UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO DE DOS FUENTES Y TRES DOSIS POR FUENTE DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA ZONA DE NESHUYA PADRE ABAD

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

JUAN CABRERA HERMOSILLA

Pucallpa, Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentada por **JUAN CABRERA HERMOSILLA,** denominada **EFECTO DE DOS FUENTES Y TRES DOSIS POR FUENTE DE ABONOS ORGANICOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTACION DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA ZONA DE NESHUYA PADRE ABAD** para cumplir con el requisito académico del título profesional de **INGENIERO AGRONOMO**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO** con el calificativo **(*) UNANIMIDAD**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGRONOMO**), de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del Reglamento para el otorgamiento de Título Profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 05 de mayo del 2023

Ing. Gustavo Horacio Celi Arévalo, Dr. — Presidente

Ing. Silvia Paola Llapapasca García, M.Sc. — Secretario

Ing. María Adelaida Pilco Lozano, M.Sc. — Miembro

Ing. José Antonio López Ucariegue, M.Sc. — Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado

ACTA DE APROBACION DE TESIS

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación por el jurado evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, integrado por los siguientes docentes:

Ing. Gustavo Horacio Celi Arévalo, Dr. .....
Presidente

Ing. Silvia Paola Llapapasca García, M.Sc. .....
Secretario

Ing. María Adelaida Pilco Lozano, M.Sc. .....
Miembro

Ing. José Antonio López Ucariegue, M.Sc. .....
Asesor

Bach. Juan Cabrera Hermosilla .....
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0244-2022

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **Informe final de Tesis, titulado:**

"EFECTO DE DOS FUENTES Y TRES DOSIS DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE UNA PLANTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN UN SUELO ÁCIDO DE LA ZONA DE NESHUYA PADRE ABAD".

Cuyo(s) autor (es)	:	**CABRERA HERMOSILLA, JUAN**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela Profesional	:	**AGRONOMÍA.**
Asesor(a)	:	**Mg. LOPEZ UCARIEGUE, JOSÉ ANTONIO**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 10%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y CODIFICA la presente constancia.

FECHA 04/05/2022

Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Juan Cabrera Hermosilla

Autor de la tesis titulada : Efecto de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos en el establecimiento de una plantación de cacao (Theobroma Cacao L.) en la zona de Neshuya-Padre Abad

Sustentada el año 2023

Asesor(a): Ing. José Antonio López Ucañegué M.Sc.

Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional: Agronomía

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 05/05/2023

Email: jcabrera2015000@gmail.com Firma:

Teléfono: 940670134 DNI: 48660002

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante y mi fortaleza en cada etapa de mi vida. Por concederme la salud, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar con éxito mi formación profesional. Gracias por iluminar mi camino en los momentos de dificultad, brindarme paz en los instantes de incertidumbre y permitirme alcanzar esta meta tan significativa.

A mis padres, por ser el pilar fundamental de mi vida. Por su amor incondicional, su paciencia, comprensión y apoyo constante a lo largo de mi etapa universitaria. Gracias por cada sacrificio realizado, por creer en mí incluso cuando las fuerzas parecían agotarse y por inculcarme valores que han guiado mi desarrollo personal y profesional. Este logro es también fruto de su esfuerzo, dedicación y confianza.

A mis hermanos, por su apoyo permanente, comprensión y palabras de aliento en cada etapa de este proceso. Gracias por estar siempre presentes, por sus consejos oportunos y por motivarme a seguir adelante, ayudándome a crecer no solo como profesional, sino también como persona. Su compañía y respaldo han sido fundamentales para no rendirme ante los desafíos.

Finalmente, dedico este trabajo a todas aquellas personas que, de una u otra manera, formaron parte de mi camino académico, brindándome apoyo, motivación y enseñanzas valiosas. Este logro representa el cierre de una etapa importante y el inicio de nuevos retos, los cuales afronto con gratitud, compromiso y la firme convicción de seguir creciendo y aportando positivamente a la sociedad.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, la Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme una sólida formación profesional y académica, a través de sus destacados catedráticos, quienes contribuyeron de manera significativa a mi desarrollo como profesional en el área de las ciencias agropecuarias.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por compartir generosamente sus conocimientos, experiencias y enseñanzas durante toda mi formación académica, las cuales fueron fundamentales para el fortalecimiento de mis competencias profesionales.

Al Ing. José Antonio López Ucariegue, M.Sc., asesor de la presente tesis, por su valiosa orientación, disposición permanente, consejos oportunos y aportes en la redacción, análisis e interpretación de los resultados de la investigación.

A mis compañeros de estudios, con quienes compartí momentos de esfuerzo, alegrías y dificultades a lo largo de mi etapa universitaria, por su apoyo, compañerismo y amistad, a quienes expreso mi sincero y eterno agradecimiento.

Al Ing. Narciso Vásquez del Castillo, por su desprendimiento, apoyo y valiosa colaboración como coasesor y propietario del fundo donde se desarrolló el trabajo de investigación, facilitando las condiciones necesarias para la ejecución del presente estudio.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA.....vi

AGRADECIMIENTO..... vii

ÍNDICE GENERAL..... viii

RESUMEN.....xi

ABSTRACT..... xii

ÍNDICE DE TABLAS xiii

ÍNDICE DE FIGURAS xv

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3

1.1. Descripción y fundamentación del problema..... 3

1.2. Formulación del problema general y específicos 4

1.3. Objetivo general y objetivos específicos..... 5

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis 5

1.5. Operacionalización de las variables..... 6

1.6. Justificación e importancia..... 8

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....10

2.1. Antecedentes de la investigación.....10

2.2. Bases teóricas 13

2.2.1. El cultivo de cacao……..……...13

2.2.2. Morfología de la planta…….……14

2.2.3. Consideraciones para la instalación del cultivo……15

2.2.4. Condiciones edafoclimáticas……16
2.2.5. Importancia de la materia orgánica en el suelo……17
2.2.6. Fertilización orgánica……18
2.2.7. Guano de isla……18
2.2.8. El compost……19
2.3. Definiciones conceptuales 21
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA..... 24
3.1. Método de investigación 24
3.2. Tipo y nivel de investigación 24
3.3. Población y muestra 24
3.4. Componentes en estudio 25
3.5. Tratamientos en estudio..... 25
3.6. Diseño experimental 26
3.7. Ejecución del experimento 29
3.7.1. Ubicación y duración del estudio 29
3.7.2. Condiciones ambientales 29
3.7.3. Proceso experimental 30
3.7.4. Variables evaluadas 34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS..... 36
4.1. pH del suelo 36
4.2. Contenido de materia orgánica 37
4.3. Contenido de N total..... 39
4.4. Contenido de P disponible..... 39
4.5. Porcentaje de acidez cambiable (PAC) 41
4.6. Contenido de bases cambiables y CIC..... 42

