

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA



EFFECTO DE FUENTES ORGÁNICAS EN EL RENDIMIENTO DEL *Theobroma*
***cacao* L. (CACAO) EN EL SUELO DEL CENTRO POBLADO TANANTA -**
TOCACHE

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES MENCIÓN
CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

ÁNGEL USHIÑAHUA ESPINOZA

Tingo María – Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°006-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 12 julio del 2022 a horas 07:00 p. m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la Tesis titulada:

“EFECTO DE FUENTES ORGANICAS EN EL RENDIMIENTO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL CENTRO POBLADO TANANTA-TOCACHE”

Presentado por la Bachiller: **USHIÑAHUA ESPINOZA ANGEL**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 26 de enero de 2023

Dr. ROBERTO OBREGON PEÑA
PRESIDENTE

Ing. M.Sc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
MIEMBRO



Ing. JAIME TORRES GARCÍA
MIEMBRO

Ing. M.Sc. JOSE DOLORES LEVANO CRISOSTOMO
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 046 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:

Facultad de Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DE FUENTES ORGÁNICAS EN EL RENDIMIENTO DEL <i>Theobroma cacao</i> L. (CACAO) EN EL SUELO DEL CENTRO POBLADO TANANTA - TOCACHE	ÁNGEL USHINAHUA ESPINOZA	22% Veintidós

Tingo María, 03 de marzo de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA



EFECTO DE FUENTES ORGÁNICAS EN EL RENDIMIENTO DEL
***Theobromacacao* L. (CACAO) EN EL SUELO DEL CENTRO POBLADO**
TANANTA - TOCACHE

Autor : Ángel, Ushiñahua Espinoza

Asesor : Ing. MSc. José Dolores, Lévano Crisóstomo

Programa : Ciencias básicas

Línea de Investigación : Ecología y conservación de suelos

Eje temático de investigación : Manejo de abonos orgánicos.

Lugar de ejecución : Centro poblado Tananta -

TocacheDuración : Seis meses

Financiamiento : Propio: S/. 5 746,30

Tingo María – Perú.

2022

DEDICATORIA

Estoy profundamente agradecido con Dios por brindarme la oportunidad de vivir para ser feliz ejerciendo mi carrera. Nunca me alcanzaran palabras para expresar esta enorme dicha. Sencillamente gracias.

A mis padres, Cesar Augusto Ushiñahua Puyo y Adela Espinoza, por ser el apoyo moral y espiritual necesario para continuar cuando las dificultades se presentaron y por sus sabiosconsejos y sus perseverancias.

A mis hermanos Erick, Martha y Juan, por todosu amor y apoyo moral y fraternal

A mi pareja quien ha sido mi principal fuente de inspiración para terminar mis estudios.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables por ser mi alma mater y acogerme con sus enseñanzas.

Este logro se lo debo primeramente a mi padre Cesar Augusto Ushiñahua Puyo, quien me hizo darme cuenta que el dinero no tiene validez sino las ganas de hacer las cosas con amor; a mi madre Adela Espinoza, porque a pesar de mis tropezones siempre estuvo para sanar mis heridas y hacerme caminar de nuevo.

A mi asesor Ing. MSc. José Dolores Lévano Crisostomo; por su valiosa colaboración y supervisión de la tesis.

A los miembros del jurado de tesis, Dr. Roberto Obregón Peña, MSc. Juan Pablo Rengifo Trigozo, Ing. Jaime Torres García, y Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez por su colaboración en el presente trabajo.

A todos los docentes que me acompañaron a lo largo de este proceso, quienes me guiaron y forjaron como un profesional integro en mi área.

A mis compañeros y amigos que siempre me brindaron el apoyo incondicional frente a cada evaluación de la vida.

ÍNDICE

	Pág
I INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Objetivo general	12
1.2 Objetivos específicos.....	13
II REVISIÓN DE LITERATURA	14
2.1 Antecedentes	14
2.2 Marco teórico	17
2.2.1 Fuentes orgánicas	17
2.2.2 Fuentes de compuestos orgánicos.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3 Características de los compuestos orgánicos.....	17
2.2.4 Principales fuentes de compuestos orgánicos.....	18
2.2.5 <i>Theobroma cacao</i> L.....	19
2.2.6 Aspectos generales del cacao	20
2.2.7 Importancia.....	21
2.2.8 Requerimientos de suelos y agua	22
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1 Localización del campo experimental	27
3.1.1 Ubicación política.....	27
3.1.2 Ubicación geográfica.....	27
3.1.3 Ubicación ecológica	27
3.1.4 Clima	27
3.1.5 Fisiografía.....	28
3.1.6 Relieve y suelo	28
3.1.7 Accesibilidad	28
3.2 Materiales y métodos.....	28
3.2.1 Materiales	28
3.2.2 Equipos	28
3.3 Método y diseño de la investigación	29
3.3.1 Enfoque metodológico de la investigación.....	29
3.3.2 Tipo de investigación	29
3.3.3 Componentes en estudio.....	29
3.3.4 Diseño de la investigación.....	30

3.4	Metodología	30
3.4.1	Determinar el efecto de cada una de las fuentes orgánicas en el rendimiento del <i>Theobroma cacao</i> L. Mart. (cacao) en el suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta	30
3.4.2	Determinar el efecto de las fuentes orgánicas antes y después en las propiedades químicas del suelo con <i>Theobroma cacao</i> L. Mart por cada tratamiento	32
3.4.3	Procesamiento de datos	33
3.4.4	Análisis de datos.....	33
3.4.5	Comparar cada uno de las dosis las fuentes orgánicas en el rendimiento del <i>Theobroma cacao</i> L. Mart. (cacao) en un suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta	33
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		34
4.1	Determinar el efecto de cada uno de las fuentes orgánicas en el rendimiento del <i>Theobroma cacao</i> L. Mart. (cacao) en el suelo del centro poblado Santa rosa de Tananta	34
4.2	Determinar el efecto de las fuentes orgánicas antes y después de la dosificación en las propiedades químicas del suelo con <i>Theobroma cacao</i> L. Mart. (cacao) por cada tratamiento	36
4.2.1	Testigo	36
4.2.2	Hojarasca	38
4.2.3	Compost palma.....	39
4.2.4	Ceniza de palma	40
4.2.5	Ceniza + lodo palma + compost palma	41
4.3	Comparar cada una de las dosis de las fuentes orgánicas en el rendimiento del <i>Theobroma cacao</i> L. Mart. (cacao) en el suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta	

V CONCLUSIONES.....	45
VI RECOMENDACIONES	46
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXO.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Parámetros técnicos para el establecimiento del cultivo de cacao.....	25
2. Niveles y dosificación por tratamientos.....	30
3. Propiedades físicas y químicas a evaluar para encontrar el rendimiento.....	32
4. ANVA de rendimiento por las diferentes fuentes orgánicas incorporadas en las parcelas en estudio.....	34
5. Medias de rendimiento (tha-1), producida por los diferentes tratamientos, en las parcelas en estudio según prueba Duncan $\alpha=0,05$	35
6. Comportamiento de las propiedades químicas al inicio y al final del establecimiento del tratamiento testigo (To) según la Prueba T.....	37
7. Comportamiento de las propiedades químicas del suelo al inicio y al final de la incorporación de ceniza según la Prueba T1	38
8. Comportamiento de las propiedades químicas del suelo al inicio y al final de la incorporación de compost según la Prueba T2	39
9. Comportamiento de las propiedades químicas del suelo al inicio y al final de la incorporación de Ceniza de palma según la Prueba T	41
10. Comportamiento de las propiedades químicas del suelo al inicio y al final de la incorporación de ceniza + lodo + compost según la Prueba T	42
11. Comparación en cada uno de las dosis con fuentes orgánicas en el rendimiento del Teobroma cacao L. Mart. (cacao).....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Producción del cultivo cacao por región en el año 2 002	22
2. Rendimiento de cacao por efecto de las fuentes orgánicas incorporadas en el suelo ...	36
3. Evaluación en campo	52
4. Georreferenciación de parcela	52
5. Parcela de cacao	53
6. Análisis de suelos.....	54
7. Análisis de suelos.....	55

RESUMEN

El estudio realizado tuvo como objetivo determinar el efecto de cada una de las fuentes orgánicas antes y después de su dosificación en las propiedades químicas del suelo y comparar esta dosificación con el rendimiento del *Theobroma cacao* L. (cacao) en el suelo del centro poblado Tananta perteneciente al distrito y provincia de Tocache. Las fuentes orgánicas utilizadas fueron ceniza y compost de Palma Aceitera y lodo. Se evaluó el efecto de fuentes orgánicas sobre el rendimiento de *Theobroma cacao* L. (cacao). Se utilizó el Diseño de Bloques completamente al Azar – DBCA con 4 tratamientos y 3 repeticiones, se realizaron pruebas ANVA y TUKEY (α : 0,05). Según ANVA el rendimiento del cacao presenta un efecto directamente influenciado por las fuentes orgánicas y son altamente significativas, mientras que por TUKEY presentan diferencias estadísticas entre tratamientos, el efecto de las fuentes orgánicas antes y después de la dosificación en las propiedades químicas del suelo estadísticamente no son significativas, a excepción de la materia orgánica y la dosis recomendada es de 100 g y el tratamiento que más influyó fueron Ceniza + LP + Cp.

Palabras clave: Fuentes orgánicas, rendimiento, propiedades químicas y compost

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the effect of each of the organic sources before and after their dosage on the chemical properties of the soil and to compare this dosage with the yield of *Theobroma cacao* L. (cacao) in the soil of the Tananta population center belonging to the district and province of Tocache. The organic sources used were oil palm ash and compost and mud. The effect of organic sources on the yield of *Theobroma cacao* L. (cacao) was evaluated. A completely randomized block design was used with 4 treatments and 3 replications, ANVA and TUKEY tests were performed (α : 0,05). According to ANVA the cocoa yield showed an effect directly influenced by organic sources and were highly significant, while TUKEY showed statistical differences between treatments, the effect of organic sources before and after dosing on soil chemical properties were statistically not significant, except for organic matter and the recommended dose is 100 g and the most influential treatment was Ash + LP + Cp.

