con 25,65 cm, seguidos por el tratamiento: T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) con 24,70: el menor promedio lo obtuvo el tratamiento el T4 (testigo absoluto) con 18,13 cm.

Tabla 8. Altura de la planta a los 60 días

Tratamientos	n	Altura (cm)	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	5	26,85	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	5	25,65	A B
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	5	24,70	A B
Testigo	5	18,13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Sailema, 2021

En la tabla 9 se evidencian todos los valores promedios obtenidos tras evaluar la altura de las plantas a los 90 días del trasplante, según el análisis de varianza, el coeficiente de variación de 10.54% y un p-valor de $0.0016 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se aceptó la hipótesis alternativa. Si se encontró significancia estadística entre

tratamientos, los mayores promedios estadísticos lo obtuvieron los tratamientos: T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) con 37,52, T3 (compost a base de cascarilla de cacao con 5t/ha) con 36,20, seguidos por los tratamientos de igual promedio: T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) con 32,28 cm; el menor promedio lo obtuvo el T4 (testigo absoluto) con 26,71 cm.

Tabla 9. Altura de la planta a los 90 días

Tratamientos	n	Altura (cm)	
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	5	37,52	A
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	5	36,20	A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10 t/ha)	5	32,28	A B
Testigo	5	26,71	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Sailema, 2021

4.1.2 Días a la cosecha

En la tabla 10 se observan todos los valores promedios obtenidos al evaluar los días a la cosecha después del trasplante, de acuerdo al análisis de varianza, el coeficiente de variación de 0,13% y un p-valor de $0,6181 > 0,05$ de probabilidad; no se encontró significancia estadística entre tratamientos. Siendo el promedio estadístico de los cuatros tratamientos de 81 días a la cosecha.

Tabla 10. Días a la cosecha

Tratamientos	n	Días a la cosecha	
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10 t/ha)	5	81,07	A
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5 t/ha)	5	81,07	A
Testigo	5	81,00	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20 t/ha)	5	81,00	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Sailema, 2021

4.1.3 Frutos por plantas

En la tabla 11 se expresan todos los valores promedios obtenidos al evaluar el número de frutos de cada planta, el coeficiente de variación de 13,87% y un p-valor $0.0083 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se aceptó la hipótesis alternativa. Si se encontró significancia estadística entre tratamientos, T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5 t/ha)) con 4,71, T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) con 4,53, seguidos por los tratamientos de igual promedio: T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) con 3,77; el menor promedio lo obtuvo el T4 (testigo absoluto) con 3,36 número de frutos por plantas.

Tabla 11. Frutos por plantas

Tratamientos	n	Nº de Frutos por plantas	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	5	4,71	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	5	4,53	A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	5	3,77	A B
Testigo	5	3,36	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Sailema, 2021*

4.1.4 Peso del fruto (g)

En la tabla 12 se muestran todos los valores promedios obtenidos al evaluar el peso del fruto, el coeficiente de variación 11,46% y un $0,0141 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se aceptó la hipótesis alterna. Si se encontró significancia estadística entre tratamientos, los mayores promedios estadísticos lo obtuvieron los tratamientos: T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) con 69,20 g, T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) con 61,80 g, seguidos por el tratamiento: T4 (testigo absoluto) con 56,80 g y el menor de los tratamientos T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) con 52,60 g.

Tabla 12. Peso del fruto (g)

Tratamientos	n	Peso del fruto (g)	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	5	69,20	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	5	61,80	A B
Testigo	5	56,80	A B
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	5	52,60	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Sailema, 2021*

4.1.5 Longitud del fruto (cm)

En la tabla 13 se muestran todos los promedios obtenidos al evaluar la longitud del fruto, el coeficiente de variación 3,58% y un $0,0749 < 0,05$ de probabilidad; por lo que se aceptó la hipótesis nula. No se encontró significancia estadística entre tratamientos, los mayores promedios estadísticos lo obtuvieron los tratamientos: T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) 10,84 cm, T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) con 10,74 cm, T4 (testigo absoluto) con 10,32cm, seguidos por el menor de los tratamientos T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) con 10,27 cm.

Tabla 13. Longitud del fruto (cm)

Tratamientos	n	Longitud del fruto (cm)	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	5	10,84	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	5	10,74	A
Testigo	5	10,32	A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	5	10,27	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Sailema, 2021*

4.1.6 Diámetro del fruto (cm)

En la tabla 14 se indican todos los promedios obtenidos al evaluar el diámetro del fruto, el coeficiente de variación 7,06% y un $0,1066 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se aceptó la hipótesis nula. No se encontró significancia estadística entre tratamientos, los mayores promedios estadísticos lo obtuvieron los tratamientos: T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) con 4,86 cm, T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20 t/ha)) 4,53 cm, seguidos por los tratamientos de promedio: T4 (testigo absoluto) con 4,47 cm y el menor de los tratamientos T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) con 4,32 cm.

Tabla 14. Diámetro del fruto (cm)

Tratamientos	n	Diámetro del fruto (cm)	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	5	4,86	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	5	4,53	A
Testigo	5	4,47	A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	5	4,32	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Sailema, 2021*

4.1.7 Peso húmedo de la raíz (g)

En la tabla 15 se expresan todos los promedios obtenidos al evaluar la altura del fruto, el coeficiente de variación 23.20% y un $0,0108 < 0.05$: si se encontró significancia estadística entre tratamientos, los mayores promedios estadísticos lo obtuvieron los tratamientos: T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) con 8,14 g, T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) con 6,76g y, seguidos por los tratamientos de promedio: T4 (testigo absoluto) con 5,33 g y el menor de los tratamientos T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) con 4,64 g.

Tabla 15. Peso húmedo de la raíz (g)

Tratamientos	n	Peso húmedo de la raíz (g)		
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	5	8,14	A	
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	5	6,76	A	B
Testigo	5	5,33	B	
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	5	4,64	B	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Sailema, 2021*

4.1.8 Peso seco de la raíz (g)

En la tabla 16 se evidencian todos los promedios obtenidos al evaluar la altura del fruto, con un coeficiente de variación 17,30% y un $0,0001 < 0,05$: si se encontró significancia estadística entre tratamientos, los mayores promedios estadísticos lo obtuvieron los tratamientos: T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) 4,74 g y T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) con 2,88 g, seguidos por los tratamientos de promedio: T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) con 2,21 g y el menor de los tratamientos T4 (testigo absoluto) con 1,77 g .

Tabla 16. Peso de la raíz en seco (g)

Tratamientos	n	Peso seco de la raíz (g)		
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	5	4,74	A	
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	5	2,88	B	
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	5	2,21	B	C
Testigo	5	1,77	C	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Sailema, 2021*

4.1.9 Largo de la raíz (cm)

En la tabla 17 se observan todos los promedios obtenidos al evaluar el largo de la raíz, con un coeficiente de variación 8,11% y un $0,0104 < 0,05$ de probabilidad; por lo que se aceptó la hipótesis alterna. Si se encontró significancia estadística entre tratamientos, los mayores promedios estadísticos lo obtuvieron los tratamientos: T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) con 17,50 cm y T1 (compost a base de residuos de cacao con (20t/ha) con 15,71cm, seguidos por el tratamiento: T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) con 15,35 cm y el menor de los tratamientos T4 (testigo absoluto) con 14,16 cm.

Tabla 17. Largo de la raíz

Tratamientos	n	Largo de la raíz (cm)	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	5	17,50	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	5	15,71	A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	5	15,35	A B
Testigo	5	14,16	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Sailema, 2021

4.2 Identificación del tratamiento que incidirá en el rendimiento del cultivo de pimiento.

4.2.1 Rendimiento (kg/ha)

En la tabla 18 se muestran los valores promedio obtenidos al evaluar el rendimiento del cultivo, según el análisis de varianza, el coeficiente de variación 23,19% y un p-valor de: $0,0144 < 0,05$ de probabilidad; por lo que se aceptó la hipótesis alternativa, en la que si se encontró significancia estadística entre tratamientos, los promedios estadístico más alto los obtuvieron los tratamientos: T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) 9790,31kg/ha y T1 (compost a base de cascarilla de cacao con

(20t/ha)) con 8983,95kg/ha, seguidos por los tratamientos de promedio: T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) con 7979,78 kg/ha y el menor de los tratamientos T4 (testigo absoluto) con 5366,21kg/ha.

Tabla 18. Rendimiento (kg/ha)

Tratamientos	n	Rendimiento (kg/ha)	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	5	9790,31	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	5	8983,95	A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	5	7979,78	A B
Testigo	5	5366,21	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Sailema, 2021

4.3 Realización del análisis económico de cada uno de los tratamientos en relación beneficio-costos

4.3.1 Análisis económico (b/c)

Después de haber obtenido los rendimientos del cultivo de pimienta en (kg/ha), se realizó una investigación de mercado para determinar el precio comercial del fruto cuyo valor es de \$ 0.80; para determinar cuál tratamiento fue factible de forma estadística se determinó mediante la fórmula ingresos/costos.