4.7. Altura de planta……..……...45

4.8. Diámetro de planta…….47

4.9. Número de hojas por planta…….50

4.10. Área foliar por planta…….52

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN..... 55

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES 62

CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES 64

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 66

ANEXOS……70

RESUMEN

El ensayo se desarrolló en un inceptisol degradado ubicado en el distrito de Neshuya Padre Abad, con el propósito de evaluar el efecto de tres dosis de guano de isla y de compost en algunas propiedades químicas del suelo y en el crecimiento inicial del cacao clon CCN 51. Los tratamientos fueron 50, 100 y 150 g de guano de isla por planta y 100, 200 y 300 g de compost por planta, los cuales fueron aplicados al momento de la siembra, bajo un diseño BCA con 4 repeticiones. Después de 6 meses de evaluación, los resultados demostraron que, con la aplicación de las dosis de 200, 300 y 100 g de compost por planta, se incrementó significativamente el contenido de P disponible, con promedios de 70.1, 41.5 y 38.1 ppm, sucesivamente. Igualmente, el contenido inicial de la Capacidad de Intercambio Catiónico fue de 3.65 meq/100 g de suelo y por acción de la aplicación de fuentes y dosis de abonos se incrementó su valor, especialmente con la dosis de 100 g de compost por planta, con un promedio de 6.15 meq/100 g suelo. Finalmente, la aplicación de 150 g de guano de isla y 300 g de compost por planta incrementaron significativamente los primeros 6 meses de crecimiento del cultivo de cacao en las variables altura de planta (83 y 75 cm), diámetro de tallo (16 y 15 mm), número de hojas por planta (26 y 25) y área foliar (423 y 409 mm^2).

Palabras claves: Cacao, guano de isla, compost, dosis, dinámica, suelo.

ABSTRACT

The trial was carried in a degraded Inceptisol located in the district of Neshuya Padre Abad, with the purpose of evaluating the effect of three doses of island guano and compost on some chemical properties of the soil and on the initial growth of clone CCN 51 cacao. The treatments were 50, 100 and 150 g of island guano per plant and 100, 200 and 300 g of compost per plant, which were applied at the time of sowing, under a BCA design with 4 repetitions. After 6 months of evaluation, the results showed that, with the application of doses of 200, 300 and 100 g of compost per plant, the available P content increased significantly, with averages of 70.1, 41.5 and 38.1 ppm, successively. Likewise, the initial content of the Cation Exchange Capacity was 3.65 meq/100 g of soil and due to the action of the application of sources and doses of fertilizers, its value increased, especially with the dose of 100 g of compost per plant, with an average of 6.15 meq/100 g soil. Finally, the application of 150 g of island guano and 300 g of compost per plant significantly increased the first six months of growth of the cocoa crop in the variables plant height (83 and 75 cm), stem diameter (16 and 15 mm), number of leaves per plant (26 and 25) and leaf area (423 and 409 mm^2).

Keywords: Cocoa, island guano, compost, dose, dynamics, soil.

ÍNDICE DE TABLAS

En el texto: **Pág.**

Tabla 1. Contenido de nutrientes del guano de isla…… 19

Tabla 2. Contenido de NPK en el compost…… 20

Tabla 3. Análisis de varianza…… 27

Tabla 4. Datos meteorológicos durante el ensayo…… 30

Tabla 5. Análisis de suelo previo a la aplicación de fuentes y dosis por fuente……... 31

Tabla 6. Análisis químico de las fuentes orgánicas…….. 32

Tabla 7. Variables independientes en estudio…….. 34

Tabla 8. Variables dependientes en estudio…….. 35

Tabla 9. Valor del pH del suelo por tratamiento y por evaluación…….. 37

Tabla 10. Contenido de materia orgánica por tratamiento y evaluación.. 38

Tabla 11. Contenido de N total por tratamiento y por evaluación…… 39

Tabla 12. Contenido de P disponible por tratamiento y por evaluación… 40

Tabla 13. Porcentaje de acidez cambiable por tratamiento y por evaluación…… 42

Tabla 14. Contenido de K, Ca y Mg por tratamiento y evaluación…..….. 43

Tabla 15. Contenido de CIC por tratamiento y evaluación…… 44

Tabla 16. Altura de planta (cm) por tratamiento y evaluación (*)……..… 46

Tabla 17. Diámetro de tallo (cm) por tratamiento y evaluación…….. 48

Tabla 18. Número de hojas por planta por tratamiento y evaluación….. 50

Tabla 19. Área foliar por planta por tratamiento y por evaluación…… 53

En el anexo:

Tabla 1A. ANVA para altura de planta a los 30 dds…… 71

Tabla 2A. ANVA para altura de planta a los 60 dds…… 71

Tabla 3A. ANVA para altura de planta a los 90 dds…… 71

Tabla 4A. ANVA para altura de planta a los 120 dds…….. 72

Tabla 5A. ANVA para altura de planta a los 150 dds……. 72

Tabla 6A. ANVA para altura de planta a los 180 dds……. 72

Tabla 7A. ANVA para diámetro de tallo a los 30 dds……. 73

Tabla 8A. ANVA para diámetro de tallo a los 60 dds……. 73

Tabla 9A. ANVA para diámetro de tallo a los 90 dds…….. 73

Tabla 10A. ANVA para diámetro de tallo a los 120 dds…… 74

Tabla 11A. ANVA para diámetro de tallo a los 150 dds…… 74

Tabla 12A. ANVA para diámetro de tallo a los 180 dds…… 74

Tabla 13A. ANVA para hojas por planta a los 30 dds…… 75

Tabla 14A. ANVA para hojas por planta a los 60 dds…… 75

Tabla 15A. ANVA para hojas por planta a los 90 dds…….. 75

Tabla 16A. ANVA para hojas por planta a los 120 dds……. 76

Tabla 17A. ANVA para hojas por planta a los 150 dds……. 76

Tabla 18A. ANVA para hojas por planta a los 180 dds……. 76

Tabla 19A. ANVA para área foliar por planta inicial…….. 77

Tabla 20A. ANVA para área foliar por planta final……. 77

ÍNDICE DE FIGURAS

En el texto: **Pág.**

Figura 1. Croquis experimental……... 28

Figura 2. Distribución total de plantas en el ensayo…… 28

Figura 3. Altura de planta por tratamiento y evaluación…….. 47

Figura 4. Diámetro de tallo por tratamiento y evaluación……. 49

Figura 5. Número de hojas por planta por tratamiento y evaluación…. 51

Figura 6. Área foliar por planta por tratamiento y evaluación……. 54

En el anexo:

Figura 1A. Identificación del ensayo……. 81

Figura 2A. Distribución de los tratamientos……. 81

Figura 3A. Vista panorámica del ensayo…….. 82

Figura 4A. Medición del diámetro de tallo…… 82

Figura 5A. Medición del área foliar…… 83

Figura 6A. Vista general del ensayo……. 83

Figura 7A. Planta de cacao con aplicación de abono orgánico…… 84

Figura 8A. Evaluación de ancho de hoja…….. 84

Figura 9A. Toma de datos de campo…… 85

INTRODUCCIÓN

La producción de cacao en Perú se ha incrementado significativamente, permitiendo mejorar los ingresos económicos de numerosas familias asentadas en la provincia de Padre Abad, aun cuando la fertilidad de estos suelos representa un factor limitante de la producción que le permita dar sostenibilidad a la producción del cultivo (ACP, 2020).

En este sentido, Merino (2013), señala que, una de las formas sostenibles de mantener la fertilidad de los suelos en estos sistemas de producción, es a través, de la aplicación de diferentes fuentes de abonos naturales como el guano de isla el compost y el humus, entre otros.

A nivel regional, el rendimiento por ha no sobrepasa los 800 kg, constituyéndose en un serio problema a la oferta regional de este producto, cuya causa probablemente sea debida a diversos factores medioambientales, entre los que se encuentra la fuerte acidez del suelo, asociado a un alto porcentaje de saturación de Al, lo cual deviene en una escasa disponibilidad de los nutrientes que necesita la planta de cacao para crecer y desarrollarse (ACP, 2020).

Por otro lado, Parco (2018) señala que, una de las causas para el bajo rendimiento en la producción de cacao orgánico en la amazonia peruana es la carencia de conocimiento de la aplicación de dosis óptima de nutrientes por planta. Agro Rural y otros comerciantes de fertilizantes comercializan el guano de las islas y los productores por escaso conocimiento del efecto de aplicación de nutrientes no utilizan este producto, echando a perder en muchos casos el fertilizante, siendo en los últimos tiempos el uso eficiente de los abonos orgánicos una alternativa prioritaria para mejorar la productividad de los cultivos

Bajo estas condiciones, el trabajo de investigación resulta importante porque permitirá, por un lado, conocer si se mejora algunas propiedades químicas del suelo y por otro lado, será posible efectuar ajustes respecto al nivel de fertilización que se programe en el primer año de crecimiento vegetativo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) constituye una actividad agrícola de gran importancia económica y social en la zona de Neshuya, provincia de Padre Abad. Sin embargo, el establecimiento de nuevas plantaciones se ve limitado por las condiciones edáficas predominantes, caracterizadas por suelos degradados, baja fertilidad natural, alta acidez y escasa disponibilidad de nutrientes esenciales para el desarrollo inicial del cultivo.

En este contexto, los productores recurren principalmente al uso de fertilizantes químicos, los cuales, si bien pueden mejorar la disponibilidad inmediata de nutrientes, generan altos costos de producción y pueden contribuir al deterioro progresivo del suelo cuando no son utilizados de manera adecuada. Frente a esta problemática, el uso de abonos orgánicos se presenta como una alternativa sostenible, ya que permite mejorar las propiedades químicas del suelo, favorecer la actividad biológica y promover un crecimiento más equilibrado del cultivo.

No obstante, en la zona de Neshuya existe limitada información técnica y científica sobre el efecto de diferentes fuentes y dosis de abonos orgánicos en el establecimiento del cacao, particularmente en relación con su influencia sobre las propiedades químicas del suelo y el crecimiento inicial de las plantas. Esta falta de información dificulta la toma de

decisiones por parte de los productores y limita la adopción de prácticas de manejo nutricional adecuadas.

Ante esta situación, surge la necesidad de evaluar el efecto de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos en el establecimiento de una plantación de cacao, con la finalidad de generar información que contribuya a mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo en la zona de Neshuya Padre Abad.

1.2. Formulación del problema generales y específicos

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el efecto de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos en el establecimiento de una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Neshuya Padre Abad?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos en algunas propiedades químicas del suelo de una plantación de cacao en la zona de Neshuya Padre Abad?

- ¿Cuál es el efecto de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos en el crecimiento de una plantación de cacao en la zona de Neshuya Padre Abad?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos en el establecimiento de una plantación de cacao en la zona de Neshuya Padre Abad.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos en algunas propiedades químicas del suelo de una plantación de cacao en la zona de Neshuya Padre Abad.

- Evaluar el efecto de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos en el crecimiento de una plantación de cacao en la zona de Neshuya Padre Abad.

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- La aplicación de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos tiene un efecto significativo en el establecimiento de una plantación de cacao en la zona de Neshuya Padre Abad.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La aplicación de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos influye significativamente en algunas propiedades químicas del suelo de una plantación de cacao en la zona de Neshuya Padre Abad.

- La aplicación de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos influye significativamente en el crecimiento de una plantación de cacao en la zona de Neshuya Padre Abad.

1.5. Operacionalización de las variables

1.5.1. Variables independientes

Las diferentes dosis de cada fuente orgánica se aplicaron al momento de la siembra, en forma directa al costado del hoyo, mezclando de manera uniforme, el contenido de cada dosis por fuente con la tierra de relleno y colocando encima una capa de tierra fina, durante el proceso de siembra del plantón de cacao de dos meses de edad en campo definitivo.

Previamente, 30 días antes de la siembra, se aplicó una dosis de 30 g de dolomita (30% CaO y 22% MgO) por planta, para corregir parcialmente la acidez (pH 4.37) y la alta saturación de Al en el suelo, (92.2%) a todas las unidades experimentales, colocándose el material encalante al fondo del hoyo, previo a la siembra.