Key words: Organic sources, yield, chemical properties and compost.

I INTRODUCCIÓN

El uso de fuentes orgánicas ha aumentado significativamente en los últimos años, a pesar de que se utilizan desde los primeros días de la actividad agrícola. El uso de estas fuentes orgánicas por muchos años ha estado asociado a pequeños productores que utilizan estas fuentes para mantener la fertilidad y productividad de sus tierras.

La industria de producción y comercialización de fertilizantes orgánicos está experimentando un fuerte crecimiento en la actualidad, lo que lleva a la demanda de productos más seguros. Sin embargo, no solo existe una demanda de productos orgánicos, es importante entender que, debido al enorme impacto de los insumos agrícolas sintetizados químicamente, la agricultura orgánica ha surgido como una alternativa. Por otro lado, el uso de fuentes orgánicas no solo ayuda a nutrir las plantas, sino que también ayuda a mejorar el suelo desde un punto de vista físico y biológico, ayudando a restaurar la fertilidad general del suelo.

Debe entenderse que las fuentes orgánicas utilizadas en la agricultura son bajas en nutrientes y su uso debe combinarse con fertilizantes convencionales o usarse en combinación para satisfacer las necesidades de los cultivos, Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. (INTAGRI, 2017).

La presente investigación se orientará al efecto de las fuentes orgánicas con respecto al rendimiento del *Theobroma cacao* L. Mart. (cacao) en el suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta - Tocache.

En tal sentido surge la interrogante ¿Las fuentes orgánicas influyen en el rendimiento del *Theobroma cacao* L. Mart (cacao) en el suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta - Tocache? Ante lo cual se genera la respuesta hipotética “las fuentes orgánicas influyen de manera significativa el rendimiento del *Theobroma cacao* L. Mart (cacao) en un suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta - Tocache”. Por consiguiente, se plantea estos objetivos.

1.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de las fuentes orgánicas en el rendimiento del *Theobroma cacao* L. Mart. (cacao) en el suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta - Tocache.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de cada uno de las fuentes orgánicas en el rendimiento del *Theobroma cacao* L. Mart. (cacao)- en el suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta.
- Determinar el efecto de las fuentes orgánicas antes y después en las propiedades químicas del suelo con *Theobroma cacao* L. Mart (cacao) por cada uno de los tratamientos.
- Comparar cada uno de las dosis orgánicas en el rendimiento del *Theobroma cacao* L. Mart (cacao) en un suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

En un estudio de Ruales (2011), realizado en la Finca Looker, Palestina, Caldas, para evaluar tres niveles de fertilización. El T1 consistió en aplicar 500 g/árbol/año de Yaramila Hydran, 350 g/árbol/año de Nitrabor, 250 g/árbol/año de Kmag y 50 g/árbol/año de KCl granulado. En el T2 se aplicó 250 g/árbol/año de Yaramila Hydran, 175 g/árbol/año de Nitrabor, 125 g/árbol/año de Kmag y 25 g de cloruro de potasio granulado; se fertilizaron cada cuatro meses para mejorar la capacidad de absorción de nutrientes de la planta. El T3 estuvo conformado por 300 g de ácidos húmicos y 100 g de Sulfomag y se aplicaron por árbol cada año. El rendimiento del cacao se evaluó 5 híbridos como son CAP-34, TSH-565, ICS-60, CCN-

51. Los resultados indican diferencias significativas entre los tratamientos, pero el T1 dio los mejores resultados. En general, los materiales evaluados respondieron de manera diferente a la fertilización, siendo el material híbrido el que mejor respondió a la interacción del T1; para algunas variedades de cacao no se observaron diferencias significativas, como es el caso del clon ICS-60. Por otra parte, el T3 dio el rendimiento más bajo, lo que demuestra la necesidad de fertilizar este cultivo.

Alvarado (2016) evaluó el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el rendimiento del clon de cacao CATIE-R6 y la fertilidad del suelo en Huetar Norte, Costa Rica durante el año 2015-2016. Como fuente de nitrógeno se usó nitrato de amonio al 33,5 % de nitrógeno, roca fosfórica como fuente de fósforo que incluye 30 % de óxido de fósforo, 40 % de óxido de calcio, 10 % de óxido de silicio y cloruro de potasio (60 % óxido de potasio, 45 % de cloro) como fuente de potasio, el bokashi como fuente orgánica sólida y Biofer humin® como fertilizante orgánico líquido para cacao (*Theobroma cacao* L.) de la variedad CATIE-R6. Se realizaron nueve tratamientos con DBCA y se repitieron tres veces, se plantó cuatro plantas a cada 3 metros en cada unidad experimental, y un total de 1111 plantas por hectárea. Para determinar los niveles de nutrientes y el efecto de los fertilizantes en las plantas, se realizó el análisis del suelo y el área foliar, también se analizaron otras variables como el número y peso de los frutos producidos por árbol, el peso húmedo y seco de las semillas del fruto de cacao, el índice de los granos del fruto, rendimiento seco de los granos de cacao por hectárea y el diámetro de tallo, las variables fueron evaluados por año. Después de un año de evaluación se encontró diferencia

significativa en la variable intercambio de acidez y en la concentración de potasio, con la aplicación de roca fosfórica y una combinación de roca fosfórica, nitrógeno y potasio. Sin embargo, en los tratamientos para analizar el área foliar y los componentes de la producción de cacao no se encontró diferencias significativas.

En la investigación de Correa (2018), con el fin de determinar los efectos de la aplicación de dolomita e hidróxido de calcio como fuente de calcio y el efecto de compuestos orgánicos elaborados con excremento de aves como la gallinaza, guano de isla y compost para la asimilación de cadmio en las plantaciones de cacao. Los tratamientos fueron instalados bajo el diseño de parcelas compartidas y se instaló 5 repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron la altura y diámetro de las plantas, el peso seco y contenido de cadmio de la parte aérea y radicular de las plantas. La aplicación de guano de isla dio los mejores resultados en términos de los parámetros biométricos. La aplicación de fuentes orgánicas ayudó en la reducción de cadmio en la parte aérea y radicular de la planta. Hubo diferencia significativa entre los tratamientos de gallinaza en comparación con el testigo, el porcentaje de cadmio disminuyó al 81,48 %. Pero la asimilación de cadmio en la parte radicular es mayor y menor en la parte aérea.

El objetivo del estudio de Potesta (2018) fue evaluar los efectos de la técnica drench o riego en la aplicación de fertilizante orgánico líquido en las propiedades del suelo y la producción de cacao, la investigación se realizó en Alto Palcazú en Oxapampa. El diseño utilizado fue DBCA con 4 tratamientos y se repitieron 3 veces. El T1 fue el testigo, T2, T3 y T4 se aplicaron 200, 400 y 600 ml de abono orgánico líquido por planta respectivamente. Según los resultados se encontró un efecto significativo al 10% de probabilidad en el rendimiento de cacao y el mayor rendimiento obtuvo el T3 con 1 kg por hectárea. Sin embargo, los indicadores del suelo (pH, P, K, Ca₂, Mg₂ y Al₃) no mostraron efecto significativo estadísticamente, excepto para la materia orgánica. El autor concluye que la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos a través de la técnica de riego no mejora las propiedades del suelo, pero sí influye positivamente en el rendimiento de las plantas del cacao

La investigación de Cabrera (2019) tuvo el siguiente objetivo: estimar la influencia de la aplicación de fertilizante orgánico en las cualidades morfológicas y el rendimiento de *Coffea arabica* L. de la variedad Costa Rica 95 en Satipo – Perú. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: 0 kg N/ha y guano de isla 200 kg N/ha, y las fórmulas fueron en

proporciones de 200 y 400 kg de N/ha en la formulas 2 y 4. El resultado indican el aumento de altura en la plantación, sin embargo no se encontró diferencia significativa estadísticamente en los fertilizantes orgánicos, en términos del total de ramas desarrolladas en el T2 (200 kg N/ha), aumentaron en 16,79 ramas y el testigo obtuvo 12,79 ramas, con respecto al aumentó de hojas en el T2, se obtuvo 734,5 y se redujo a 514,13 hojas, con respecto al área foliar se obtuvo un promedio de 87,23 y 86,15 cm², se encontró diferencias estadísticas del contenido de N por planta en los tratamientos y el testigo. Sin embargo, en las variables peso de 100 frutos secos, peso de café cerezo, pergamino seco, y la relación café cerezo/ pergamino seco y el rendimiento en quintales no se obtuvo diferencias estadísticas entre los tratamientos. La hipótesis “el abono orgánico mejorado con T2 con una dosis de 400 g mejora las características morfológicas e incrementa la producción de *Coffea arabica*” fue rechazada comparado con el tratamiento orgánico de guano de isla.

Según la investigación de Noles (2020), estudio realizado con la finalidad de estimar el efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas en las características fitosanitarias y producción de cacao híbrido CCN – 51, en Río Negro - Ecuador. Fue realizado bajo el diseño de BCA, el cual tuvo 6 tratamientos con 10 repeticiones cada uno. Como enmiendas se utilizaron biocarbón, microorganismos eficientes de montaña sólido, fossil shel fluor, silicato de calcio y cal agrícola. Los resultados obtenidos muestran que es beneficioso utilizar enmiendas compuesto por biocarbon y microorganismos eficientes de montaña con el fin de brindar los nutrientes necesarios para el crecimiento del cacao. Los suplementos orgánicos a base de silicio fortalecen las paredes celulares, para evitar infecciones por plagas y enfermedades, además reduce el estrés hídrico, lo que permite aumentar los rendimientos.