Tabla 19. Análisis económico en el cultivo de pimienta

Tratamientos	Rend. (kg/parcela)	Precio comercial (\$/kg)	Bien bruto \$	Costo de prod \$	Bien neto\$	Relación B/C
T1 Compost 20t/ha	3639	0.80	2911,20	1607	1304,20	0.81
T2 Compost 10t/ha	3575	0.80	2860,00	1527	1333,00	0.87
T3 Compost 5t/ha	5590	0.80	4472,00	1547	2925,00	1.89
T4 Testigo absoluto	3000	0.80	2400,00	1332	1068,00	0.80

Sailema, 2021

En la tabla 19 se demuestran todos los promedios obtenidos al realizar la valoración económica del cultivo de pimiento, se determinó que el mejor tratamiento en relación beneficio/costos la obtuvo el T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) con un valor de 1.89 equivalente a que por cada dólar invertido se obtiene 0.89 centavos de ganancia; seguido por el T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) con un valor de 0.87; el T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) con 0.81 y por último el T4 (testigo absoluto) con un valor de 0.80; equivalente al valor mínimo de ganancia por cada dólar invertido.

5. Discusión

El propósito de investigación es estudiar la aplicación del abono orgánico a base de cascarilla de cacao (compost). Se utilizaron varias dosis (20t/ha, 10t/ha, 5t/ha) y un testigo absoluto. Después de haber llevado a cabo la parte experimental en campo y en base al segundo objetivo específico se observó el efecto en el comportamiento agronómico del cultivo de pimiento, en el que se evaluó las siguientes variables: altura de las plantas a los 30, 60 y 90 días, peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto y rendimiento por parcela; ya que si hubo significancia estadística en las parcelas comparadas, sin embargo, el tratamiento T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) presentó la mayor altura a los 90 días con 37,52 cm, mientras que la aplicación del T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)), sobresalió al resto de tratamientos en cuestiones de las variables a evaluar, y el de menor porcentaje de resultado fue: T4 (testigo absoluto), por tanto, acorde con Pinedo, Virgen y Aguilar (2015), mostró que el uso de compost de cascarilla de cacao en cultivos de pimiento puede verificar los efectos de tres niveles de compost (5, 7.5 y 8 kg / m²), produciendo un buen efecto económico equivalente al 80% de la productividad, aumentando así el rendimiento de frutos. La cascarilla de cacao, como cualquier abono orgánico que contenga macronutrientes y micronutrientes, contribuye al suelo en términos de nutrición, esto es un elemento importante para el desarrollo de microorganismos. Cuando estos microorganismos interactúan con los abonos descomponen la materia orgánica, enriqueciendo el suelo y mejorando la textura de la tierra.

De la Cruz (2018), menciona que se ha reportado que, al aplicar microorganismos eficientes con dosificación del 20 % sobre el compost de cascarilla de cacao ha sido más eficaz en la aceleración del proceso de descomposición de nutrientes

optimizando los suelos ya que posee un alto contenido de potasio mejorando la deficiencia de potasio en las plantas logrando resultados favorables en la productividad de los cultivos hortícolas.

La tabulación estadística correspondiente muestra que se obtiene significancia estadística en la variable rendimiento del cultivo, siendo los tratamientos de mayor promedio T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) y T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) que de acuerdo Telenchana (2018), expresa que los beneficios del compost sobre el crecimiento y desarrollo, tanto de la parte aérea, como del sistema radicular en volumen y longitud de raíces, presenta diferencia estadística significativa entre el material principal cascarilla de cacao sobre el testigo cuyos valores medios generales son (18.47g/m² y 18.53 g/m², respectivamente) son superiores al testigo (7.51 g/m²). Facilitando así al desarrollo óptimo de las plantas deseada y la obtención de un alto rendimiento y productividad del cultivo de pimiento.

Se realizó el respectivo análisis económico en el que se determinó al tratamiento T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) el de mayor valoración económica con un valor de 1.89 equivalente a que por cada dólar invertido se obtiene 0.89 centavos de ganancias, como expresa Pinedo *et al.* (2015), los beneficios sobre el efecto del compost en algunos indicadores del crecimiento y productividad del pimiento, tuvo como respuesta un incremento en el rendimiento de los frutos, disminuyendo el costo por peso y la relación costo beneficio siendo favorable del \$0.40 ha (40,7%) y \$0.53 ha (53%).

Con base en los resultados de la hipótesis de investigación propuesta en el Capítulo 1 del presente trabajo de investigación, se observaron los efectos sobre el comportamiento agronómico del pimiento, en el cual se evaluaron las siguientes variables: altura de la plantas de 30, 60 y 90 días, peso del fruto, longitud del fruto,

diámetro del fruto y rendimiento por parcela; debido a la importancia estadística en el cuadro de comparación, se comprobó la hipótesis alternativa en dicho trabajo de experimentación.

6. Conclusiones

Según los resultados conseguidos de la investigación se extraen las siguientes conclusiones:

En lo que respecta a comportamiento agronómico se determinó que el mejor tratamiento fue el T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)), el cual presentó la mayor altura a los 90 días con 37,52 cm, mientras que la aplicación del T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)), sobresalió al resto de tratamientos en cuestiones del peso del fruto, longitud del fruto y diámetro del fruto.

Los tratamientos T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)), seguido por el tratamiento T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)) fueron los de mayores promedios en cuanto a productividad y rendimiento del cultivo, con valores de 9790 kg/ha y 8983 kg/ha respectivamente.

En cuanto a la valoración económica el de mayor promedio fue el tratamiento T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) con 1,89 en relación Beneficio/Costo, seguido por el tratamiento T2 (compost a base de cascarilla de cacao con (10t/ha)) el cual obtuvo un valor en la relación de 0,87, y el menor valor el T4 (testigo absoluto) con un valor de 0,80.

El mejor tratamiento del estudio, de acuerdo a todas las variables evaluadas, fue T3 (compost a base de cascarilla de cacao con (5t/ha)) y T1 (compost a base de cascarilla de cacao con (20t/ha)).

7. Recomendaciones

Según la investigación actual, se puede recomendar:

El uso del abono orgánico a base de cascarilla de cacao en dosis de 5t/ha y 20t/ha; como técnica orgánica para la productividad y rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en la zona de Sitio Nuevo, provincia del Guayas.

Dado que es beneficioso para las características agronómicas, el rendimiento y la productividad de los cultivos de pimiento, los productos a base de cáscara de cacao deben usarse de manera efectiva para complementar el suelo agrícola.

Utilizar este producto en estudio para mermar los costos de producción del cultivo. Así como también realizar más estudios en diferentes condiciones climáticas o en diferentes dosis para constatar los resultados obtenidos.

8. Bibliografía

Abarca, D., Martínez, R., Muñoz, J. J., Torres, M. P., y Vargas, G. (Noviembre de 2010). Residuos de Café, Cacao y Cladodio de Tuna: Fuentes Promisorias de Fibra Dietaria. *Tecnológica ESPOL*, 23(2), 63-69.

- Acosta. (2015). *Agricultura e información sobre el huerto*. Obtenido de <http://www.agromatica.es/la-poda-del-pimiento-en-el-huerto/>
- Acosta, S., y Villa, J. (Julio-Diciembre de 2016). Evaluación de *Trichoderma* spp como Control Biológico en una Plantación a Pequeña Escala de Cacao. *Journal of Agriculture and animal sciences*, 5(2), 8. Obtenido de <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/jals/article/view/1183/1096>
- Agromatica. (2015). ¿Qué función tienen las Trichodermas en agricultura? 2. Obtenido de <https://www.agromatica.es/trichodermas-en-agricultura/>
- Armijos, S. (2015). Respuesta del pimiento (*Capsicum annuum* L.) a la aplicación de bioestimulantes en la parroquia el Progreso. cantón Pasaje. (*Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo*). Universidad Técnica de Machala, Machala.
- Balota. (2015). Materia orgánica y actividad biológica. *Conferencias del 1er Congreso Brasileño de Plantación para la Agricultura Sostenible*. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-104576/1.%20Materia%20org%C3%A1nica%20y%20actividad%20biol%C3%B3gica.pdf>
- Biológicas. (2013). *La importancia del abono orgánico*. Medellín. Recuperado el 1 de julio de 2018
- Borrero, C., y Silva, M. (2005). Efectos de trichoderma (in vitro) en los microorganismos no patógenos descomponedores de la materia orgánica de un suelo oxisol clase IV del piedemonte llanero Orinoquia. *Orinoquia*, 9(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/896/89690202.pdf>

- Calle, T. (2017). Utilización de cascara de cacao (*Theobroma cacao*) fermentada en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento. (*Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Castellanos, L. (Enero de 2015). *Incidencia de Phytophthora nicotianae Breda de Haan en el cultivo del tabaco, durante cinco campañas en el municipio de Cabaiguán*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-control_de_canilla_negra_en_tabaco.pdf
- Cedeño, R. C., y Sabando, L. M. (2016). Evaluación de tres frecuencias de aplicación de biol de bovino en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*). (*Tesis de grado. Ingeniero Agrícola*). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí, Calceta, (Tesis de grado. ingeniero agrícola).
- Chiriboga, J. (2019). Adaptación y rendimiento de ocho variedades de pimiento (*Capsicum annum L.*) en invernadero, Cantón Riobamba, Provincia Chimborazo. (*Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo*). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba.
- Condezo, P., y Simoni, A. (2018). Eficiencia de *Lactobacillus lactis* en la producción de compost a partir de hojas de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la localidad de Puerto Nuevo, Distrito de Padre Felipe Luyando, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco. (*Tesis de grado. Ingeniero Ambiental*). Universidad de Huánuco, Huánuco.
- Constitución del Ecuador. (2008). Norma Técnica Ambiental Ecuatoriana - Suelo. Recuperado el 14 de junio de 2018, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/39/LIBRO%20VI%20Anexo%20%20Remediacion%20de%20suelos.pdf>