1.5.2. Variables dependientes

Para determinar la fertilidad del suelo experimental, en forma previa a la aplicación de las fuentes y dosis por fuente de los abonos orgánicos, se extrajo en primer lugar, siete (07) muestras simples de suelo de 200 g de peso cada una, de los primeros 30 cm de profundidad en forma de zigzag del área total del terreno y con ayuda de un barreno de acero inoxidable, las cuales fueron posteriormente mezcladas para obtener una muestra compuesta de aproximadamente 500 g de peso, la que una vez secada, molida y tamizada fue enviada al Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, para su posterior análisis de pH, MO, N total, P disponible, porcentaje de acidez cambiable, bases cambiables y CIC.

Posteriormente a los 6 meses después de la aplicación de las fuentes y dosis por fuente, se extrajo con ayuda de un barreno de acero inoxidable, siete (07) muestras simples de 200 g de suelo cada una, de los primeros 30 cm de profundidad y de la parte central de cada unidad experimental, las que una vez secadas, molidas y tamizadas fueron enviadas al Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, para su posterior análisis de pH, MO, N total, P disponible, porcentaje de acidez cambiable, bases cambiables y CIC.

Por otro lado, en relación a los indicadores de crecimiento, se efectuaron 6 evaluaciones a los 30, 60, 90, 120.150 y 180 días después de la siembra en campo definitivo, en función al detalle siguiente:

- **Altura de planta:** Se seleccionaron las tres plantas centrales de cada unidad experimental y se midió su altura en cm con ayuda de una regla graduada, y se anotó en el registro de campo.

- **Diámetro del tallo:** Se seleccionó a las tres plantas centrales de cada unidad experimental y se midió el diámetro basal del tallo con la ayuda de un vernier y se anotó en el registro de campo.

- **Número de hojas por planta:** Se seleccionó a las tres plantas centrales de cada unidad experimental y se contó el número de hojas sanas por planta y su resultado se anotó en el registro de campo.

- **Área foliar por planta:** Se extrajo 3 hojas por planta de la parte central de las 3 plantas centrales sin defectos de ataque de insectos o enfermas, y mediante el método del papel milimetrado, se midió el área foliar de cada hoja, cuyo promedio se multiplicó por el número de hojas por planta para determinar el área foliar por planta.

1.6. Justificación e importancia

La presente investigación se justifica desde el punto de vista técnico**,** ya que permitirá identificar las fuentes y dosis de abonos orgánicos más adecuadas para mejorar las propiedades químicas del suelo y favorecer el establecimiento del cultivo de cacao en suelos degradados.

Desde el punto de vista económico, los resultados contribuirán a optimizar el uso de insumos orgánicos disponibles en la región, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos y los costos de producción para los agricultores.

Desde el punto de vista ambiental, el uso de abonos orgánicos promueve una agricultura sostenible, mejora la calidad del suelo y reduce

los impactos negativos asociados al uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos.

Finalmente, desde el punto de vista científico, la investigación generará información relevante que servirá como base para futuros estudios relacionados con el manejo nutricional del cacao en la zona de Neshuya Padre Abad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Cuvi *et al*., (2015) en su investigación utilizaron un sustrato mejorado con 4 tipos abonos orgánicos y un testigo en la producción de plántulas de cacao en la etapa de vivero. Los resultados demuestran que, en la germinación de las semillas, los mejores tratamientos fueron el sustrato de suelo, arena y humus de lombriz y el tratamiento de suelo arena y compost, obteniéndose en ambos tratamientos el 100% de germinación. Para la altura de la plántula y el diámetro del tallo el mejor sustrato fue la mezcla de suelo, arena y estiércol de cuy con un promedio del 35 cm de altura y 8,72 mm de diámetro del tallo.

Ormeño y Ovalle (2011) establecieron un ensayo a nivel de vivero en Mérida, Venezuela, con el propósito de evaluar el efecto de diferentes abonos orgánicos en la calidad de los suelos y el crecimiento de las plántulas de cacao. Los tratamientos fueron testigo sin abono, té de estiércol (10, 20 y 30%), té de compost (10, 20 y 30%), humus líquido de lombriz y compost de cacao (50%). Todos los tratamientos mejoraron el pH (5,7 a 6,9), el contenido de materia orgánica (28 a 43 g kg^{-1}), de fósforo (25 a 1624 mg kg^{-1}) y la relación C/N (11,4 a 15,1). El mejor tratamiento para el desarrollo de las plántulas de cacao fue el té de estiércol (20%), por

presentar buena altura total y mejor desarrollo radicular, dándole adecuadas condiciones a las plantas para su traslado a campo definitivo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Por su parte, Parco (2018) desarrolló un ensayo en la EEA-Pichanaki Junín, con el propósito de determinar la dosis óptima de aplicación de guano de las islas por planta, en una plantación de cacao CCN-51 de 6 años, en un suelo de mediana fertilidad y ligeramente inclinado. Se usó 300, 400, 600 y 800 g de guano de isla por planta, bajo un diseño BCA. En conclusión, se determinó y recomienda para suelos de mediana fertilidad aplicar entre 300 a 600 g por planta y 800 g por planta para suelos de baja fertilidad.

Así mismo, Lliuya (2015) realizó la investigación en Nuevo Progreso (San Martín) con el objetivo de determinar la influencia de la fertilización orgánica en el crecimiento de los plantones de cacao. Los tratamientos fueron el suelo inceptisols combinado con compost a 340 kg/ha (T1), gallinaza a 182 kg/ha (T2), estiércol de cuy a 118 kg/ha suelo (T3), Mallki a 340 kg/ha (T4), Powergizer 8-32-5 a 100 ml/20 L (T5), Aquamaster 20-20-20 a 100 g/20 L (T6), Bayfolán 11-8-6 a 100 ml/20 L (T7) y suelo inceptisols solo (T8), distribuidos bajo un diseño completamente al azar. El sustrato se llenó en bolsas de 6” x 12” x 2 y se mantuvo a los plantones por un periodo de 120 días. Como resultado se determinó que la altura total fue superior con el tratamiento a base de estiércol de cuy (34.68 cm), el diámetro de tallo fue mayor con el tratamiento combinado con compost (8.38 cm), el número de hojas por planta (22.8) y el peso húmedo de raíces

(6.23 g) fue mejor aplicando estiércol de cuy, concluyéndose que, con este tratamiento se favoreció el crecimiento de los plantones de cacao.