En la investigación de Hualcas (2020) con la finalidad de evaluar la influencia de fuentes orgánicas, roca fosfórica y dolomita en las propiedades fisicoquímicas del suelo y la diversidad de las especies de artrópodos en las plantaciones de cacao. La siembra se realizó en suelo arcilloso con pH extremadamente ácido; con bajos niveles de MO, N, P y K. Los componentes ensayados fueron de 0 y 2 toneladas por hectárea de dolomita, también se aplicó 150 y 300 g de roca fosfórica y 6 y 9% de materia orgánica. En la investigación se trabajó bajo el diseño de BCA con arreglo factorial 2A x 2B x 2C con 3 repeticiones, para las comparaciones se utilizó la prueba Duncan a un 5% de significancia. Según los

resultados la aplicación de material orgánico, fósforo y dolomita no tuvieron un impacto significativamente estadístico en las propiedades físicas, pero si se encontró diferencias estadísticas significativas notándose el incremento del pH, la capacidad de intercambio catiónico, el potasio, fósforo, calcio y magnesio en la capa edáfica; no existió importancia estadística de los tratamientos en comparación al testigo en cuanto a la diversidad de artrópodos.

La materia orgánica, dolomita y roca fosfórica influyen favorablemente en el crecimiento en altura, en el T2 y T8 se reportaron en promedio 88,11 cm y 78,78 cm de altura respectivamente. Finalmente, la relación de la altura con las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo dio como resultado la siguiente ecuación $-7,106 + 21,529 \text{ Mg}$.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Fuentes orgánicas

Los fertilizantes orgánicos contienen nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, boro, zinc y molibdeno en menor proporción en comparación a los fertilizantes convencionales (Santiago, 2017).

2.2.2 Material orgánico

Es una fuente importante, mas del 90 % de los compuestos orgánicos volátiles son originados naturalmente. Las plantas emiten una cantidad diversa y significativa de estos compuestos al aire. Por lo tanto, las plantas son la fuente más rica de compuestos orgánicos actualmente, pero también existen otras fuentes naturales que pueden elaborar, pero existen otras fuentes que elaboran estos compuestos, por ejemplo, las regiones geológicas que contienen grandes cantidades de gas, petróleo o carbón, la actividad ganadera produce una grancantidad de metano (Iglesias, 2017).

2.2.3 Características de los compuestos orgánicos

Rojas (2010) menciona algunas de las siguientes características:

- El carbono forma enlaces covalentes en compuestos orgánicos, formando macromoléculas o compuestos moleculares.

- Entre los compuestos orgánicos, los puntos de fusión y ebullición son bajos debido a los enlaces covalentes, por lo que son poco solubles en agua y fácilmente solubles en disolventes orgánicos.
- Los compuestos orgánicos reaccionan lentamente porque son moléculas grandes.

2.2.4 Principales fuentes de compuestos orgánicos

2.2.4.1 Petróleo

Es un compuesto orgánico, a través de la destilación del petróleo se obtiene gasolina, diésel, gas, aceite, lubricante, alcohol y otros compuestos que se usan comomateria prima en la síntesis de colorantes, polímeros, fármacos, etc.

2.2.4.2 Carbón

Es la principal materia prima tradicional y la segunda fuente de estas sustancias. La materia orgánica es triturada por las rocas sedimentarias, impidiendo la penetración del aire, formando capas negras brillantes y duras, ellas están compuestas por carbono, oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, nitrógeno y en menor proporción azufre.

El carbón se destila en temperaturas de 1 000 y 3 000 °C, la ausencia de aire y las altas temperaturas permiten la liberación de gas y alquitrán, como resultado de este proceso se obtiene el carbón coque. El carbón está conformado por 200 moléculas de carbono y se utilizan como materia prima en la industria.

2.2.4.3 Organismo animal y vegetal

Estos organismos se obtienen de diversas formas: vitaminas, hormonas y alcaloides.

2.2.4.4 Residuos vegetales y animales

Muchos compuestos orgánicos se obtienen por extracción y transformación simples. Como resultado de la fermentación de melazas y alcoholes de malta, se obtiene el ácido, entre otros que son obtenidos por destilación de madera, ácido acético, acetona y alcohol metílico.

2.2.4.5 Síntesis orgánica

La síntesis completa de un compuesto orgánico requerirá elementos a partir de sus elementos constituyentes. Sin embargo, pueden utilizarse para obtener compuestos orgánicos simples como urea, metano, metanol, acetileno, ácido acético, etanol, y así construir estructuras cada vez más complejas.

2.2.4.6 Gas natural

El gas natural se produce en campos aislados y a veces con petróleo, estas mezclas gaseosas se separan por licuación, los hidrocarburos con tres átomos de carbono generalmente se envasan a presión y se emplean como combustible, como los gases licuados del petróleo como el propano y el butano.

Es un compuesto químico orgánico que se puede obtener de diferentes fuentes, contiene carbono y forma un enlace carbono - carbono y carbono - hidrógeno (Muñoz, 2015).

2.2.5 *Theobroma cacao* L.

Es originario de América del Sur, las semillas del cacao son fuentes de materia prima para las industrias chocolatera, cosmética, farmacéutica y otras industrias afines. La amazonia peruana es el centro de variación genética, su expansión se debe a influencias humanas y animales, pasando por diversos lugares dando lugar a híbridos o hibridaciones espontáneas; así como mutaciones que pueden producir muchos de los fenotipos comerciales del cacao cultivado en la actualidad (Mejía, 2005, citado por Misti, 2013).

En la Amazonía peruana, especialmente en las cuencas del Huallaga, Ucayali, Apurímac, Ene, Urubamba y Marañón, con condiciones climáticas similares favorecen en el incremento de altura y desarrollo del cacao. La importancia de la agricultura radica en la estructura productiva, que genera empleos e ingresos (Mejía, 2005, citado por Misti, 2013).

Según Noles (2020), el cacao es una especie de importancia económica, los procesos en la producción de cacao generan empleos de forma directa e indirecta. A nivel mundial Ecuador ocupa el cuarto lugar como exportador de granos de cacao y gracias

a sus propiedades organolépticas es líder en la producción internacional. Sin embargo, en las plantaciones se utilizan productos químicos indiscriminadamente causando degradación en el suelo, la contaminación de agua y afectando la salud humana.

2.2.6 Aspectos generales del cacao

2.2.6.1 Aspecto botánico

Nombre común	:	Cacao
Nombre científico	:	<i>Theobroma cacao</i> L.
Familia	:	Esteculiaceae o Malvaceae
Origen	:	Originario de la Amazonía, luego se extendió a América Central, en especial a México.
Regiones naturales	:	Selva alta o rupa rupa (entre 300 a 900 m.s.n.m.).
Grupo genético	:	Criollo, Trinitario y Forastero amazónico
Periodo vegetativo	:	Arbusto perenne, empieza producir: 5 – 6 años (MINAGRI, 2015).

2.2.6.2 Descripción botánica

Planta

El árbol es de tamaño mediano con copa densa, generalmente la altura es de 5 a 8 m y de 7 a 9 cm de diámetro, si la planta se encuentra bajo sombra intensa pueden llegar a crecer hasta 20 m.

Sistema radicular

Las raíces primarias se forman y tienen muchas raíces secundarias, la mayoría de estas raíces se encuentran dentro de los primeros 30 cm del suelo.

Hojas

Tienen hojas simples, el color es variable desde marrón claro, lila o rojizo, verde claro, además tiene el peciolo corto.

Flores

Las plantas de cacao poseen flores pequeñas hermafroditas y se producen en pequeños racimos, y se localizan en el tejido maduro del tallo y se ramifican.

Fruto

El fruto de cacao es una baya de 30 cm de largo y 10 cm de ancho, generalmente tienen diferentes formas, tamaños, y colores.

Semilla

Al igual que la fruta, las semillas también tienen muchas formas, desde elípticas, ovoides hasta amigdaloides (almendras) con sección transversal redondeada y compresión irregular (Misti, 2013).

2.2.7 Importancia

El cacao es una especie nativa de gran importancia en las selvas tropicales, es la única del género *Theobroma* que es utilizado con fines comerciales por lo que existen grandes extensiones con plantaciones de cacao. El cultivo de esta especie se limita a las regiones ubicadas a 20 grados de latitud norte y sur.

Para obtener el cacao comercial es necesario secar adecuadamente las semillas, de ella se obtienen el chocolate y derivados como manteca y otros (Garzaro, 1998, citado por Misti, 2013).

2.2.7.1 En el ámbito nacional

El Ministerio de Agricultura indica que el principal productor de cacao en el Perú es el Valle de Quillabamba ubicado en la provincia de la Convención en Cusco, en el año 2002 su producción fue de 8 218,6 toneladas, de tras están los valles de los ríos Apurímac y Ene (VRAE) en Ayacucho, Cusco y Junín con una producción de 4

603 toneladas. Otras zonas productoras de cacao son el Valle del Huallaga en Huánuco y San Martín; el valle de Tambo ubicado en Junín y el valle de Marañón en los departamentos de Cajamarca y Amazonas.

Según los datos estadísticos del Ministerio de Agricultura en el año 2 003 mostró que en todo el país se tiene unas 46 821 hectáreas de cacao, produciendo un total 25 687 toneladas, y 549 kg/ha en promedio de la producción nacional. Hasta el año 2000, el Perú producía entre 300 y 400 kg de cacao por hectárea. En la actualidad el promedio aumento en más de 700 kg/ha, en las parcelas mejoradas con alta densidad y con plantaciones de clones mejorados, como ocurrió en la región norte con 784 kg/ha (ICT, 2003, citado por Misti, 2013). Su producción se reporta a nivel regional (Fig. 1).