- cruz, M. (2019). Trichoderma: Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 1, 98-112. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>
- De la Cruz, A. (2018). Determinación de Dosificación de los Microorganismos Eficaces para compost a partir de la cáscara de Teobroma Cacao L. "cacao" Naranjos - Pardo Miguel - Rioja-2017. (*Tesis de grado. Ingeniero Ambiental*). Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba, Perú.
- Editorial. (2015). *Descomponedores*.
- Escobar, N., Mora, J., y Romero, N. (2012). Identificación de poblaciones microbianas en compost de residuos orgánicos de fincas cafeteras de Cundinamarca. *Centro de Museos*, 16(1), 75-88.
- Fertiberia. (2010). *Cultivos y Pimientos*.
- González, F. (2015). Evaluación agronómica del híbrido de pimiento Quetzal (*Capsicum annum* L.) con aplicaciones de cinco niveles de fosfito de potasio. (*Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo*). Universidad de Guayaquil, Yaguachi.
- Gordillo, F. A. (2018). Producción de compost a partir de desechos agroindustriales y su uso potencial en el mejoramiento del suelo. (*Tesis Doctoral en Agricultura Protegida*). Universidad de Almería.
- Guamangallo, J. L. (2015). Comportamiento Agronomico del cultivo de pimiento (*Capsicum annum*) con diferentes abonos orgánicos en la Finca experimental la María UTEQ. (*Tesis de grado. Ingeniero Agropecuario*). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- InfoAgro. (2011). *El cultivo de pimiento y hortalizas*. Obtenido de <https://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>

- Infoagro. (2015). Obtenido de <https://infoagro.com/mexico/podredumbre-gris-en-frutillas-botrytis-cinerea/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2013). *Generalidades del cultivo de pimiento* (Vol. 1). Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/120/10/T-UTB-FACIAG-AGR-000030.03.pdf>
- Instituto Valenciano de Microbiología . (2011). *Trichoderma spp. en abonos: cultivo cuantitativo e identificación de especies*. Obtenido de Instituto Valenciano de Microbiología: <https://www.ivami.com/es/microbiologia-de-abonos-y-fertilizantes/749-trichoderma-spp>
- Isla, E., y Andrade, B. (2015). *Propuesta para el manejo de Cacao organico*. Ministerio del ambiente , SERNANP. Lima: Fundación Conservación Internacional. Obtenido de <http://infocafes.com/portal/biblioteca/propuesta-para-el-manejo-del-cacao-organico/>
- Julca , A., Meneses, L., Blas, R., y Bello , S. (2014). La materia organica, importancia y experiencia de su uso en la Agricultura. *Scielo*, 24(1), 49-61.
- La Huerta con LUPA. (2014). Efectos de la Materia Orgánica en las Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas del suelo. Obtenido de Manejo y mantenimiento de la fertilidad del suelo.
- López, D. (2015). Generalidades acerca de la producción y conservación de semillas agrícolas. Fundación Bigott, Caracas (Venezuela)., Caracas (Venezuela). Obtenido de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRINVE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001893>

- López, P. C. (2013). Elaboración de compost a partir de cascarilla de cacao. (*Tesis de grado. Bioquímico farmacéutico*). Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Matamoros, E. (2016). Técnica de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos de cosechas de cacao. (*Tesis de grado. Magíster en impactos ambientales*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Ministerio de Agricultura, G. A. (2017). Manual técnico para el registro y control de fertilizantes, enmienda de suelo y productos afines de uso agrícola. Recuperado el 14 de junio de 2018, de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/manual-tecnico-registro-control-fertilizantes-30-05-2017.pdf>
- Morales, J. M. (2017). Propuesta de diseño de proceso industrial para la elaboración de Té decascarilla de cacao en la Provincia de Santa Elena. (*Tesis de grado. Ingeniero Industrial*). Universidad Estatal Península De Santa Elena, La Libertad, Ecuador.
- Moreno , j., y Moral, R. (2015). Compostaje. *Mundial Prensa* , 31(3), 570 p.
- Pachay, R. (2019). *Comportamiento del cultivo de pimiento (capsicum annuuml) variedad odin a la aplicación de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino en sistema semiprotegido.* Obtenido de <http://repositorio.utm.edu.ec/handle/123456789/1312>
- Pazmiño, D. J. (2013). Obtención de una infusión aromática a partir de la cascarilla de cacao de fino aroma. (*Tesis de grado. Ingeniero de Alimentos*). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.

- Perero, G. (2006). Obtención de un abono organizado por tratamiento anaeróbico a partir de la gallinaza. (*Tesis de grado. Ingeniero Químico*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Pinedo, A., Virgen, M., y Aguilar, M. (2015). Efecto del compost y humus de lombriz sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad del pimiento (*Capsicum annum*, L.). *Agrotecnia*, 39(1), 23.
- Platarun. (2014). Botánica. *Botanicus*. Obtenido de Digital del jardín Botánico: www.botanicus.org.lbiblioteca
- Ramírez, D. (2015). Análisis de las dosis óptimas de fertilización orgánica en cultivo de pimiento (*Capsicum annum*) y su incidencia en el ataque del Trips (*Frankliniella occidentalis*), en el cantón Jama. (*Tesis de grado. Ingeniero Agropecuario*). Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí extensión Bahía de Caráquez, Bahía de Caráquez.
- Reyes Pérez, J. J., Luna Murillo, R. A., Reyes Bermeo, M. d., Zambrano Burgos, D., y Vázquez Morán, V. F. (2017). Fertilización con abonos orgánicos en el pimiento (*Capsicum annum* L.) y su impacto en el rendimiento y sus componentes. *Scielo*, 44(4). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852017000400013#:~:text=Seg%C3%BAAn%20Hang%20et%20al.,puede%20explicar%20los%20resultados%20encontrados.
- Rivas, M. (2017). Efecto de tres dosis de biofertilizante a base de auxinas, citoquininas y giberelinas en el cultivo de pimiento. (*Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

- Suárez, C. A., y Carreño, S. C. (2011). *Aprovechamiento de la cascara de la mazorca de cacao como adsorbente*. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Suárez, C. A., y Carreño, S. C. (2016). Aprovechamiento de la cascara de la mazorca de cacao como adsorbente. (*Tesis de grado. Ingeniero Químico*). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Telenchana, J. J. (2018). Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (*Capsicum annum L.*). (*Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo*). Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Tovar, J. C. (2018). Evaluación de la capacidad antagonista "in vivo" de aislamientos de *Trichoderma spp* frente al hongo fitopatogéno *Rhizoctonia solani*. (*Tesis de grado. Microbiólogo Agrícola y Veterinario*). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C, Colombia.
- Valbuena, D. A., y Serrano, C. A. (2018). Aprovechamiento de la cascarilla de cacao para la generación un producto derivado en la asociación de productores orgánicos del municipio de Dibulla (APOMD). (*Tesis de grado. Ingeniero Industrial*). Universidad de la Salle, Bogotá D.C, Colombia.
- Vera, A. M. (2015). Uso de tres abonos orgánicos en el desarrollo y producción de tres variedades de pimiento (*Capsicum annum*) en el Cantón El Empalme. (*Tesis de grado. Ingeniero Agropecuario*). Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Quevedo.
- Yance, J. (2015). Comportamiento agronómico del cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*) con diferentes abonos orgánicos. (*Tesis de grado. Ingeniero Agropecuario*). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo.

9. Anexos

Tabla 7. Altura de planta 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de plantas 30 días (cm)	20	0,74	0,59	14,05

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	86,20	7	12,31	4,85	0,0084
Tratamientos	66,84	3	22,28	8,77	0,0024
Bloques	19,36	4	4,84	1,90	0,1744
Error	30,49	12	2,54		
Total	116,69	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 2,99302

Error: 2,5408 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	13,19	5	0,71 A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	12,16	5	0,71 A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	11,71	5	0,71 A
Testigo	8,32	5	0,71 A B
C.V. (%)	14,05		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 3,59261

Error: 2, 5408 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.
IV	12,70	4	0,80 A
III	12,34	4	0,80 A
V	10,89	4	0,80 A
I	10,44	4	0,80 A
II	10,35	4	0,80 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Sailema, 2021

Tabla 8. Altura de planta 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de plantas 60 días (cm)	20	0,67	0,48	17,14

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	408,32	7	58,33	3,49	0,0278
Tratamientos	228,21	3	76,07	4,56	0,0237
Bloques	180,11	4	45,03	2,70	0,0819
Error	200,33	12	16,69		
Total	608,65	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 7,67205

Error: 16,6944 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	26,85	5	1,83 A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	25,65	5	1,83 A B
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	24,70	5	1,83 A B
Testigo	18,13	5	1,83 B
C.V. (%)	17,14		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 10,21101

Error: 20.5251 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.
IV	29,06	4	2,04 A
III	24,74	4	2,04 A
V	23,00	4	2,04 A
I	22,25	4	2,04 A
II	20,13	4	2,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Sailema, 2021