Dávila (2019) por su parte, llevó a cabo un trabajo en Huánuco en una finca de cacao CCN-51 de 14 años de edad, cuyo objetivo fue evaluar el efecto del compost, dolomita y magnocal en las propiedades fisicoquímicas del suelo y el contenido de Cd de los granos de cacao. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar. Los resultados indican que, las características químicas del suelo se incrementaron, mostrando diferencias estadísticas significativas, cuyos valores promedios fueron: pH (4.59), materia orgánica (2.98%), P (9.98 ppm), K (65.80 ppm), Ca (2.10 meq/100 g), Mg (1.12 meq/100 g), CIC (4.93 meq/100 g). De igual forma, el Cd total en el suelo fue de 0.84 mg kg^{-1} y el Cd disponible representó el 31% del Cd total. El Cd en las almendras por efecto de la aplicación de las enmiendas disminuyó hasta 0.25 mg kg^{-1}.

Pisco (2018) probando el efecto de fertilizantes compuestos, utilizando suelos ácidos como sustrato en el crecimiento de plantones de cacao en Tocache, concluye que, ningún fertilizante compuesto en sus tres dosis permitió obtener plantones con buenas características biométricas a los 120 días después de la siembra, presentando menor altura de planta, menor número de hojas, presencia de necrosis, así como la pérdida de minerales como N, P, K, Ca y Mg.

Merino (2013) por otro lado, efectuó un ensayo en Tingo María, con el objetivo de evaluar el efecto nutricional de la aplicación de abonos orgánicos mediante la adición de aislamiento casero de microorganismos eficientes naturales (MEB) y uno comercial (MEC®) en el crecimiento de

cacao CCN - 51, bajo condiciones de vivero. Con este objetivo, se aplicó 200 g de abonos del tipo bocashi, gaicashi y compost con y sin MEB y MEC® a cada unidad experimental que constaba de una bolsa de 1000 cc de capacidad. Los resultados indican que, los tratamientos no mostraron influencia en la germinación de las semillas y volumen radicular; sin embargo, existen si presentan diferencias en los otros parámetros evaluados.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El cultivo de cacao

El cacao en el mundo

El cacao se cultiva en más de 50 países ubicados en 4 continentes (África, América, Asia y Oceanía); 23 de esos países son de América y en ellos se produce cacao con fines comerciales, lo que convierte el cacao en un cultivo de gran importancia económica, social, ambiental y, particularmente, cultural para los territorios en donde se produce. La actividad cacaotera tiene impacto importante en los principales países productores, ya que representa el modo de vida de más de 150 000 agricultores y genera alrededor de 1 500 000 empleos directos en las etapas de producción, procesamiento y comercialización. La producción de cacao en América abarca una superficie superior a 1 700 000 hectáreas y genera flujos comerciales superiores a los 900 millones de dólares de exportaciones anuales (IICA, 2017).

El cacao en el Perú

En el Perú, el cultivo de cacao constituye una de las más valiosas opciones productivas de la Amazonía. Durante los últimos 15 años la producción nacional del cacao se ha incrementado hasta superar las 20,000 t de grano seco anuales a partir de 1995; en forma concurrente, el área cultivada ha incrementado a un promedio de 32,000 ha (ACP, 2020).

En la actualidad según la Dirección Regional de Agricultura Ucayali al año 2017 se cuenta con cerca de 20,000 ha de cacao sembradas y 10,000 ha de estas ya se encuentran en producción, en las provincias de Padre Abad, coronel Portillo, Atalaya y Purús. Del total 11,484 ha se han sembrado en la provincia de Padre Abad, 6,523 ha en coronel Portillo, 2,981 ha en Atalaya y las demás en Purús. Actualmente el rendimiento promedio en regional no sobrepasa los 800 kg ha^{-1} (DRAU, 2017).

2.2.2. Morfología de la planta

Chacón (2004) describe la morfología de la planta de cacao, como de tamaño mediano, pero bajo sombra puede alcanzar más altura. Tiene su primera horqueta al alcanzar el metro y medio de altura, ahí se desarrollan de 3 a 6 ramas principales a un mismo nivel.

De igual forma, Motamayor *et al.,* (2002), señala que la planta tiene una raíz principal y otras raíces que se dividen en primarias, secundarias y terciarias. Al final de las tres raíces y ubicadas a la altura de la copa de la planta de cacao se encuentran aquellas que absorben los nutrientes y están a poca profundidad del suelo.

La hoja es de forma alargada, mediana y de color verde. Las hojas tiernas son de diferentes colores que van del color café claro, verde pálido, morado al rojizo, según la variedad. Las flores nacen en grupos pequeños llamados cojines florales y se desarrollan en el tronco y ramas principales (Motamayor *et al.*, 2002).

El fruto tiene diferentes colores, tamaños y formas, esto según la variedad del cacao. La pulpa puede ser blanca, rosada o café. Generalmente el tamaño es de 30 cm de largo y 10 cm de ancho y pueden contener de 25 a 56 semillas o granos por fruto y la semilla es de forma redonda o plana, de color blanco, café o morado. Están ubicadas en cinco hileras dentro del fruto (Sánchez *et al*, 2019).

2.2.3. Consideraciones para la instalación del cultivo

La alineación y el trazo constituyen las primeras actividades que sirven para determinar la dirección de las plantaciones, ya que los terrenos son variables, desde terrenos planos hasta terrenos con pendiente donde la alineación debe realizarse a curvas de nivel, con la finalidad de proteger la erosión y pérdida del suelo (Paredes, 2003).

Realizada la alineación y marcado, se procede a la apertura de los hoyos cuyas dimensiones son de 0.30 x 0.30 x 0.40 cm, de ancho, largo y profundidad para que las plantas queden bien establecidas. En la extracción de tierra de los hoyos se debe separar los primeros 15 a 20 cm con mayor contenido de materia orgánica a un lado y el restante de la parte más profunda a otro lado.

En la instalación de los plantones a campo definitivo, previamente se sugiere colocar entre 100 a 150 g de guano de isla como abono de fondo, para facilitar la disponibilidad de nutrientes, de manera que la tierra o sustrato de la parte superior con mayor contenido de materia orgánica ingrese al fondo mezclado con el abono orgánico (Paredes, 2003).