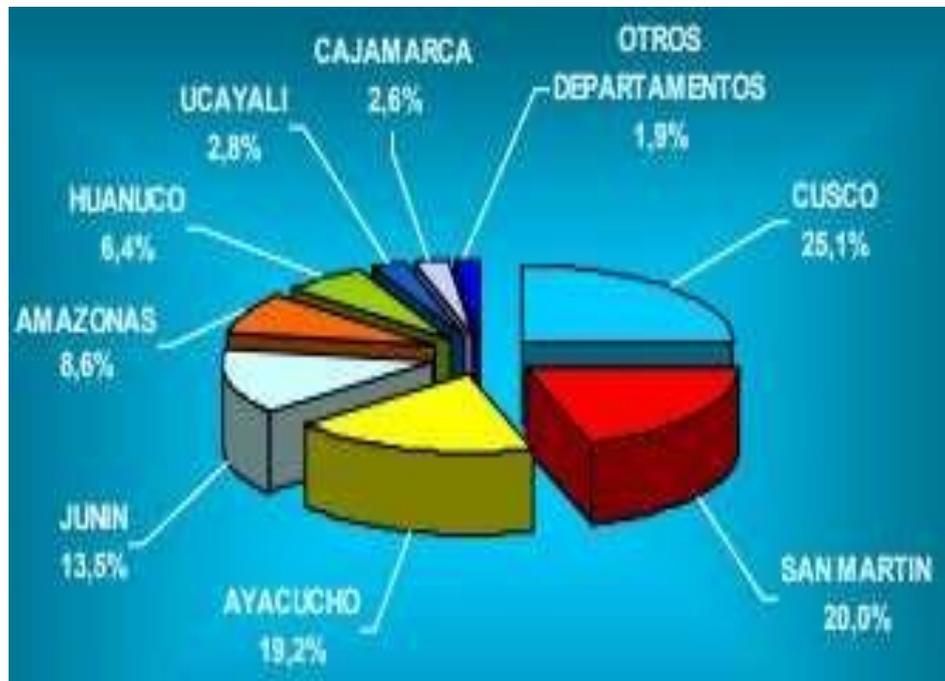


Figura 1. Producción del cultivo cacao por región en el año 2 002

2.2.8 Requerimientos de suelos y agua

Las plantaciones de cacao requieren de suelos fértiles y profundos de textura franco arenosos y arcilloso, ricos en materia orgánica, el pH adecuado es de 4,5 a 6, 5.

Los suelos deben ser permeables y permitir la penetración de las raíces. Está menos adaptada a suelos ácidos y poco fértiles a diferencias de otras especies nativas de

la selvaperuana. Esta especie no resiste a suelos con alto contenido de aluminio.

La materia orgánica aporta micronutrientes al suelo, los cuales participan activamente en su formación y desarrollo. El humus o materia orgánica se origina por la descomposición de plantas y animales, y son ricos en calcio, magnesio y potasio. Las plantaciones requieren de 1 600 a 2 600 mm de precipitación por año, mayores a los rangos señalados afectan al rendimiento de las plantaciones (MINAGRI, 2015).

2.2.8.1 Selección de terreno adecuado para el cacao (*Theobroma cacao* L.)

Los suelos aptos para el desarrollo de las plantaciones de cacao deben cumplir los requisitos de la agroecología (Ruíz, 2010).

Suelo

Elegir el suelo adecuado es esencial para obtener una producción de alto rendimiento. Si los requisitos mínimos para el crecimiento de las plantas no se cumplen, la cosecha no será efectiva, incluso si se utilizan semillas con buenas características.

El análisis preciso del suelo es la clave para tener éxito en las plantaciones, de ello depende la vitalidad de las plantas y el rendimiento económico. El cacao, es una especie perenne, en la etapa de siembra, la selección del sitio es la mayor responsabilidad; A partir de un buen suelo, los agricultores deben buscar el asesoramiento de un técnico de campo para este fin.

Para seleccionar un suelo adecuado, se deben evaluar las propiedades físicas y químicas del suelo (Ruíz, 2010).

Análisis físico

Las condiciones físicas que debe reunir el suelo son las siguientes (Ruíz, 2010):

- El suelo debe ser profundo, y debe permitir fácilmente la penetración de raíces de al menos 1,5 metros.
- Los horizontes del suelo deben estar compuestos de arcilla, y

deben estar libres de partículas duras que impidan la penetración de raíces y la aireación interna.

- Los suelos arcillosos por lo general de color amarillento, grisáceo, azulada, verdoso y pegajoso, no son aptos para el cultivo de cacao, las arcillas negras y oxidadas contienen material orgánico y buena absorción de aire.
- Los suelos arenosos no son aptos para la instalación de plantaciones de cacao, porque corresponden a un suelo pobre en nutrientes y que drena muy rápido, lo que es desfavorable durante la estación seca y puede marchitar permanentemente la planta.
- Deben ser suelos sin obstrucciones físicas como pizarra, rocas o capas de pavimento.
- El nivel freático debe tener una profundidad superior a 1,50 metros.
- Debe tener una consistencia moderada, asegurando una buena transpirabilidad; Esto significa que el suelo debe tener un equilibrio de partículas de arena, limo y arcilla.
- Debe tener la buena retención de humedad, que dure el mayor tiempo posible.
- También debe escurrir bien; Esto significa que debe permitir que el exceso de agua fluya libremente.
- A veces es necesario construir sistemas de drenaje para evitar la retención de agua.

Análisis químico

Se trata de un análisis de suelo realizado en un laboratorio especializado para determinar las propiedades químicas, especialmente en cuanto al contenido de los componentes principales: fósforo, potasio, nitrógeno y el elemento

intermedio: magnesio, calcio, azufre y los auxiliares: zinc, cobalto, níquel, boro, molibdeno, hierro. Para determinar la acidez, contenido de aluminio y la materia orgánica en el suelo se realizó un análisis químico en laboratorio, para ello se tomaron muestras de suelo de aproximadamente 1 kg. Los técnicos de la Federación Nacional de Productores de Cacao realizaron la interpretación de los resultados (Ruiz, 2010). En la tabla 1 indica que conocer las condiciones químicas del suelo, ayudan a determinar el tipo y la cantidad de fertilizante que se necesita para asegurar la nutrición de las plantas. Los análisis también brindan orientación para la aplicación de cal.

Tabla 1. Parámetros técnicos para el establecimiento del cultivo de cacao.

Parámetros técnicos	Condiciones óptimas	Condiciones intermedias	Condiciones marginales bajo o sin potencial
Temperatura promedio anual °C	23 – 25	19 – 23; 25 – 32	<19; >32
Temperatura máxima C°	30	30 – 35	>35
Temperatura mínima °C	22	21 – 25	<21
Precipitación anual (mm.)	1,500 – 2,500	1,000 – 1,500	<1,000
Días de lluvia	95 – 125	75 – 95; 125 – 150	>150; <75
Reserva útil de suelo (mm./m ²)	400 – 1,000	0 – 400; 1,000 – 1,500	>1,500
Altura (m.s.n.m.)	400 – 900	0 – 400; 900 – 1,200	>1,200**
Humedad relativa promedio anual (%)	70 – 80	50 – 70	<50; >90
Periodo de sequía (N° meses secos <100)	0 – 2	2 a 4	>4
Velocidad máxima del viento (Km./hora)	<10	10 a 14	>14

Suelos			
Textura	Franca; Franco arcillosa	Franco arenosos	Arenosos Arcillosos
Profundidad (m.)	1,5	1,2 – 1,5	<1,2
pH	6.0 – 6.5	5.0 – 6.0; 6.5 – 7.5	<5.0; >7.5
Piedras y gravas (%)	0 – 5	5 a 15	>15
Drenaje	Bueno	Moderado	Deficiente
Inundación	Ninguna	Temporal	Frecuente
Nivel freático máximo (m.)	1.2	1.0 a 1.2	<1.0
Pendiente (%)	0 – 9	9 a 25	30
(Grados)	0 – 5	5 a 15	>15

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área experimental

Este estudio fue desarrollado en un campo experimental cuya área es de aproximadamente de una hectárea, perteneciente al señor Anderson Camones Henostroza cuya parcela se encuentra ubicada a 500 metros de la entrada al centro poblado Santa Rosa de Tananta aproximadamente a 3.5 kilómetros de la ciudad de Tocache, con dirección a la ciudadde Juanjui.

3.1.1 Localización política

Políticamente el centro poblado Santa Rosa de Tananta se encuentra ubicada:

Región : San Martín

Provincia : Tocache

Distrito : Tocache

3.1.2 Ubicación geográfica

Geográficamente el centro poblado Santa Rosa de Tananta se encuentra ubicada a 8°7'6,1" de Latitud Sur con respecto a la Línea Ecuatorial con 76°34'41" de Longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich; asimismo la ubicación de la parcela en coordenadas UTM del empalme 18 J se encuentra a 327064 Este, 9102077 Norte y a una altitud478 m de altitud.

3.1.3 Ubicación ecológica

De acuerdo con la clasificación de Holdrige (1987), el área en estudio se ubica en una zona ecológica correspondiente a un bosque muy húmedo premontano tropical (bmh PT).

3.1.4 Clima

El clima es típico de la región, es tropical húmedo. La humedad relativa es de 85.30%, temperatura media 26°C, temperatura máxima 32° y una temperatura mínima de 19°, la precipitación es de más de 2 500 mm/año (Villota, 1999).

3.1.5 Fisiografía

Las características fisiológicas del campo experimental están conformadas por planicies propias de selva baja, y con baja y alta capacidad agronómica.

3.1.6 Relieve y suelo

El relieve topográfico varía de suave a ondulado, predominando los terrenos suaves. Los suelos son por lo general profundos, arcillo-Arenoso y de naturaleza sedimentaria, con textura de franco a franco arcillosos.

3.1.7 Accesibilidad

La provincia se encuentra articulada al resto del territorio nacional mediante la carretera Fernando Belaunde Terry (ex marginal) el recorrido desde Tocache, haciendo un total de 5 Km. de carretera asfaltada llegando al Centro Poblado de Nueva Bambamarca, luego se ingresa por la margen derecha a través de un camino vecinal con dirección al sector aeropuerto (vivero de la Cooperativa Agraria ACEPAT) a 3,5 km.

3.2 Materiales y métodos

3.2.1 Materiales

En la ejecución de la investigación se utilizaron los siguientes materiales: bolsas plásticas de 2 kg, botas de jebe, cámara fotográfica, Carta Nacional, envases de plásticos, fichas de campo, impermeable, lapicero, lápiz y marcador, libreta de campo, machete, matraz, pala recta, papel bond A4 de 75 g, pipetas, penetrómetro, tamiz de 2 mm y 0,25 mm, termómetro, tubos de plástico, tubo muestreador y como insumos, ceniza de Palma, compost de Palma y lodo de Palma, como reactivos agua destilada y alcohol.