Tabla 9. Altura de planta 90 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de plantas 90 días (cm)	20	0,74	0,59	10,54

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	416,89	7	59,56	4,87	0,0083
Tratamientos	253,20	3	117,73	9,63	0,0016
Bloques	63,69	4	15,92	1,30	0,3236
Error	146,69	12	12,22		
Total	563,58	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 6,56501

Error: 12,2242 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	37,52	5	1,56	A
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	36,20	5	1,56	A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	32,28	5	1,56	A B
Testigo	26,71	5	1,56	B
C.V. (%)	10,54			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 7,88018

Error: 25, 5031 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
IV	35,22	4	1,75	A
I	34,79	4	1,75	A
III	33,65	4	1,75	A
V	31,56	4	1,75	A
II	30,66	4	1,75	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 10. Días a la cosecha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días a la cosecha	20	0,87	0,79	0,13

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,93	7	0,13	11,21	0,0002
Tratamientos	0,02	3	0,01	0,62	0,6181
Bloques	0,90	4	0,23	19,15	<0,0001
Error	0,14	12	0,01		
Total	1,07	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,20395

Error: 0,0118 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	81,07	5	0,05	A
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	81,07	5	0,05	A
Testigo	81,00	5	0,05	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	81,00	5	0,05	A
C.V. (%)	0,13			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0,05)

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,24481

Error: 0, 0118 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
V	81,25	4	0,05	A
IV	81,25	4	0,05	A
III	81,00	4	0,05	B
II	81,00	4	0,05	B
I	80,67	4	0,05	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05)

Sailema, 2021

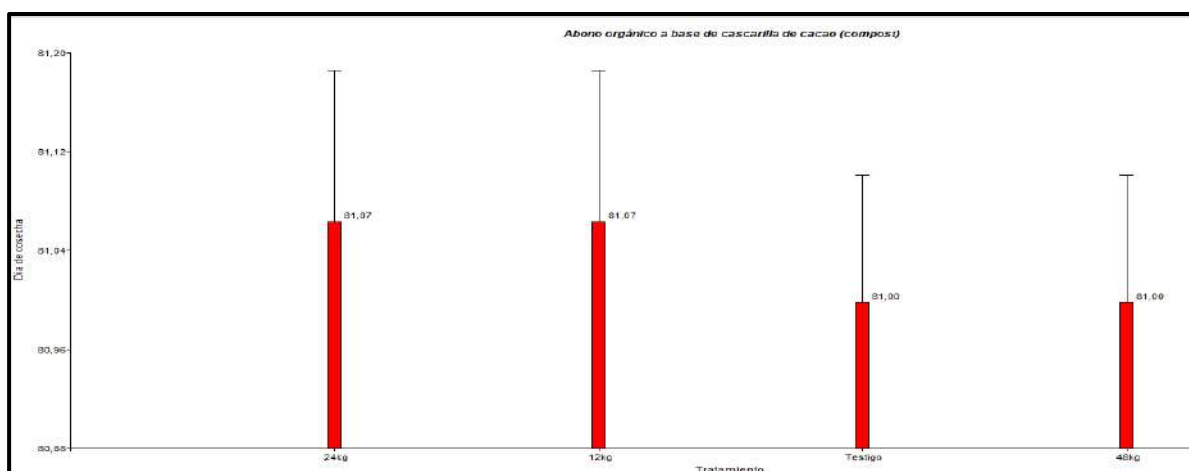


Figura 2. Días a la cosecha

Sailema, 2021

Tabla 11. Frutos por plantas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Frutos por plantas	20	0,75	0,60	13,87

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,48	7	1,64	5,09	0,0069
Tratamientos	6,06	3	2,02	6,28	0,0083
Bloques	5,41	4	1,35	4,20	0,0235
Error	3,86	12	0,32		
Total	15,34	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 1,06549

Error: 0,3220 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	4,71	5	0,25	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	4,53	5	0,25	A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	3,77	5	0,25	A B
Testigo	3,36	5	0,25	B
C.V. (%)	13,87			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 1,27893

Error: 0, 3220 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
I	5,03	4	0,28	A
II	4,19	4	0,28	A B
III	3,95	4	0,28	A B
IV	3,77	4	0,28	A B
V	3,52	4	0,28	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Sailema, 2021

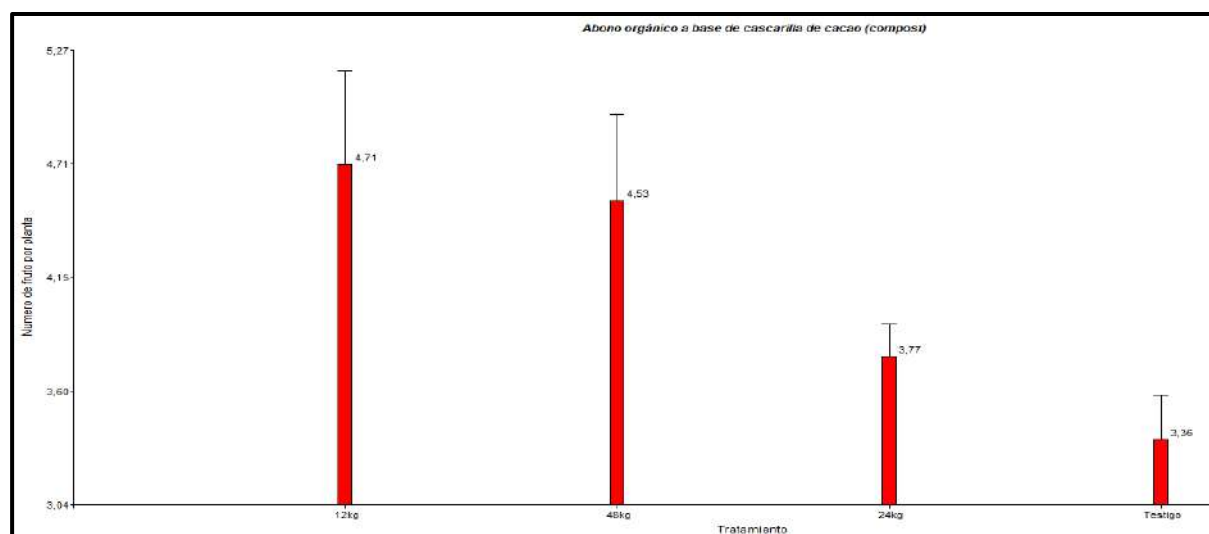


Figura 3. Frutos por plantas

Sailema, 2021

Tabla 12. Peso del fruto (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso del fruto (g)	20	0,74	0,58	11,46

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1600,50	7	228,64	4,82	0,0086
Tratamientos	764,20	3	254,73	5,37	0,0141
Bloques	836,30	4	209,08	4,41	0,0202
Error	569,30	12	47,44		
Total	2169,80	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 12,93319

Error: 47,4417 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	69,20	5	3,80	A	
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	61,80	5	3,80	A	B
Testigo	56,80	5	3,80	A	B
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	56,60	5	3,80		B
C.V. (%)	11,46				

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0,05)***Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 15,52408**

Error: 47, 4417 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.		
I	72,25	4	3,44	A	
III	59,50	4	3,44	A	B
II	59,00	4	3,44	A	B
V	56,50	4	3,44		B
IV	53,25	4	3,44		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05)

Saillema, 2021

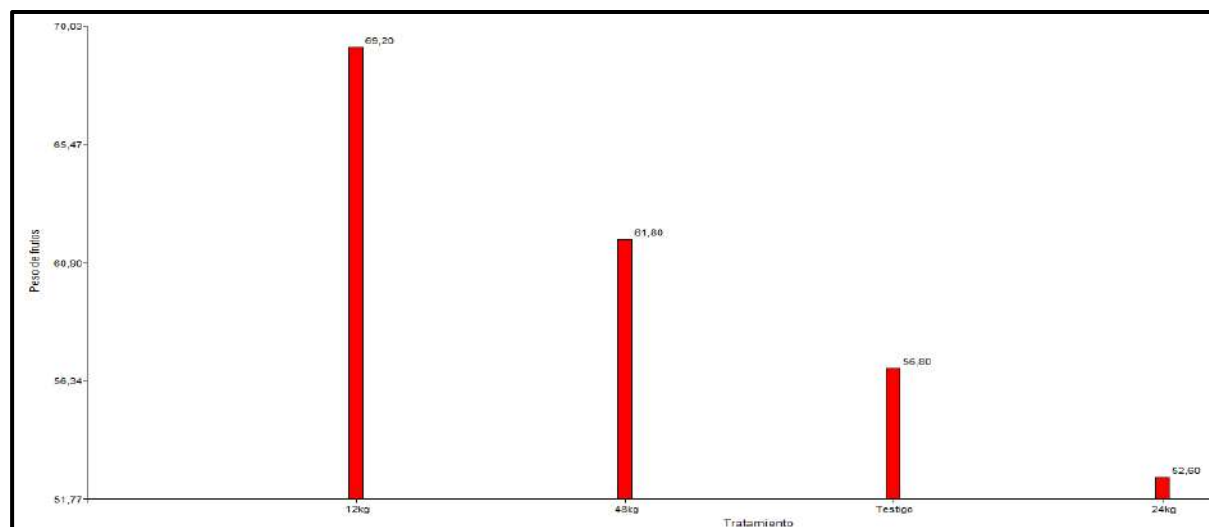


Figura 4. Peso de fruto (g)