2.2.4. Condiciones edafoclimáticas

El cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica. Las características físicas más importantes del suelo son la textura, estructura, el color, la permeabilidad, la profundidad efectiva y drenaje. La textura ideal para el cultivo del cacao es la mediana o franca y por consiguiente los suelos muy arcillosos y arenosos deben ser descartados. Las texturas intermedias que van desde franco-arcillosos a franco-arenosos son óptimas para el cacao en la mayoría de los casos (Chacón, 2004).

La temperatura adecuada para el cultivo de cacao debe estar entre 23 a 32 °C, con un óptimo de 25 °C. Las temperaturas extremas muy altas pueden provocar alteraciones fisiológicas en el árbol por lo que en el crecimiento inicial se sugiere que el cultivo debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan directamente y se incremente la temperatura (Chacón, 2004).

Los rangos de precipitación pluvial para cacaos especiales son de 1500 a 4000 mm, siempre y cuando los suelos sean profundos y con buen drenaje. En las regiones productoras de cacao, la lluvia presenta muchas variaciones (Sánchez *et al.*, 2019).

El sombreamiento del cacao se instala al inicio de la plantación y el objetivo es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar. Cuando el cultivo se halla establecido se podrá reducir el porcentaje de sombreo hasta un 25 o 30% (Sánchez *et al.*, 2019).

"La luz es otro de los factores ambientales de mucha importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis. Es importante no solo por la duración diaria, sino por la distribución durante el año". (Sánchez *et al.*, 2019)

Respecto a la fertilización, en el trasplante se sugiere aplicar abono orgánico o fertilizante en el fondo. Seguidamente a los 3 meses de la siembra es conveniente abonar con un kg de abono orgánico o bioabono, 100 g de un fertilizante como 20-10-6-5- alrededor de cada plantita, en un diámetro de 80 cm aproximadamente. Durante el primer y segundo año, las necesidades por planta son de 60 g de N, 30 g de $P_2 0_5$, 24 g de $K_2 0$ y 82 g de SO_4. Del tercer año en adelante, el abonado se debe hacer basándose en un análisis del suelo (FEDECACAO, 2015).

2.2.5. Importancia de la materia orgánica en el suelo

En la literatura existen varios criterios para definir a la materia orgánica, sin embargo, se trata de cualquier tipo de material animal o vegetal que retorna al suelo después de descomponerse con la participación de microorganismos. Este material puede ser hojas, raíces muertas, estiércoles, orina, plumas, pelo, huesos, animales muertos, entre otros y, de microorganismos como bacterias, hongos, nematodos que

aportan al suelo sustancias orgánicas o sus propias células al morir. Estos materiales empiezan la descomposición y mineralización, cambiando su forma orgánica (seres vivos) a sus formas inorgánicas (minerales, solubles o insolubles). Estos minerales se trasladan por la solución de suelo y posteriormente son aprovechados por las plantas y organismos, o estabilizados hasta convertirse en humus, mediante el proceso de humificación (Chacón, 2004).

2.2.6. Fertilización orgánica

Los abonos orgánicos son de gran importancia para los cultivos ya que mejoran las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, su capacidad de absorber el oxígeno y el balance de humedad. El uso de abonos orgánicos es limitado en muchos casos por la falta de información en las instituciones, quienes pagan altos costos por los fertilizantes sintéticos. Los abonos orgánicos son una alternativa económica y viable para terminar paulatinamente con la dependencia de los abonos sintéticos (Zambrano, 2011).

2.2.7. Guano de isla

El guano de las islas se forma por las deyecciones de las aves marinas como el guanay, piquero y alcatraz. Las aves guaneras son prácticamente laboratorios vivientes donde se procesa el abono más completo que ha podido darse en la naturaleza. Este abono consiste en la carne y los esqueletos de los peces que han sido ingeridos por las aves, y que sufren todo un proceso digestivo que los convierte en materia de fácil

asimilación por las plantas (Zambrano, 2011).

Se presenta en forma de polvo de granulación uniforme, de color gris amarillento verdoso, con olor fuerte a vapores amoniacales, contiene una humedad entre 16 y 18%, y se considera ideal para en buen crecimiento, desarrollo y producción de cosechas rentables (Gonzáles, 2011).

Tabla 1

Contenido de nutrientes del guano de isla

Elementos	Fórmula / símbolo	Concentración
Nitrógeno	N	10 - 14%
Fósforo	P_2O_5	10 - 12%
Potasio	K_2O	2- 3%
Calcio	CaO	8.00%
Magnesio	MgO	0,50%
Azufre	S	1,50%
Hierro	Fe	0,032%
Zinc	Zc	0,0002%
Cobre	Cu	0,024%
Manganeso	Mn	0,020%
Boro	B	0,016%

Fuente: Zambrano (2011).

2.2.8. El compost

El compost es un abono orgánico que se forma en base a los residuos que se generan (restos de poda, de cosecha, de post-cosecha, estiércol, pasto, fruta caída, entre otros) y tiene importancia porque proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura, los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. La Organización Mundial para la Agricultura y la alimentación FAO (2013), define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en

descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. Sin embargo, no todos los materiales que han sido transformados aeróbicamente, son considerados compost. El proceso de compostaje incluye diferentes etapas que deben cumplirse para obtener compost de calidad (Escalante, 2015).

Tabla 2

Contenido de NPK en el compost

Nutriente	% en compost
Nitrógeno	0,3% – 1,5% (3 a 15 g por kg de compost)
Fósforo	0,1% – 1,0% (1 a 10 g por kg de compost)
Potasio	0,3% – 1,0% (3 a 10 g por kg de compost)

Fuente: Zambrano (2011).

La producción de compost se forma a partir de cuatro fases diferenciadas por la temperatura; la fase mesófila, que consiste en la descomposición de los residuos orgánicos por efecto de la actividad microbiana, a temperaturas que llegan hasta los 45 °C, y puede durar entre 4 a 8 días. La fase termófila, le sucede a la anterior, y se caracteriza porque las bacterias termófilas actúan degradando las fuentes más complejas de C, como la lignina y la celulosa. En esta fase el N es transformado en NH_3 por lo que tiende a subir el pH del compost. Luego viene la fase de enfriamiento o mesófila II, que consiste en que descompuestos el C y el N, la temperatura tiende a bajar hasta los 40°C, permitiendo la actividad de microorganismos mesófilos y el descenso del pH. Esta fase de enfriamiento puede durar varias semanas y puede confundirse con la fase de enfriamiento. Por último, se produce la fase de maduración, que demora

meses a temperatura ambiente, durante las cuales, por reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados, se forman los ácidos húmicos y fúlvicos (FAO, 2013).