3.2.2 Equipos

Los equipos utilizados en la investigación fueron, GPS marca Garmin 62sc, balanza de precisión, Espectrofotómetro de absorción atómica, estufa y pH metro.

3.3 Método y diseño de la investigación

3.3.1 Enfoque metodológico de la investigación

El estudio fue realizado durante 8 meses en una plantación de cacao de 12 años, variedad CCN-51, con una densidad de siembra de 3 x 3 m, sin manejo tecnificado.

Durante estos meses, las actividades de investigación han evolucionado en línea con las tareas planteadas.

3.3.2 Tipo de investigación

Este fue un estudio aplicado porque se analizó la influencia de la dosis de fuentes orgánicas sobre el rendimiento y la calidad del suelo productor de cacao. Corresponde al nivel de experimental donde se manipuló la variable independiente y se midió la variable dependiente en la plantación de cacao y estos fueron comparados con el tratamiento testigo

3.3.2.1 Variable independiente

Las variables independientes fueron las dosis de las fuentes orgánicas en el rendimiento del cacao (Ceniza palma, compost de palma, hojarasca de palma y lodo de terreno con palma aceitera).

3.3.2.2 Variables dependientes

Las variables dependientes evaluadas fueron: propiedades fisicoquímico del suelo con plantaciones de cacao.

3.3.3 Componentes en estudio

Los componentes del presente estudio fueron:

- Las dosis de las fuentes orgánicas (Ceniza de palma, compost de palma, hojarasca de palma y lodo de terreno con palma aceitera)
- Muestras de suelos (que fueron obtenidos en campo y analizadas en el laboratorio).
- Producción del cacao.

3.3.4 Diseño de la investigación

Fue experimental con el diseño de BCA, con cuatro tratamientos y tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Para probar las hipótesis, se usó el método estadístico ANVA al 5% de nivel de significación para las repeticiones y tratamientos, y la prueba de amplitud de Duncan al 5% de nivel de significancia se usó para comparar los valores. Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa IBM SPSS 25 (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles y dosificación por tratamientos.

Tratamiento	Fuente	Niveles	Dosis
	Material orgánico	Aplicación de N	(Tn/ha)
T ₀	No contiene material orgánico	F ₀ *N ₀	0
T ₁	Ceniza de palma (F ₁)	F ₁ *N ₁	25
T ₂	Ceniza de palma (F ₁)	F ₁ *N ₂	50
T ₃	Ceniza de palma (F ₁)	F ₁ *N ₃	100
T ₄	Compost de palma (F ₂)	F ₂ *N ₁	25
T ₅	Compost de palma (F ₂)	F ₂ *N ₂	50
T ₆	Compost de palma (F ₂)	F ₂ *N ₃	100
T ₇	Ceniza de palma + lodo de palma + compost de palma (F ₃)	F ₃ *N ₁	25
T ₈	Ceniza de palma + lodo de palma + compost de palma (F ₃)	F ₃ *N ₂	50
T ₉	Ceniza de palma + lodo de palma + compost de palma (F ₃)	F ₃ *N ₃	100

3.4 Metodología

3.4.1 Determinar el efecto de cada una de las fuentes orgánicas en el rendimiento del *Theobroma cacao* L. Mart. (cacao) en el suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta

Para lograr los objetivos del estudio, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Reconocimiento del área de investigación

Se reconoció y delimitó el área de terreno con el *Theobroma cacao* L. Mart (cacao), así como también la limpieza de esta.

Georreferenciación de la parcela

Se ubicó y georreferenció la parcela con cultivo de *Theobroma cacao* L. (cacao), con la finalidad de realizar los trabajos de campo referente a la investigación según la metodología del proyecto de tesis.

Muestreo de suelo

El muestreo de suelo de la plantación de *Theobroma cacao* L. Mart. (cacao), se realizó mediante muestreo aleatorio con 30 cm de profundidad, se recolectaron cinco submuestras en forma de zig - zag a una distancia de 25 m, se colocó el suelo en una bolsa para homogeneizar las muestras, posterior a ello se mezcló y se obtuvo una muestra mixta de 1 kg compuesto, se trasladó al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la UNAS para su secado a temperatura ambiente y luego se analizaron sus propiedades.

Parámetros del cacao a evaluar

Para la evaluación del *Theobroma cacao* L. Mart. (cacao) se tomaron en cuenta lo siguiente:

- Sólo fueron muestreados los frutos obtenidos en la etapa de floración del cultivo.
- Posteriormente se agrupó a cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones, luego se cuantificó y se proyectó a una hectárea.
- Luego se cuantificó el número de mazorcas formadas a un mes y medio antes de la maduración. Esto nos sirvió para proyectar el número de mazorcas que se obtuvo por tratamiento.
- Una vez que empezó la maduración se cuantificó el número de mazorcas de *Theobroma cacao* L., por tratamiento en cada cosecha cada 15 días.
- Se determinó el peso promedio de las mazorcas; así como el peso de la cascará, peso del grano por mazorca y por cada tratamiento. De esta forma se determinó al tratamiento que presentó el mejor resultado del grano de cacao por hectárea.

3.4.2 Determinar el efecto de las fuentes orgánicas antes y después en las propiedades químicas del suelo con *Theobroma cacao* L. Mart por cada tratamiento

Se tomó una muestra de suelo para cada tratamiento, se apiló en bloques y se asignó aleatoriamente a cada bloque. Cada unidad de muestra consistió en un hoyo de 30 cm de profundidad, de la cual se extrajo suelo a partir de aproximadamente 1 kg de muestra homogénea por bloque y luego se trasladó al Laboratorio de Suelos de la UNAS para su análisis y caracterización física y química (Cuadro 3).

Tabla 3. Propiedades físicas y químicas a evaluar para encontrar el rendimiento.

Propiedades del suelo	
Indicadores Físicos	Método de determinación
Textura del suelo	Método del hidrómetro de Bouyoucos
Densidad aparente	Método del cilindro
Densidad real	Por volumen, peso húmedo y seco
Temperatura del suelo	Método directo (termómetro)
Resistencia del suelo	Método directo (penetrómetro)
Humedad	Peso húmedo y seco
Porosidad	Densidad aparente; densidad real
Velocidad de infiltración	Método de cilindros infiltrómetros
Estabilidad estructural	Método de Bouyoucos
Indicadores químicos	
Materia orgánica	Método de Walkley y Black
Reacción del suelo	Método del potenciómetro
Aluminio intercambiable	Método de Yuan
Nitrógeno total	Método del micro-Kjeldahl
Fósforo disponible	Método del Olsen modificado
Potasio disponible	Extracción con acetato de amonio
Bases intercambiables	Reemplazamiento con acetato de amonio
CIC	Saturación con acetato de amonio

3.4.3 Procesamiento de datos

Se realizó el procesamiento de los datos de campo y datos de laboratorio, estos datos fueron almacenados en el software requerido, los resultados obtenidos se basaron en el objetivo de este estudio.

3.4.4 Análisis de datos

Para procesar los datos y generar figuras se utilizó Microsoft Excel, mostrándonos que bloque o tratamiento tiene el mejor rendimiento según el tipo de suelo presente.

3.4.5 Comparar cada uno de las dosis las fuentes orgánicas en el rendimiento del *Theobroma cacao* L. Mart. (cacao) en un suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta

Las comparaciones de los datos tabulados según el tratamiento, se realizó en función del número de dosis añadidas al rendimiento total en el cultivo de *Theobroma cacao* L.(cacao).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinar el efecto de cada uno de las fuentes orgánicas en el rendimiento del *Theobroma cacao* L. Mart. (cacao) en el suelo del centro poblado Santa rosa de Tananta

La Tabla 4, muestra que se cumple por ANVA, que existe evidencia estadística para afirmar que el rendimiento del cacao tiene un efecto directamente influenciado por las fuentes orgánicas aplicadas al experimento, siendo altamente significativa (p-valor $<0,0001$), con un nivel de significancia del 0,5%, asimismo presenta un coeficiente de variación del 16,46%, mostrando una buena homogeneidad y poca dispersión en los datos evaluados.

Tabla 4. ANVA de rendimiento por las diferentes fuentes orgánicas incorporadas en las parcelas en estudio.

F.V	GL	SC	CM	F	P-Valor
Modelo	4	1660,75	415,19	129,41	$<0,0001$
Rendimiento	4	1660,75	415,19	129,41	$<0,0001$
Error	8	32,08	3,21		
Total	12	1692,83			

ANVA con una probabilidad del 95%

En la tabla 5 se observa los resultados de la prueba Duncan a $\alpha = 0,05$ de nivel de confianza, existe una influencia significativa (valor p $<0,0001$), estadísticamente presentan diferencias entre los tratamientos, sobre el rendimiento del cacao, siendo Ceniza de palma + lodo de palma + compost de palma y Ceniza de palma que presentaron mejor respuesta por la igualdad de medias, siendo superior a las demás, con 0,480 y 0,385 (t.ha⁻¹) respectivamente, asimismo presento un coeficiente de variación (CV) de 16,46% mostrando homogeneidad y poca dispersión en los datos evaluados y un $r^2 = 0.97$ indicando (r^2) que el modelo presenta una variabilidad de 97% expresado por la influencia del tratamiento; hay que resaltar que las bondades de cada tratamiento o cada sustrato son muy buenas para fertilizar y dado que se mezcló estos tres productos se obtuvo el incremento de materiales como nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, fósforo entre otros, y al contener altos contenidos en macró y micronutrientes que contribuyen al incremento de la

producción de frutos.