Saillema, 2021

Tabla 13. Longitud del fruto (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud del fruto (cm)	20	0,77	0,64	3.58

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,78	7	0,83	5,81	0,0041
Tratamientos	1,26	3	0,42	2,96	0,0749
Bloques	4,51	4	0,13	7,94	0,0023
Error	1,71	12	0,14		
Total	7,48	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,70800

Error: 0,1422 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	10,84	5	0.25	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	10,74	5	0.25	A
Testigo	10,32	5	0.25	A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	10,27	5	0.25	A
C.V. (%)	3,58			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,84983

Error: 0.3169 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.		
I	11,38	4	0,19	A	
II	10,75	4	0,19	A	B
III	10,29	4	0,19	A	B
IV	10,18	4	0,19		B
V	10,12	4	0,19		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Sailema, 2021

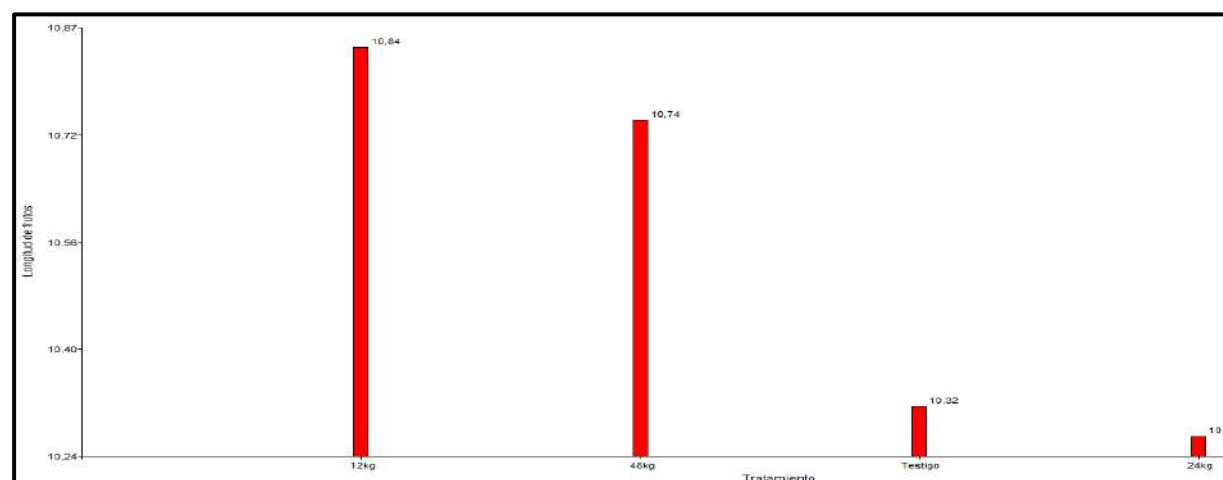


Figura 5. Longitud del fruto (cm)

Sailema, 2021

Tabla 14. Diámetro del fruto (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro del fruto (cm)	20	0,62	0,40	7.06

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,04	7	0,29	2,83	0,0546
Tratamientos	0,78	3	0,26	2,53	0,1066
Bloques	1,26	4	0,31	3,06	0,0595
Error	1,24	12	0,10		
Total	3,28	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,60256

Error: 0,1030 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	4,86	5	0.14 A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	4,53	5	0.14 A
Testigo	4,47	5	0.14 A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	4,32	5	0.14 A
C.V. (%)	7,06		

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0,05)***Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,72327**

Error: 0, 1030 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.
I	4,97	4	0,16 A
II	4,64	4	0,16 A
III	4,52	4	0,16 A
IV	4,35	4	0,16 A
V	4,25	4	0,16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p> 0.05)

Sailema, 2021

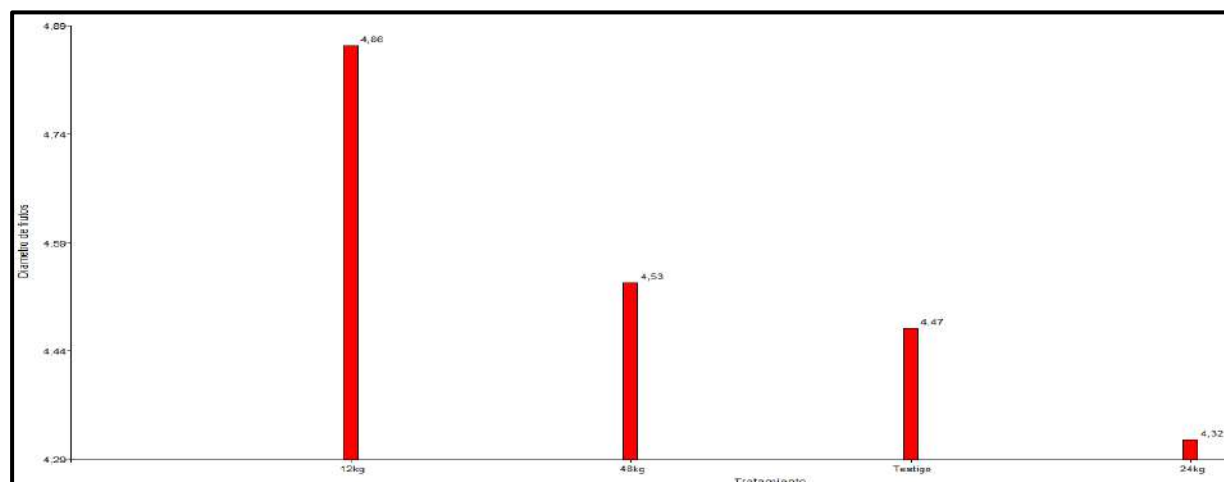


Figura 6. Diámetro del fruto (cm)

Sailema, 2021

Tabla 15. Peso de la raíz en húmedo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso húmedo de la raíz (g)	20	0,73	0,58	23.2

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	68,64	7	9,81	4,71	0,0094
Tratamientos	36,33	3	12,11	5,82	0,0108
Bloques	32,31	4	8,08	3,88	0,0301
Error	24,97	12	2,08		
Total	93,61	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 2,70872

Error: 2,0810 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	8,14	5	0.65	A	
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	6,76	5	0.65	A	B
Testigo	5,33	5	0.65		B
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	4,64	5	0.65		B
C.V. (%)	23,20				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 3,25135

Error: 2,0810 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.		
I	8,52	4	0,72	A	
II	6,36	4	0,72	A	B
V	6,04	4	0,72	A	B
III	5,41	4	0,72	A	B
IV	4,77	4	0,72		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Sailema, 2021

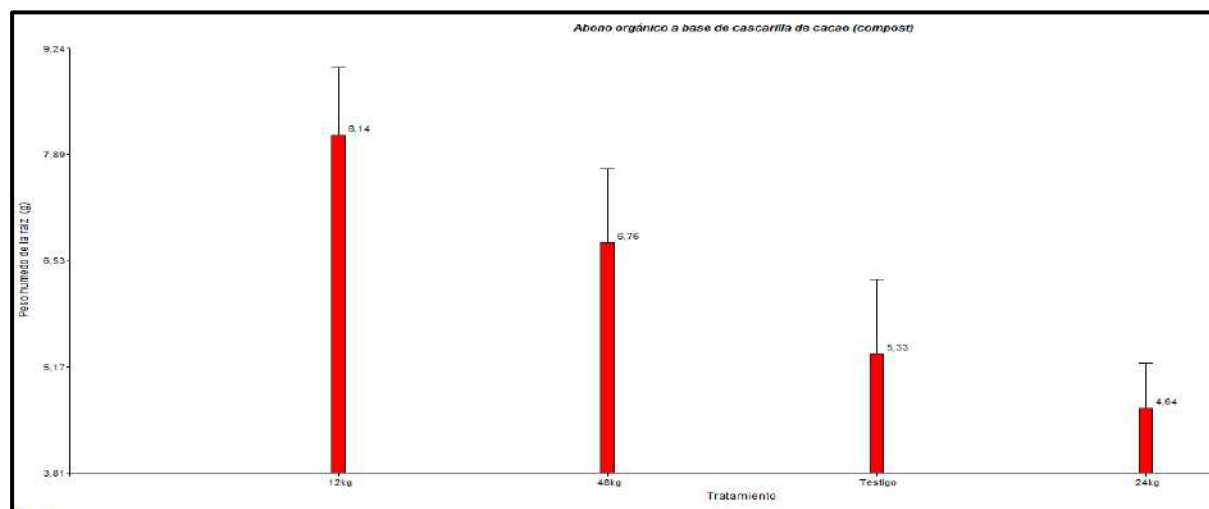


Figura 7. Peso húmedo de la raíz (g)

Sailema, 2021

Tabla 16. Peso de la raíz en seco

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso seco de la raíz (g)	20	0,93	0,89	17.30

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40,19	7	5,74	22,79	<0,0001
Tratamientos	25,76	3	8,59	34,08	<0,0001
Bloques	14,44	4	3,61	14,32	0,0002
Error	3,02	12	0,25		
Total	43,22	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,94255