2.3. Definiciones conceptuales

- **Abonos orgánicos:** Son materiales de origen vegetal o animal que, al incorporarse al suelo, aportan nutrientes de manera gradual, mejoran la estructura del suelo y favorecen la actividad biológica, contribuyendo al desarrollo sostenible de los cultivos.

- **Área foliar:** Es la superficie total de las hojas de una planta, la cual está directamente relacionada con la capacidad fotosintética y el crecimiento vegetativo del cultivo.

- **Bases cambiables:** Son los cationes esenciales, principalmente calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}) y potasio (K^{+}), que se encuentran adsorbidos en el complejo de cambio del suelo y pueden ser intercambiados y absorbidos por las plantas.

- **Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** Es la capacidad del suelo para retener y liberar cationes nutrientes, expresada en meq/100 g de suelo, y constituye un indicador fundamental de la fertilidad química del suelo.

- **Cacao (*Theobroma cacao* L.):** Es una especie arbórea tropical de importancia económica, cultivada principalmente por sus semillas,

que requiere suelos con adecuada fertilidad para un óptimo crecimiento y producción.

- **Compost:** Es un abono orgánico obtenido a partir de la descomposición controlada de residuos orgánicos, el cual mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

- **Diámetro de tallo:** Es la medida transversal del tallo de la planta, utilizada como indicador del vigor y desarrollo estructural del cultivo.

- **Establecimiento del cultivo:** Es la etapa inicial del desarrollo del cultivo que comprende desde la siembra hasta el crecimiento vegetativo temprano, periodo crítico para el desarrollo futuro de la planta.

- **Fósforo disponible:** Es la fracción del fósforo presente en el suelo que se encuentra en formas químicas accesibles para la absorción por las plantas.

- **Guano de isla:** Es un abono orgánico natural de origen aviar, rico en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, utilizado para mejorar la fertilidad del suelo.

- **Materia orgánica del suelo:** Es el conjunto de residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición que influyen en la fertilidad, estructura y actividad biológica del suelo.

- **Nitrógeno total:** Es la cantidad total de nitrógeno presente en el suelo, incluyendo las formas orgánicas e inorgánicas disponibles y no disponibles para las plantas.

- **Número de hojas por planta:** Es la cantidad total de hojas desarrolladas por una planta, indicador del crecimiento vegetativo y de la capacidad fotosintética.

- **pH del suelo:** Es una medida de la acidez o alcalinidad del suelo, que influye directamente en la disponibilidad de nutrientes y en el desarrollo de las plantas.

- **Porcentaje de acidez cambiable (PAC):** Es la proporción de iones hidrógeno (H^+) y aluminio (Al^{3+}) presentes en el complejo de cambio del suelo, expresada en porcentaje.

- **Propiedades químicas del suelo:** Son características relacionadas con la composición química del suelo, tales como pH, materia orgánica, nutrientes disponibles, bases cambiables y capacidad de intercambio catiónico.

- **Suelo Inceptisol:** Es un orden de suelo caracterizado por un desarrollo incipiente de horizontes, generalmente con limitaciones de fertilidad y susceptibilidad a procesos de degradación.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método empleado en la presente investigación fue el método experimental**,** debido a que se manipularon de manera controlada dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos, con la finalidad de observar y analizar su efecto sobre determinadas propiedades químicas del suelo y el crecimiento inicial del cultivo de cacao. Este método permitió establecer relaciones de causa y efecto entre los tratamientos aplicados y las variables evaluadas.

3.2. Tipo y nivel de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, ya que estuvo orientada a generar información útil para mejorar el establecimiento del cultivo de cacao mediante el uso de abonos orgánicos en suelos degradados.

Asimismo, correspondió a un nivel explicativo, debido a que buscó determinar el efecto que ejercen las fuentes y dosis de abonos orgánicos sobre las propiedades químicas del suelo y el crecimiento del cacao, explicando los cambios observados a partir de la aplicación de los tratamientos.

3.3. Población y muestra

La población estuvo constituida por las plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) establecidas en el área experimental ubicada en el

distrito de Neshuya, provincia de Padre Abad.

La muestra estuvo conformada por las plantas correspondientes a cada unidad experimental, las cuales fueron seleccionadas de acuerdo con el diseño experimental establecido. Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones, considerando plantas representativas para la evaluación de las variables de estudio.

3.4. Componentes en estudio

Los componentes evaluados en la investigación fueron los siguientes:

- **Suelo**, específicamente sus propiedades químicas, como el contenido de fósforo disponible y la capacidad de intercambio catiónico.
- **Cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)**, clon CCN 51, evaluado a través de variables de crecimiento durante los primeros seis meses de establecimiento.
- **Abonos orgánicos**, representados por dos fuentes: guano de isla y compost, aplicados en diferentes dosis por planta.

3.5. Tratamientos en estudio

Los tratamientos estuvieron constituidos por la combinación de dos fuentes de abonos orgánicos y tres dosis por fuente, aplicadas al momento de la siembra del cacao, los cuales fueron los siguientes:

- T1 = Testigo sin aplicación
- T2 = Guano de isla: 50 g por planta

- T3 = Guano de isla: 100 g por planta
- T4 = Guano de isla: 150 g por planta
- T5 = Compost: 100 g por planta
- T6 = Compost: 200 g por planta
- T7 = Compost: 300 g por planta

3.6. Diseño experimental

El experimento se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)**,** con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Este diseño permitió minimizar la variabilidad del suelo dentro del área experimental y mejorar la precisión de los resultados obtenidos.

Con los datos de cada tratamiento y repetición se efectuó el análisis de varianza y la prueba de medias entre tratamientos según Tukey, con una significancia del 5%.

El análisis de varianza tuvo el siguiente modelo matemático:

$$Yijk = \mu + Ti + Bj + Eijk$$

Donde:

Yijk = Observación del i – ésimo tratamiento en la j-esima repetición.

μ = Media poblacional.

Ti = Efecto del i-esimo tratamiento.

Bj = Efecto de la j-esima repetición.

εijk: Error experimental.