Al respecto Alvarado (2016) encontró diferencia significativa después de un año (valor de la probabilidad inferior al 5%), en el intercambio de acidez (cmol^+/L) con la aplicación de roca fosfórica y la mezcla de nitrógeno, roca fosfórica y potasio; y en la concentración de potasio se aplicaron potasio, nitrógeno y roca fosfórica en los tratamientos. Con respecto al análisis foliar y los componentes de producción de cacao no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Mientras que los resultados de Potesta (2018) mostraron un efecto significativo de $p < 0,1$; el mayor rendimiento fue de 1 kg por ha, reportado en el tratamiento 3 con la aplicación de 400 ml de abono líquido orgánico por planta. Por otra parte, indica que no encontró efecto significativo ($p < 0,05$) en los indicadores químicos como el pH, P, K^+ , Ca^+ , Mg^+ y Al^+ excepto para la materia orgánica. El autor concluye que las propiedades de suelo no mejoraron con la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos mediante la técnica de riego, sin embargo, condujo a un aumento positivo de carácter significativo en la productividad de las plantas de cacao.

Tabla 5. Medias de rendimiento (tha^{-1}), producida por los diferentes tratamientos, en las parcelas en estudio según prueba Duncan $\alpha=0,05$.

Tratamientos	Medias de $\text{t.ha}^{-1} \pm \text{DE}$	
T ₁ Ceniza de palma + lodo de palma + compost de palma	0,480 ± 1,90	a
T ₂ Ceniza de palma	0,385 ± 1,06	a
T ₃ Compost de palma	0,195 ± 0,46	b
T ₄ Hojarasca	0,180 ± 0,05	c
T ₀ Testigo	0,150 ± 0,07	c
P valor	<0,0001	
CV	16,46	
r ²	0,97	

Los valores con una letra común no son significativamente diferentes en la prueba de Duncan al 5% de nivel de significación, SD (desviación estándar)

La Figura 2 presenta el rendimiento del cacao por efecto de las fuentes orgánicas incorporadas al suelo, donde T1 es mayor en comparación con los demás tratamientos.

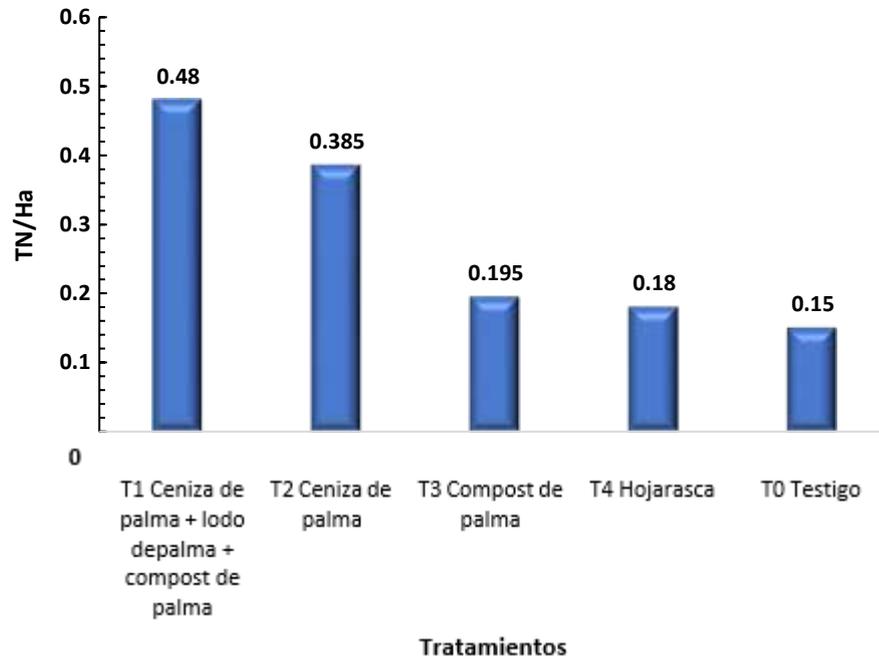


Figura 2. Rendimiento de cacao por efecto de las fuentes orgánicas incorporadas en el suelo

4.2 Determinar el efecto de las fuentes orgánicas antes y después de la dosificación en las propiedades químicas del suelo con *Theobroma cacao* L. Mart. (cacao) por cada tratamiento

4.2.1 Testigo

En la tabla 6 se observan los valores obtenidos como resultado de la prueba T a un nivel de significación del 5%, evaluados al inicio y al final para las propiedades químicas del suelo según el tratamiento testigo.

No se encontró diferencia estadística, los valores no son significativos ($p < 0,05$), tanto al principio como al final de la evaluación de los parámetros químicos del suelo, el cual presentan el pH muy ácido. El contenido de materia orgánica fue alto (p valor 0,1525), no representan diferencias estadísticas, el nivel de nitrógeno y fósforo fue medio, el contenido de K_2O fue bajo, así como la capacidad de cambio y fue moderado en los niveles de calcio y magnesio.

Ruales (2011) obtuvo diferencias significativas entre las tasas de tratamiento, y el T1 conformado por 500 g/árbol/año de Yaramila Hydran, 350 g/árbol/año de Nitrabor, 250 g/árbol/año de Kmag y 50 g/árbol/año de KCl granulado, dio los mejores resultados. En general, los materiales evaluados respondieron de manera diferente a la fertilización, siendo el material híbrido el que mejor respondió a la interacción del T1; en el caso del clon de cacao ICS-60 y algunas de otras variedades no se observaron diferencias significativas. En el T3 se aplicó 300 gramos de ácido húmico y 100 gramos de sulfomag por árbol y año, dio el rendimiento más bajo, lo que demuestra la necesidad de fertilizar este cultivo.

Si bien Hualcas (2020) demostró que la interacción de dolomita, fósforo y fuentes orgánicas no afectó significativamente las propiedades físicas del suelo, sin embargo, reporto la mayor altura con 88, 11 cm en el T2 (0 Tn de Do. +150 kg/ha de P₂O₅ + 9% M.O t/ha) y T8 obtuvo 78,78 cm (2 Tn de Do. +300 kg/ha de P₂O₅ + 9% M.O t/ha). Si se encontraron diferencias significativas en las propiedades químicas, el incrementó de pH, CIC, potasio, calcio, fósforo y magnesio en la capa edáfica; Sin embargo, no hubo significación estadística con respecto al testigo en la diversidad de artrópodos. Finalmente, la relación de las propiedades físicas, químicas y biológicas con el aumento de altura del árbol del cacao nos dio la respuestade la ecuación $-7,106 + 21,529 Mg$.

Tabla 6. Comportamiento de las propiedades químicas al inicio y al final del establecimiento del tratamiento testigo (T₀) según la Prueba T.

Propiedades Químicas	Inicio		Final		p - valor
pH	4,15 ± 0,05	a	4,20 ± 0,18	a	0,4924
M.O (%)	3,01 ± 1,19	a	3,45 ± 0,74	a	0,1525
N (%)	0,16 ± 0,05	a	0,17 ± 0,04	a	0,1472
P (ppm)	13,95 ± 7,22	a	13,10 ± 4,42	a	0,9731
K ₂ O (kg. ha ⁻¹)	140,02 ± 80,43	a	139,52 ± 109,24	a	0,9947
CIC (meq/100 g de suelo)	9,17 ± 2,55	a	10,12 ± 0,72	a	0,2024
Ca (meq/100 g de suelo)	5,87 ± 1,22	a	6,05 ± 0,54	a	0,3595
Mg (meq/100 g de suelo)	2,70 ± 0,26	a	3,24 ± 0,22	a	0,1633

Al (meq/100 g de suelo)	3,76 ± 0,72	a	2,50 ± 0,75	a	0,1284
H (meq/100 g de suelo)	1,85 ± 0,08	a	1,33 ± 0,71	a	0,3883

Letras iguales en una misma fila indican igualdad estadística ($p \leq 0,05$).

4.2.2 Hojarasca

La Tabla 7 muestra los resultados obtenidos de la prueba T al 5% de nivel de significación, de la primera y última evaluación para las diferentes químicas del suelo que reaccionan con la fuente orgánica hojarasca.

Al igual que en el testigo, no se obtuvieron diferencias estadísticas, no fueron significativas al (valor de $p < 0,05$), al inicio y al final de la evaluación de los parámetros químicos: el pH fue fuertemente ácido, contenido bajo de fósforo, K_2O y la capacidad de cambio y contenido moderado de calcio y magnesio.

Cabrera (2019) indica que con la aplicación de diferentes fertilizantes orgánicos en plantas de cacao no encontró diferencia estadística significativa en la variable incremento de altura. Pero aplicando 200 kg de nitrógeno por hectárea el número de ramas aumento en 16,79 y el testigo obtuvo 12,79 ramas, con respecto al aumento de hojas con la aplicación de 200 y 400 kg de nitrógeno por hectárea, obtuvo de 734,5 y 514,13 hojas, el área foliar fue mayor en la aplicación del tratamiento 2, obteniendo un promedio de 87,23 y 86,15 cm^2 , se encontró diferencias estadísticas del contenido de N por planta en los tratamientos y el testigo. Sin embargo, en las variables peso de 100 frutos maduros, peso de café cerezo, pergamino seco, y la relación café cerezo/ pergamino seco y el rendimiento en quintales no se obtuvo diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 7. Comportamiento de las propiedades químicas del suelo al inicio y al final de la incorporación de ceniza según la Prueba T₁.

Propiedades Químicas	Inicio		Final		p - valor
pH	4,10 ± 0,12	a	4,10 ± 0,30	a	0,8811
M.O (%)	3,71 ± 0,53	a	3,35 ± 0,60	b	0,0142
N (%)	0,11 ± 0,03	a	0,10 ± 0,03	b	0,0399

P (ppm)	6,51 ± 1,52	a	7,83 ± 1,64	a	0,2694
K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	188,92 ± 70,22	a	155,51 ± 27,28	a	0,0565
CIC (meq/100 g de suelo)	8,83 ± 6,73	a	10,92 ± 1,49	a	0,6172
Ca (meq/100 g de suelo)	6,66 ± 5,65	a	6,76 ± 0,38	a	0,8176
Mg (meq/100 g de suelo)	1,28 ± 0,65	a	1,99 ± 0,24	a	0,2815
Al (meq/100 g de suelo)	2,09 ± 0,67	a	2,67 ± 1,02	a	0,5230
H (meq/100 g de suelo)	1,80 ± 0,32	a	2,50 ± 0,96	a	0,1171

Letras iguales en la misma fila indican igualdad estadística ($p \leq 0,05$).