Error: 0,2520 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	4,74	5	0.22	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	2,88	5	0.22	B
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	2,21	5	0.22	B C
Testigo	1,77	5	0.22	C
C.V. (%)	17,30			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 3,25135

Error: 2,0810 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
I	4,55	4	0,25	A
II	2,76	4	0,25	B
V	2,65	4	0,25	B
III	2,36	4	0,25	B
IV	2,20	4	0,25	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Saillema, 2021

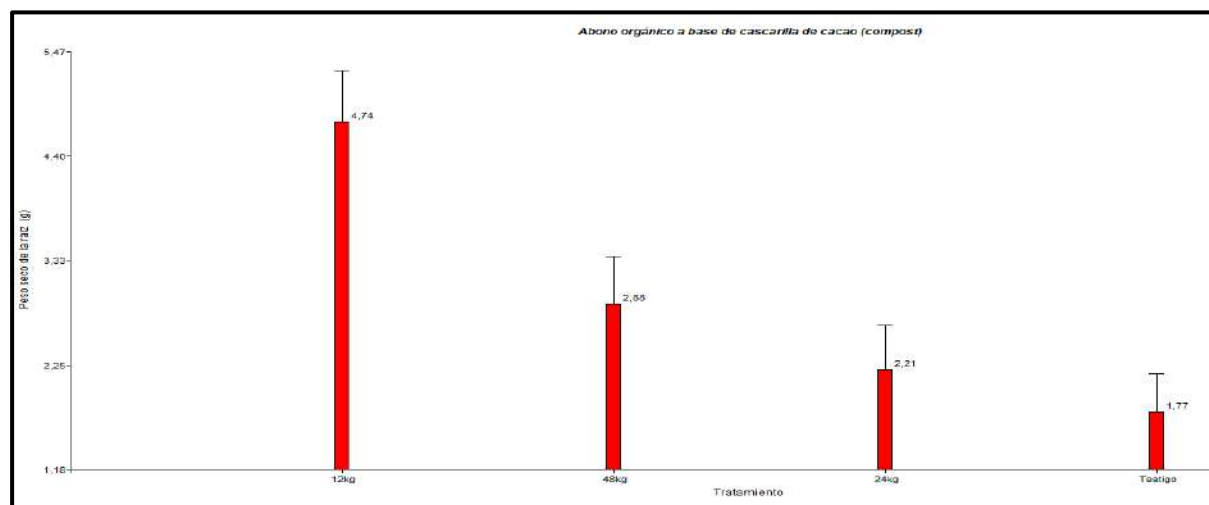


Figura 8. Peso seco de la raíz (g)

Saillema, 2021

Tabla 17. Largo de la raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo de la raíz (cm)	20	0,74	0,59	8.11

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	55,42	7	7,92	4,90	0,0081
Tratamientos	28,55	3	9,52	5,89	0,0104
Bloques	26,87	4	6,72	4,16	0,0243
Error	19,39	12	1,62		
Total	74,80	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 2,38660

Error: 1,6155 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	17,50	5	0.35	A	
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	15,71	5	0.35	A	B
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	15,35	5	0.35	A	B
Testigo	14,16	5	0.35		B
C.V. (%)	8,11				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 2,38660

Error: 1,6155 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.		
V	17,49	4	0,64	A	
IV	16,61	4	0,64	A	B
II	15,00	4	0,64	A	B
I	14,78	4	0,64	A	B
III	13,36	4	0,64		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Saillema, 2021

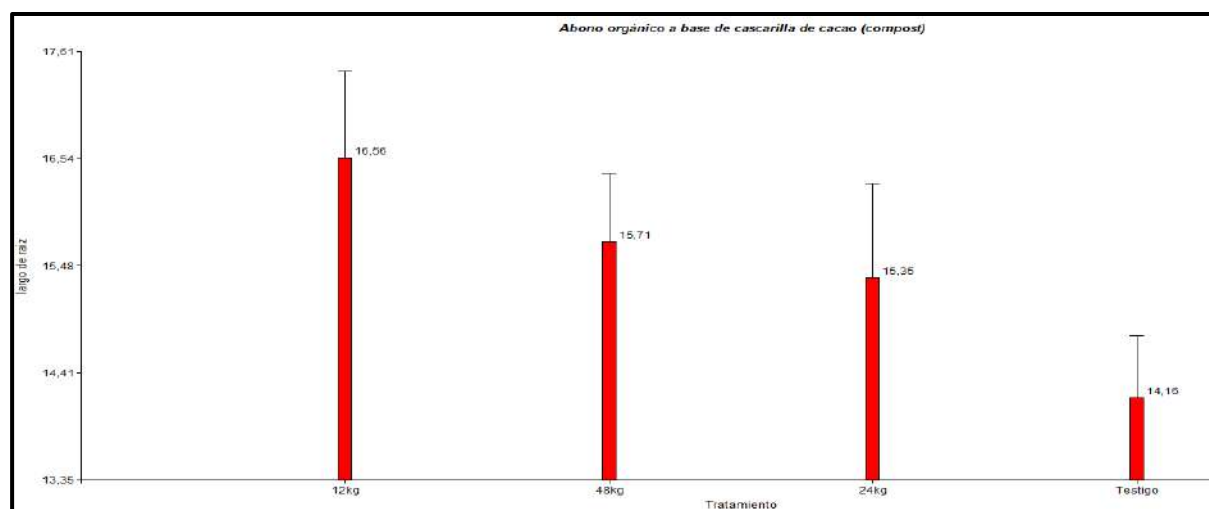


Figura 9. Largo de raíz (cm)

Saillema, 2021

Tabla 18. Rendimiento (kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	20	0,61	0,38	23,19

Cuadro de Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	64341396,53	7	9191628,08	2,65	0,0662
Tratamientos	55534985,07	3	18511661,69	5,34	0,0144
Bloques	8806411,46	4	2201602,87	0,63	0,6473
Error	41611495,65	12	3467624,64		
Total	105952892,18	19			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 3496,56631

Error: 3467624,6377 gl:12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3 Compost a base de cascarilla de cacao (5t/ha)	9790,31	5	832,78	A
T1 Compost a base de cascarilla de cacao (20t/ha)	8983,95	5	832,78	A
T2 Compost a base de cascarilla de cacao (10t/ha)	7979,78	5	832,78	A B
Testigo	5366,21	5	832,78	B
C.V. (%)	23,19			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 4197,02934

Error: 3467624,6377 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
IV	8705,45	4	931,08	A
II	8566,37	4	931,08	A
I	8376,15	4	931,08	A
V	7500,88	4	931,08	A
III	7001,46	4	931,08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Saillema, 2021

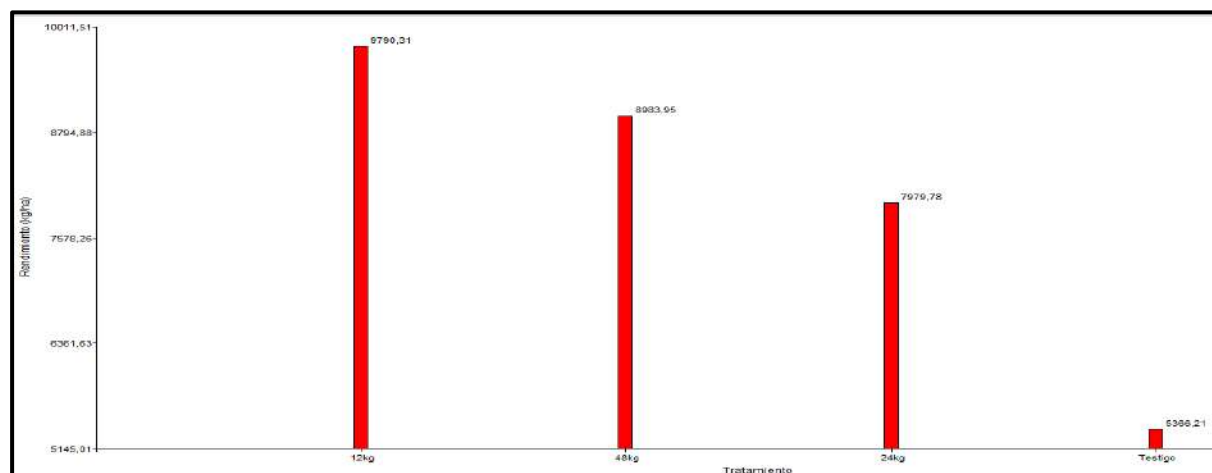


Figura 10. Rendimiento (kg/ha)

Saillema, 2021

Descripción	Unidad	cantidad		Tratamientos			
				T1	T2	T3	T4
Alquiler del terreno	m2	10000		120,00	120,00	120,00	120,00
Análisis de suelo		2		60,00	60,00	60,00	60,00
Preparación de terreno							
Arada, nivelada y surcada	Horas/maq	4		80,00	80,00	80,00	80,00
Instalación de sistema de riego		20	10	200,00	200,00	200,00	200,00
siembra							
Semillas (Híbrido F1 Quetzal)	Sobres	2		200,00	200,00	200,00	200,00
Bandeja germinadora	Unidad	40	1,25	50,00	50,00	50,00	50,00
Sustrato	Sacos	8	2,5	20,00	20,00	20,00	20,00
Llenado de bandeja	Jornal	3	10	30,00	30,00	30,00	30,00
Transplante	Jornal	10	10	100,00	100,00	100,00	100,00
Abonado							
Compost 48 kg	Sacos	5	15	75,00	0,00	0,00	0,00
Compost 24 kg	Sacos	3	15	0,00	45,00	0,00	0,00
Compost 12kg	Sacos	2	15	0,00	0,00	15,00	0,00
Aplicación	Jornal	20	10	200,00	150,00	200,00	0,00
Control de malezas	Jornal	10	10	100,00	100,00	100,00	100,00
Riego							
Agua	m3	3,600	0,02	72,00	72,00	72,00	72,00
Cosecha							
Recolección manual	Jornal	20	10	200,00	200,00	200,00	200,00
Sacos	Unidad	1000	0,1	100,00	100,00	100,00	100,00
Egresos				1607,00	1527,00	1547,00	1332,00
Producción (kg)				3639,00	3575,00	5590,00	3000,00
Precio de venta por (kg)				0,80	0,80	0,80	0,80
Beneficio				2911,20	2860,00	4472,00	2400,00
Relación				1304,20	1333,00	2925,00	1068,00
Beneficio/costo				0,81	0,87	1,89	0,80

Figura 11. Relación beneficio/costo (kg/parcela)
Sailema, 2021

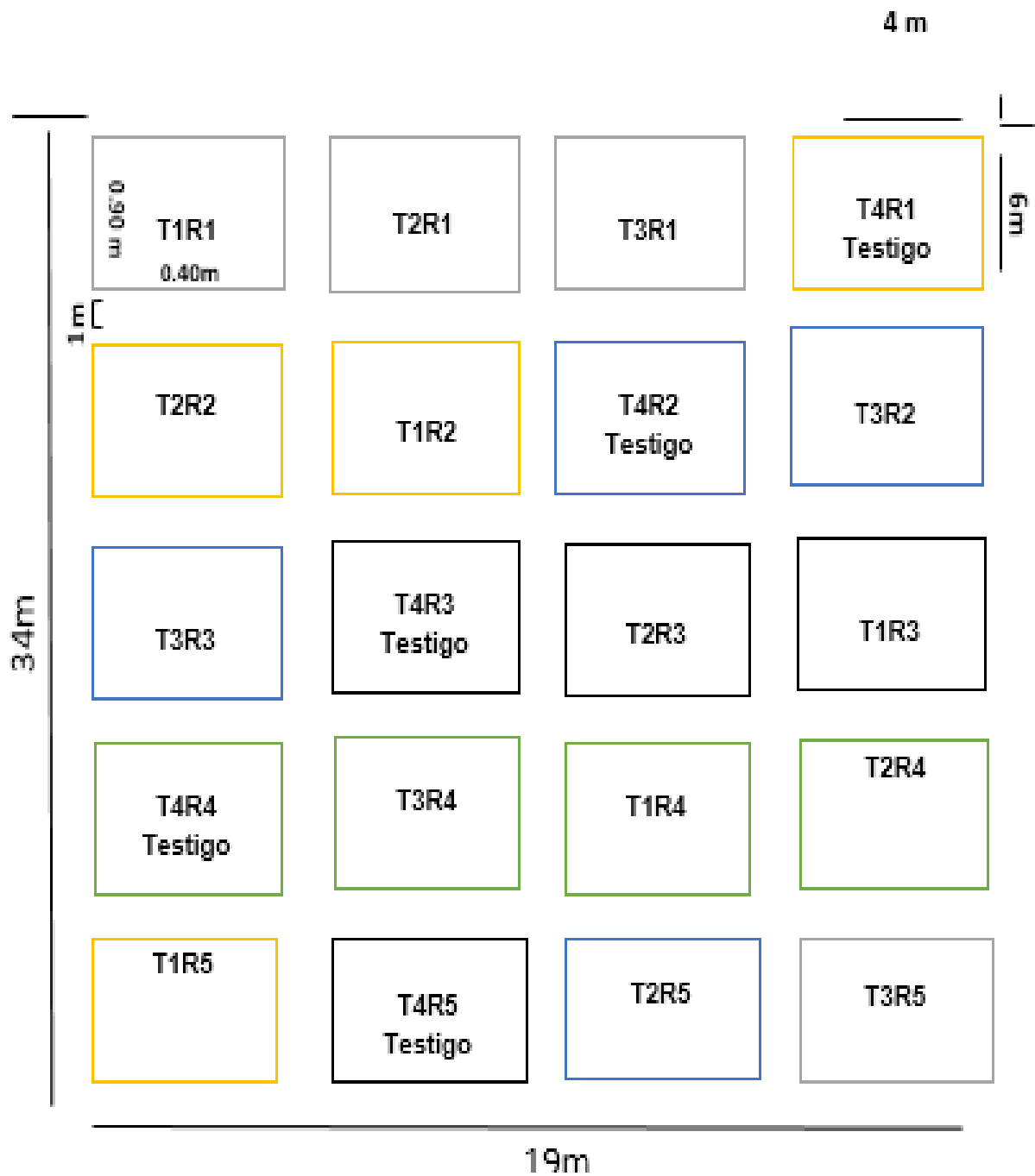
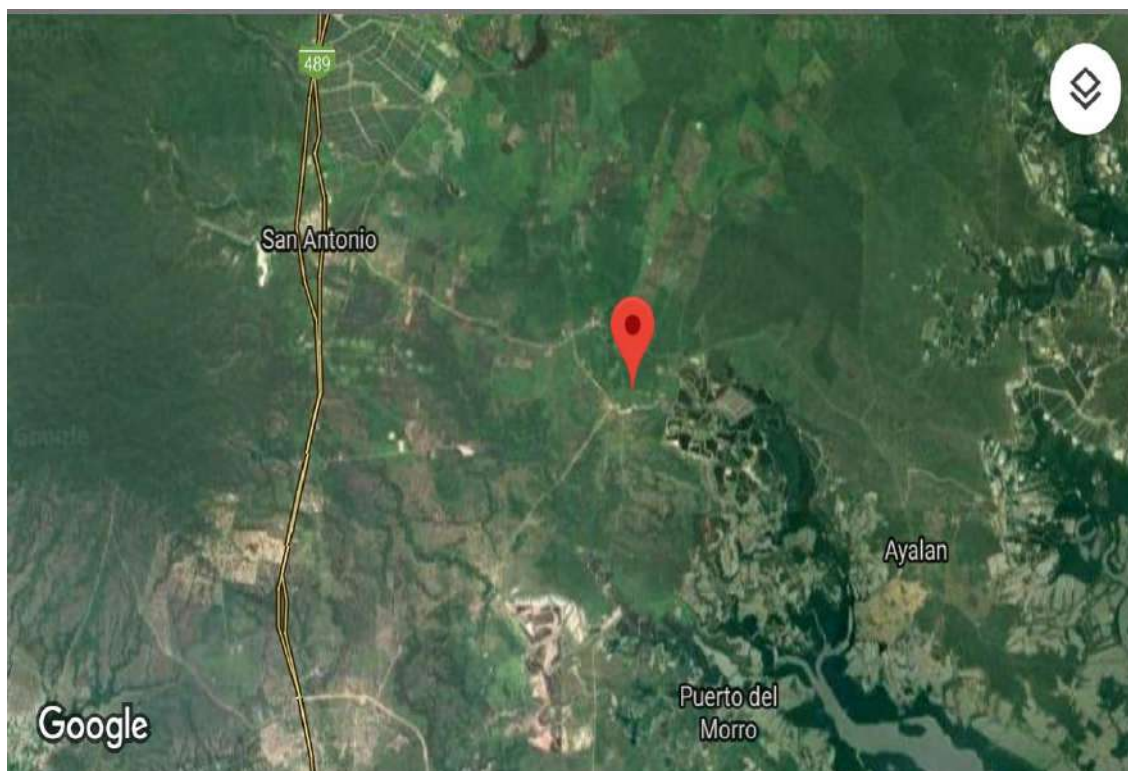



Figura 12. Diseño de parcelas experimentales
Saillema, 2021



Google Earth

Figura 13. Mapa de ubicación del trabajo experimental Sailema, 2021

 ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 26 Vía Duram - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador Teléfono: 042724260 fax: 042724261 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec																
N° LABORATORIO	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	PH	% H	% M.O	% N	ppm										C.E. m S
						P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Na		
3144	MUESTRA 1				2.8	5369	25605	11790	10400	37	5288	650	118			
3145	MUESTRA 2				2.9	10943	25706	11325	9785	35	5931	585	115			
3146	MUESTRA 3				3.1	4969	28151	9596	9310	34	5219	503	123			
3147	MUESTRA 4				3.0	5833	31305	9000	9585	36	4644	453	130			
3148	MUESTRA 5				1.9	5013	19286	13523	10505	26	7485	923	113			
3149	MUESTRA 6				2.0	3787	18274	14104	10180	25	6681	915	103			
3150	MUESTRA 7				2.0	3567	17948	14400	9825	25	6138	918	100			
3151	MUESTRA 8				2.0	3694	17363	12454	9685	24	6119	923	98			
3152	MUESTRA 9				2.0	3890	33161	13208	10150	28	5269	848	125			
3153	MUESTRA 10				2.0	3880	32299	12630	10235	26	5969	848	118			
3154	MUESTRA 11				2.0	4056	36150	13260	10850	28	5381	920	163			
3155	MUESTRA 12				1.9	4202	29693	14723	10130	26	6138	945	110			
3156	MUESTRA 13				2.7	4168	25226	5198	5475	35	990	42	113			
3157	MUESTRA 14				1.4	1204	10110	17498	7279	14	1573	127	110			
3158	MUESTRA 15				1.1	2142	26295	5584	4613	14	160	17	90			