4.2.3 Compost palma

La Tabla 8 muestra los valores de la prueba T al 5% de nivel de significación, evaluados al inicio y al final para diferentes propiedades químicas del suelo cuando en respuesta a la aplicación de compost de palma.

No se encontró diferencia estadística, no significativo (p valor $< 0,05$) al inicio y al final de la evaluación de parámetros químicos: pH fuertemente ácido y bajo en fósforo, K₂O y capacidad de cambio, moderado contenido en calcio y magnesio.

Para Santiago (2017), la fertilización orgánica aporta nutrientes al suelo en bajas concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, boro, zinc y molibdeno, en comparación con los fertilizantes industriales que contienen altas concentraciones de los elementos, pero con el uso excesivo pueden perjudicar al suelo.

Tabla 8. Comportamiento de las propiedades químicas del suelo al inicio y al final de la incorporación de compost según la Prueba T₂.

Propiedades Químicas	Inicio		Final		p - valor
pH	4,00 ± 0,12	a	4,03 ± 0,12	a	0,8811
M.O (%)	3,30 ± 1,04	a	4,60 ± 0,31	b	0,0467
N (%)	0,12 ± 0,05	a	0,23 ± 0,01	b	0,0422

P (ppm)	9,06 ± 1,72	a	8,43 ± 4,25	a	0,923
K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	352,91 ± 149,06	a	159,11 ± 34,35	a	0,1026
CIC (meq/100 g de suelo)	9,18 ± 2,61	a	10,92 ± 0,36	a	0,1904
Ca (meq/100 g de suelo)	4,19 ± 2,35	a	5,72 ± 0,17	a	0,3906
Mg (meq/100 g de suelo)	1,29 ± 0,56	a	2,06 ± 0,02	a	0,1434
Al (meq/100 g de suelo)	2,82 ± 0,13	a	2,17 ± 0,21	a	0,1778
H (meq/100 g de suelo)	1,59 ± 0,19	a	1,2 ± 0,15	a	0,1216

Diferente letra en una misma fila indica diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

4.2.4 Ceniza de palma

En la tabla 9 nos muestra los valores del resultado de la prueba T al 5 % de nivel de significancia, evaluados al inicio y final para diferentes propiedades químicas del suelo al aplicar ceniza de palma.

Se obtuvieron diferencias estadísticas significativas (valor de $p < 0,05$) al inicio y al final de la evaluación de los parámetros químicos: el grado de acidez cambió de extremadamente ácido hasta fuertemente ácido, en el caso de la materia orgánica cambió de un valor medio 2,71 % a un alto 3,99 %, por lo que, el nitrógeno se comportó igual del 0,10% al 0,20%. mientras tanto los demás parámetros no presentaron diferencias de medias, se encontró niveles bajos de fósforo, K₂O y capacidad de cambio, y el contenido de calcio y magnesio en el nivel moderado.

Iglesias (2017), indica que de las emisiones de compuestos volátiles orgánicos – COV más del 90 % son naturales. Las plantas por sí mismas emiten una cantidad diversa y significativa de estos compuestos al aire. Es por ello que las plantas son la fuente más rica de compuestos orgánicos que existe hasta el día de hoy.

Por su parte Muñoz (2015), indica que la materia prima principal es el carbón, además de ser la segunda fuente más importante de esta sustancia. Primero la materia orgánica es triturada por las rocas sedimentarias, impidiendo la penetración del aire, formando capas negras brillantes y duras que consisten principalmente en carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y algo de azufre.

Tabla 9. Comportamiento de las propiedades químicas del suelo al inicio y al final de la incorporación de Ceniza de palma según la Prueba T.

Propiedades Químicas	Inicio	Final	p - valor
pH	3,98 ± 0,25 a	4,55 ± 0,10 b	0,9261
M.O (%)	2,71 ± 1,68 a	3,99 ± 1,18 b	0,4449
N (%)	0,10 ± 0,08 a	0,20 ± 0,06 b	0,3828
P (ppm)	15,73 ± 18,90 a	9,11 ± 4,51 a	0,6497
K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	99,88 ± 35,78 a	90,19 ± 49,14 a	0,86
CIC (meq/100 g de suelo)	8,76 ± 0,46 a	12,53 ± 1,43 a	0,1257
Ca (meq/100 g de suelo)	4,20 ± 2,38 a	5,46 ± 0,25 a	0,444
Mg (meq/100 g de suelo)	1,13 ± 0,58 a	2,04 ± 0,28 a	0,1876
Al (meq/100 g de suelo)	3,49 ± 2,06 a	2,67 ± 0,81 a	0,3752
H (meq/100 g de suelo)	0,94 ± 0,42 a	1,37 ± 0,83 a	0,0304

Letras iguales en una misma fila indican igualdad estadística ($p \leq 0,05$).

4.2.5 Ceniza + lodo de palma + compost de palma

La Tabla 10 muestra los valores de la prueba T al 5% del nivel de significación, la primera y última evaluación para diferentes químicas del suelo que responden a la inclusión de ceniza, lodo y compost de palma.

Se obtuvo diferencia estadística significativa (valor $p < 0,05$) al inicio y al final de la evaluación de la química del suelo, el pH presentó un incremento pasando de extremadamente ácido a fuertemente ácido, La materia orgánica de un valor medio 2,50% pasó a un alto 3,89%, la capacidad de cambio aumentó de 8,76 a 14,05, el calcio de 4,57 a 6,53 y finalmente el magnesio de 1,34 a 2,95.

Tabla 10. Comportamiento de las propiedades químicas del suelo al inicio y al final de la incorporación de ceniza + lodo + compost según la Prueba T.

Propiedades Químicas	Inicio		Final		p - valor
pH	3,9 ± 0,07	a	4,99 ± 0,16	b	0,1137
M.O (%)	2,50 ± 1,13	a	3,89 ± 1,13	b	0,2946
N (%)	0,12 ± 0,05	a	0,19 ± 0,05	a	0,3076
P (ppm)	15,90 ± 19,23	a	8,44 ± 5,75	a	0,6081
K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	172,26 ± 75,92	a	83,26 ± 70,71	a	0,3692
CIC (meq/100 g de suelo)	8,76 ± 2,39	a	14,05 ± 1,29	b	0,1487
Ca (meq/100 g de suelo)	4,57 ± 2,70	a	6,53 ± 0,44	b	0,6792
Mg (meq/100 g de suelo)	1,34 ± 0,68	a	2,95 ± 0,18	b	0,3356
Al (meq/100 g de suelo)	2,20 ± 0,76	a	2,47 ± 0,93	a	0,7911
H (meq/100 g de suelo)	0,65 ± 0,19	a	0,68 ± 0,15	a	0,106

Letras iguales en una misma fila indican igualdad estadística ($p \leq 0,05$).

4.3 Comparar cada una de las dosis de las fuentes orgánicas en el rendimiento del *Theobroma cacao* L. Mart. (cacao) en el suelo del centro poblado Santa Rosa de Tananta

Se muestra en la Tabla 11, las comparaciones entre las diferencias de dosis sobre los rendimientos obtenidos, la dosis de 100 g es la que tuvo más diferencia con los resultados, obteniendo medias sobre las demás dosis, asimismo el tratamiento que más influyó fue Ceniza +LP+CP, para estos resultados del coeficiente de variación son homogéneos y poco dispersos. se puede implementar una dosis mayor en zonas altas en épocas de verano con el fin de aumentar la retención de agua, así mismo incrementar la coexistencia de la actividad microbiana, por esta razón la dosis con más respuesta es la de 100 g la recomendable.

Tabla 11. Comparación en cada uno de las dosis con fuentes orgánicas en el rendimiento del *Teobroma cacao* L. Mart. (cacao)

Tratamiento	Dosis	Rendimiento total (cm) ± error estándar(cm)
Ceniza +LP+CP	100 g	7,24 cm ± 0,09 cm a
	50 g	6,91 cm ± 0,13 cm a b
	25 g	6,86 cm ± 0,17 cm a b
p valor		0,0059
CV		9,56
R ²		0,65
Ceniza de palma	100 g	5,81 cm ± 0,09 cm a
	50 g	3,61 cm ± 0,17 cm a b
	25 g	3,42 cm ± 0,13 cm a b
p valor		0,0369
CV		8,59
R ²		0,61
Tratamiento	Dosis	rendimiento total (cm) ± error estándar(cm)
Compost de palma	100 g	4,24 cm ± 0,09 cm a
	50 g	2,91 cm ± 0,13 cm a b
	25 g	2,86 cm ± 0,17 cm a b
p valor		0,0059
CV		9,56
R ²		0,65
Hojarasca	100 g	3,81 cm ± 0,09 cm a
	50 g	1,61 cm ± 0,17 cm a b
	25 g	1,42 cm ± 0,13 cm a b

p valor	0,0369
CV	8,59
R ²	0,61

Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas según prueba de Duncan, con un nivel de significancia del 0,05.

V CONCLUSIONES

1. El efecto de cada uno de las fuentes orgánicas en el rendimiento del *Theobroma cacao* L. (cacao) en el suelo del centro poblado de Santa Rosa de Tananta según ANVA el rendimiento del cacao tiene un efecto directamente influenciado por las fuentes orgánicas y son altamente significativas, mientras que por TUKEY presentan diferencias estadísticas entre tratamientos
2. El efecto de las fuentes orgánicas antes y después en las propiedades químicas del suelo estadísticamente no son significativas, a excepción de la materia orgánica.
3. Las comparaciones de cada una de las dosis sobre los rendimientos obtenidos, la dosis recomendada es de 100 g se diferencia sobre los demás y el tratamiento que más influyó fue Ceniza +LP+CP.