NOTA: El Laboratorio no es responsable de la toma de las muestras
 LC: Límite de Cuantificación


 Ing. Digna Acosta Jaramillo
RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO

Figura 14. Resultados de análisis de micro y macro nutrientes Iniap, 2019

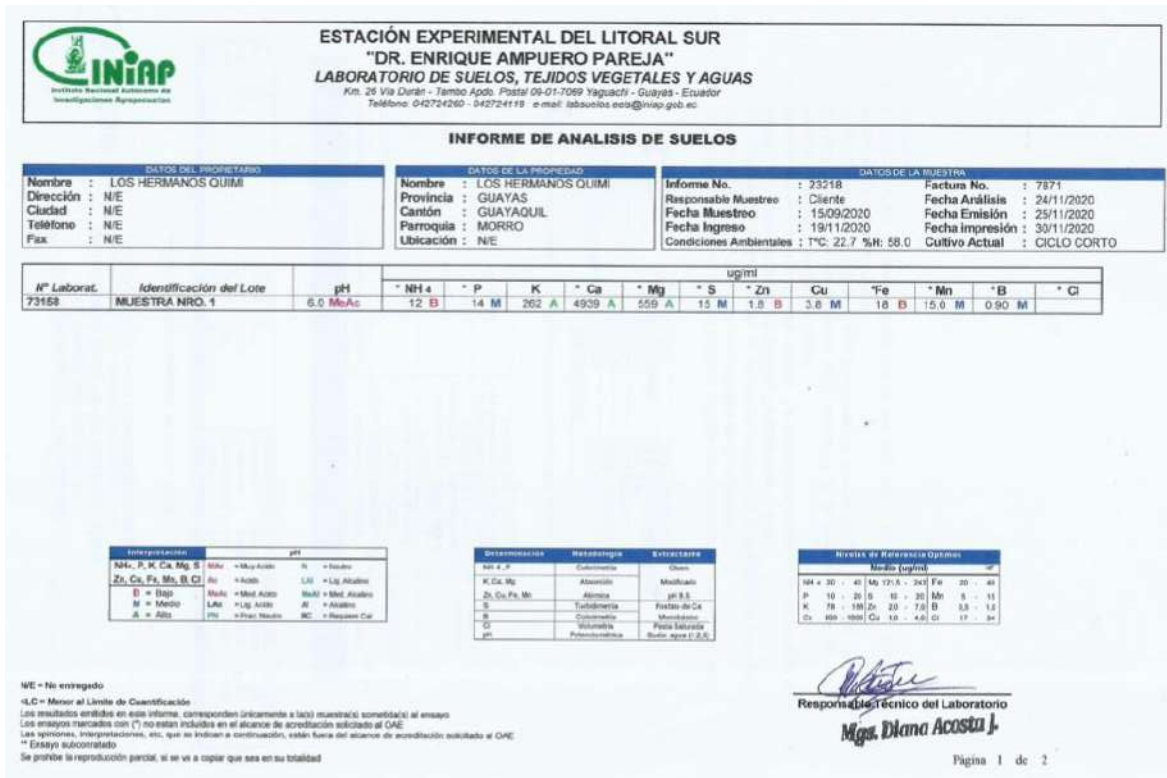


Figura 15. Análisis de suelo macro y micro elementos Sailema, 2021

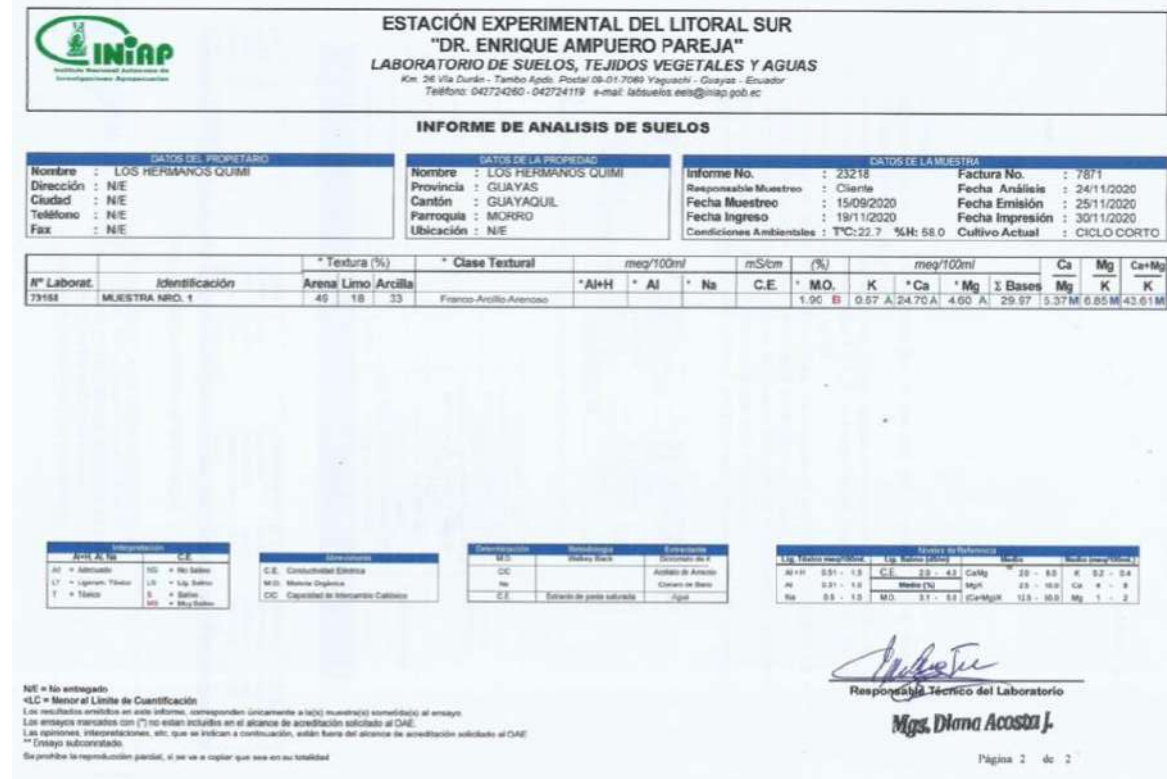


Figura 16. Análisis de suelo; materia orgánica y textura del suelo Sailema, 2021



Figura 18. Composición química del *Trichoderma harzianum* Sailema, 2021



Figura 17. Semilla de pimiento (*Quetzal*) Sailema, 2021



Figura 19. Recolección de compost Sailema, 2021



Figura 20. Semillero de pimiento Sailema, 2021



Figura 21. Delimitación del terreno Sailema, 2021



Figura 22. Aplicación del compost Sailema, 2021



Figura 24. Elaboración del reservorio Sailema, 2021



Figura 23. Instalación del riego por goteo Sailema, 2021



Figura 26. Trasplante Sailema, 2021



Figura 25. Tamizado de la muestra de suelo Sailema, 2021



Figura 27. Materiales a usar
Saillema, 2021



Figura 28. Aplicación del
Trichoderma harzianum
Saillema, 2021



Figura 30. Cultivo de pimiento
establecido
Saillema, 2021



Figura 29 Riego por goteo
Saillema, 2021



Figura 32. Aporque
Saillema, 2021



Figura 31. Cuajado del fruto
Saillema, 2021



Figura 34. Limpieza de maleza
Saillema, 2021



Figura 33. Poda de chupones
Saillema, 2021



Figura 35. Toma de datos a los
30 días
Saillema, 2021



Figura 36. Tutoreo
Saillema, 2021



Figura 38. Toma de datos a los
60 días
Saillema, 2021



Figura 37. Longitud del fruto
Saillema, 2021



Figura 39. Visita del tutor e inspección de trabajo experimental Sailema, 2021



Figura 40. Primera cosecha a los 70 días Sailema, 2021



Figura 41. Peso de 10 pimientos Sailema, 2021



Figura 42. Diferencia entre tratamientos Sailema, 2021



Figura 44. Rendimiento de la primera cosecha
Saillema, 2021



Figura 43. Peso de cada fruto en el laboratorio
Saillema, 2021



Figura 45. Segunda cosecha
a los 80 días
Saillema, 2021



Figura 46. Peso de pimiento
para rendimiento kg/ha
Saillema, 2021



Figura 47. Rendimiento de la segunda cosecha
Saillema, 2021



Figura 49. Tercera cosecha a los 90 días Sailema, 2021



Figura 48. Rendimiento de la tercera cosecha Sailema, 2021



Figura 51. Muestra de raíz Sailema, 2021



Figura 50. Largo de la raíz Sailema, 2021



Figura 52. Muestra raíz en húmedo Sailema, 2021



Figura 54. Peso de la raíz
Saillema, 2021



Figura 53. Secado de la raíz
en estufa
Saillema, 2021



Figura 55. Muestra raíz en seco
Saillema, 2021