VI RECOMENDACIONES

1. Se debe incrementar trabajos de investigación utilizando otras fuentes orgánicas para comparar cuál de ellas influye mejor en el rendimiento del *Theobroma cacao* L. (cacao) y presentan mejor significancia estadística.
2. Se debe de adicionar fuentes calcáreas a estos trabajos con la finalidad de incrementar el pH del suelo y mejoren las condiciones del suelo cuando se adicionen las fuentes orgánicas por cada tratamiento.
3. Realizar trabajos de investigación con el fin de determinar los efectos residuales en el suelo a un tiempo superior y cómo influye en el rendimiento productivo del cacao.

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, M. C.A. (2016). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica, en el rendimiento de un clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) y en la fertilidad del suelo. [Tesis de grado]. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Sede Regional San Carlos. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9843/efecto_fertilizaci%C3%B3n_org%C3%A1nica_inorg%C3%A1nica_rendimiento_clon_cacao_%28theobroma%20cacao%2C%201%29%20_en_la_fertilidad_del_suelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cabrera, Z. G. (2019). Efecto de abonos orgánicos mejorados en la producción de *Coffea arábica* L. Variedad Costa Rica 95 en Satipo. [Tesis de grado]. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5497/T010_46089012_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Correa, V. J. A. (2018). Efecto de enmiendas cálcicas y orgánicas en la absorción de cadmio en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región San Martín. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto Perú. <http://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3237/AGRONOMIA%20-%20Juvicksa%20Amayda%20Correa%20Villacorta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Holdridge, L. (1987). Ecología basada en zona de vida. Centro Tropical de Investigación y de Enseñanza. Costa Rica.
- Hualcas, C. Ch. N. (2020). Evaluación de las propiedades de un suelo degradado por efecto de la aplicación de enmiendas en el establecimiento del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la localidad de río Espino. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.
- Iglesias, R. (2015). Las diversas fuentes de compuestos orgánicos que existen. Cali, Colombia. (<https://fuentesde.com/compuestos-organicos/>).
- INTAGRI. (2017). Fuentes orgánicas de N – P – K para la nutrición de los cultivos. Serie Agricultura orgánica N° 10. Artículos técnicos de INTAGRI. Distrito Federal de México. México.
- MINAGRI. (2015). Requerimientos agroclimáticos del cultivo de cacao. Juanjuí, Perú. (<http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha11-cacao.pdf>).
- Misti. (2013). Cultivo de cacao, Iquitos, Perú. (<http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/157.pdf>).

- Muñoz, A. (2015). Principales fuentes de los compuestos orgánicos. California, Estados Unidos. (<https://prezi.com/ac1xgqbkpe3c/principales-fuentes-de-los-compuestos-organicos/>).
- Noles L. M. J. (2020). Evaluación de enmiendas orgánicas; efectos en la producción y fitosanidad del cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar CCN – 51. [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Machala. Ecuador. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16142/1/TTUACA-2020-IA-DE00025.pdf>.
- Potesta, C. J.S. (2018). Efecto del abono orgánico líquido bajo técnica Drench en las propiedades del suelo y la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico en el centro poblado Alto Palcazú. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María Perú. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1424/JSPC_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rojas, J. (2010). Fuente de los compuestos orgánicos. Tijuana, México. (<http://quimicaorganicaainscarmen.blogspot.com/2010/10/fuentes-de-los-compuestos-organicos.html>).
- Ruales, M. J. L., Burbano, O. H., y Ballesteros, P. W. (2011). Efecto de la fertilización con diversas fuentes sobre el rendimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.). Revista de ciencias Agrícolas. Volumen XXVIII N° 2. file:///C:/Users/U/Downloads/Dialnet-EfectoDeLaFertilizacionConDiversasFuentesSobreElRe-5104094%20(6).pdf.
- Ruíz, P. (2010). Cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Cali, Colombia. (<http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Cultivo%20de%20cacao.pdf>).
- Santiago, J. (2017). Fuentes de nutrientes para la fertilización orgánica. Bogotá, Colombia. (<http://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/fuentes-de-nutrientes-en-la-fertilizacion-organica/>).
- Villota, H. (1991). Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de las Tierras. IGAC-Bogotá.

ANEXO

Anexo 1. Cuadros tabulados

Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 3. Evaluación en campo



Figura 4. Georreferenciación de parcela



Figura 5. Parcela de cacao



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 941531389

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

soil@unahs.edu.pe



ANÁLISIS DE SUELOS

PROCEDENCIA:		SANTA ROSA DE TANANTA - TOCACHE							SOLICITANTE: ANGEL USHIÑAHUA ESPINOZA																										
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES $\text{Cmol}(+) / \text{kg}$						CICa	%	%	%													
		REP		Arena	Arcilla	Limo							Textura	Ca	Mg	K	Na	Al					H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al									
				%	%	%		%	ppm	ppm																									
1	M02084	T11	P3	57.68	29.04	13.28	Franco Arcillo Arenoso	7.39	1.61	0.07	17.69	50.48	13.73	10.20	3.44	0.04	0.05	-	-	-	100.00	0.00	0.00												
2	M02085	T21	P3	41.68	37.04	21.28	Franco Arcilloso	7.33	3.22	0.15	16.65	62.47	21.11	16.20	4.58	0.27	0.07	-	-	-	100.00	0.00	0.00												
3	M02086	T31	P3	55.68	31.04	13.28	Franco Arcillo Arenoso	7.37	4.30	0.19	26.34	83.96	19.84	16.22	3.26	0.17	0.08	-	-	-	100.00	0.00	0.00												
4	M02087	T41	P3	53.68	29.04	17.28	Franco Arcillo Arenoso	7.35	2.15	0.10	32.99	80.96	15.52	11.93	3.36	0.14	0.09	-	-	-	100.00	0.00	0.00												
5	M02088	T51	P3	47.68	33.04	19.28	Franco Arcillo Arenoso	7.39	2.69	0.12	28.67	60.47	22.29	17.41	4.59	0.19	0.10	-	-	-	100.00	0.00	0.00												
6	M02089	T81	P3	41.68	33.04	15.28	Franco Arcillo Arenoso	7.42	2.42	0.11	44.74	75.97	17.71	14.09	3.45	0.08	0.09	-	-	-	100.00	0.00	0.00												
7	M02090	T71	P3	59.68	27.04	13.28	Franco Arcillo Arenoso	7.42	1.88	0.08	12.04	74.47	12.31	9.29	2.81	0.12	0.08	-	-	-	100.00	0.00	0.00												
8	M02091	T81	P3	61.68	23.04	15.28	Franco Arcillo Arenoso	7.40	1.34	0.06	37.09	63.47	14.01	10.37	3.42	0.16	0.07	-	-	-	100.00	0.00	0.00												
9	M02092	T91	P3	47.68	35.04	17.28	Arcillo Arenoso	5.67	1.17	0.05	5.61	42.45	8.85	6.54	1.89	0.26	0.15	-	-	-	100.00	0.00	0.00												

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
FECHA: 19/12/2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANÁLISIS DE SUELOS
Miguel Huaya Rojas
M.Sc. Rgo. Miguel Huaya Rojas
JEFE



Figura 6. Análisis de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 941531359
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
 analit@sds.unasur.edu.pe



ANÁLISIS DE SUELOS

PROCEDENCIA:				SANTA ROSA DE TANANTA - TOCACHE				SOLICITANTE:				ANGEL USHÑAHUA ESPINOZA											
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CFC	CAMBIABLES Cmol(+) / kg						CICe	%	%	%	
				Arena	Arcillo	Limo							Textura	1:1	%	%	ppm	ppm					ppm
		REF	%	%	%	Ca	Mg	K	Na	Al	H												
10	M02093	T1 II	P3	59.68	25.04	15.28	Francos Arcillo Arenoso	7.12	3.22	0.15	16.07	74.47	13.83	10.37	3.25	0.12	0.08	--	--	--	100.00	0.00	0.00
11	M02094	T2 II	P3	51.68	31.04	17.28	Francos Arcillo Arenoso	7.29	5.37	0.24	28.31	66.47	19.81	15.33	4.78	0.17	0.12	--	--	--	100.00	0.00	0.00
12	M02095	T3 II	P3	53.68	29.04	17.28	Francos Arcillo Arenoso	7.00	2.42	0.11	15.92	90.46	14.96	10.71	3.83	0.35	0.06	--	--	--	100.00	0.00	0.00
13	M02096	T4 II	P3	59.68	25.04	15.28	Francos Arcillo Arenoso	7.42	3.76	0.17	33.55	72.97	18.04	13.86	3.98	0.12	0.08	--	--	--	100.00	0.00	0.00
14	M02097	T5 II	P3	55.68	25.04	19.28	Francos Arcillo Arenoso	7.44	4.84	0.22	24.12	65.47	16.00	12.00	3.68	0.21	0.12	--	--	--	100.00	0.00	0.00
15	M02098	T6 II	P3	45.68	35.04	19.28	Arcillo Arenoso	7.50	4.03	0.18	29.95	52.98	24.05	18.57	5.11	0.25	0.12	--	--	--	100.00	0.00	0.00
16	M02099	T7 II	P3	59.68	25.04	15.28	Francos Arcillo Arenoso	7.58	2.69	0.12	34.88	54.48	16.83	13.00	3.66	0.11	0.07	--	--	--	100.00	0.00	0.00
17	M02100	T8 II	P3	59.68	23.04	17.28	Francos Arcillo Arenoso	7.55	3.22	0.15	39.64	52.98	17.24	13.08	3.88	0.19	0.12	--	--	--	100.00	0.00	0.00
18	M02101	T9 II	P3	55.68	31.04	13.28	Francos Arcillo Arenoso	5.64	3.17	0.14	3.39	40.98	6.19	4.23	1.63	0.25	0.09	--	--	--	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 FECHA: 19/12/2016.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LAB. ANÁLISIS DE SUELOS

 M.Sc. Dgo. Miguel Huauya Rojas
 JEFE



Figura 7. Análisis de

suelos