Tabla 3

Análisis de varianza

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	4 – 1 = 3
Tratamientos	7 – 1 = 6
Error	(4-1) (7-1) = 18
Total	(4) (7) – 1 = 27

Dimensiones del ensayo

Campo experimental:

Largo : 77.00 m

Ancho : 33.60

Área total : 2587.20 m^2

Nº de tratamientos : 7

Nº de repeticiones : 4

N total de plantas : 420 plantas

Bloques o repeticiones

Número : 4

Largo : 63.80 m

Ancho : 8.40 m

Área total : 535.90 m^2

Separación : 2.80 m

Unidad experimental

Largo : 11.00 m

Ancho : 6.00 m

Área total : 66.00 m^2

Densidad de siembra: 2.2 m x 2.8 m en sistema rectangular

Número total de plantas: 15 plantas por unidad experimental

Número de plantas evaluadas: 3 plantas centrales por unidad experimental.

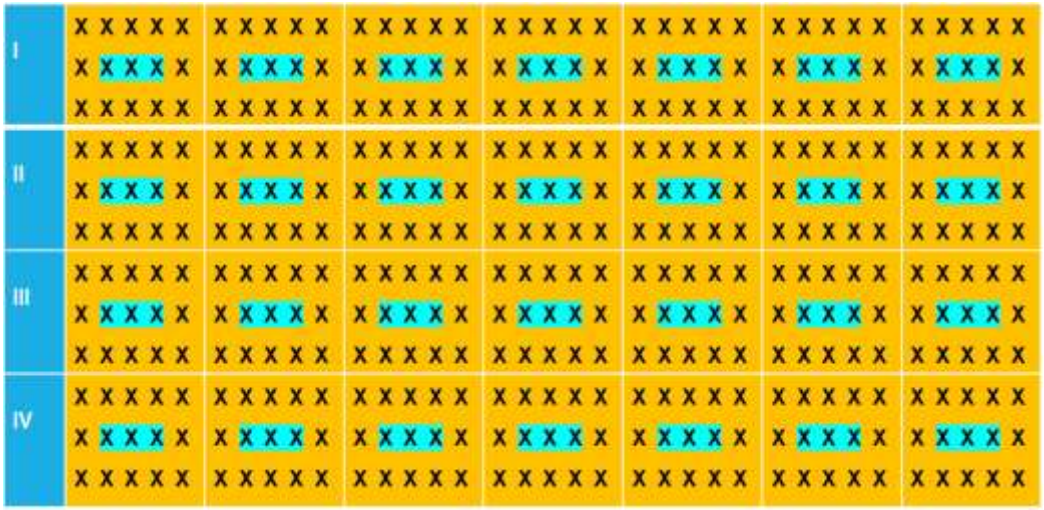
Figura 1

Croquis experimental

Tratamientos							
Repeticiones	R1T3	R1T6	R1T1	R1T4	R1T2	R1T7	R1T5
	R2T1	R2T7	R2T5	R2T2	R2T3	R2T4	R2T6
	R3T6	R3T4	R3T3	R3T1	R3T5	R3T2	R3T7
	R4T7	R4T1	R4T5	R4T4	R4T2	R4T3	R4T6

Figura 2

Distribución total de plantas en el ensayo



3.7. Ejecución del experimento

3.7.1. Ubicación y duración del estudio

El estudio se desarrolló en un suelo clasificado como inceptisol degradado, ubicado en el distrito de Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali; específicamente en la parcela del señor Narciso Vásquez del Castillo, ubicada en el sector El Cóndor, con las siguientes coordenadas geográficas: Longitud: 8°22´34¨, Latitud: 79°17´45¨, Altitud: 225 msnm.

La investigación tuvo una duración de seis meses, período durante el cual se evaluó el efecto de los abonos orgánicos en el establecimiento inicial del cultivo de cacao.

3.7.2. Condiciones ambientales

La zona de estudio presentó condiciones ambientales características de la región, favorables para el cultivo de cacao. Estas condiciones permitieron evaluar el comportamiento del cultivo y la respuesta del suelo ante la aplicación de abonos orgánicos en un entorno representativo de la zona productora.

Según el Sistema Holdridge, la zona en estudio, ecológicamente, se clasifica como “bosque húmedo tropical” y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema “bosques tropicales semi-siempre verde estacional”. (Aybar *et al.,* 2017)

Por otro lado, las condiciones climáticas se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 4

Datos meteorológicos durante el ensayo

Meses	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Temperatura media (°C)	26.0	26.1	26.0	25.8	25.7	25.2
Temperatura min. (°C)	23.4	23.4	23.4	23.3	23.1	22.7
Temperatura máx. (°C)	30.0	30.1	30.2	30	29.6	28.9
Precipitación (mm)	357	311	296	265	126	164
Humedad relativa (%)	87	86	86	87	88	87

Fuente: Estación Meteorológica Principal de la Universidad Nacional de Ucayali.

Como se observa en la Tabla 4, la temperatura máxima y mínima muestra una tendencia de alta radiación solar, asociada a niveles altos de precipitación pluvial en los meses de diciembre a marzo del 2019, con tendencia a la disminución en los meses de abril y mayo del 2019.

Respecto a la humedad relativa, los valores mensuales se encuentran en un rango de 86 a 88% y guardan una estrecha relación con los promedios de temperatura media y precipitación pluvial mensual.

3.7.3. Proceso experimental

Análisis de caracterización del suelo

Para determinar la fertilidad del suelo experimental, en forma previa a la aplicación de las fuentes y dosis por fuente de los abonos orgánicos, se extrajo en primer lugar, siete muestras simples de suelo de 200 g de

peso cada una, de los primeros 30 cm de profundidad en forma de zigzag del área total del terreno y con ayuda de un barreno de acero inoxidable, las cuales fueron posteriormente mezcladas para obtener una muestra compuesta de aproximadamente 500 g de peso, la que una vez secada, molida y tamizada fue enviada al Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, para su análisis de caracterización.

Los resultados del análisis del suelo, previo a la aplicación de las dosis y fuentes por dosis de abonos orgánicos se muestran en la Tabla 4 e indican una textura franca arcillo arenosa, pH moderadamente ácido, con un bajo contenido de materia orgánica. Respecto al contenido de P es también muy bajo. En relación a las bases cambiables Ca, Mg y K y la CIC, en general tienen valores muy bajos.

Tabla 5

Análisis de suelo previo a la aplicación de fuentes y dosis por fuente

Textura	pH (1:1)	MO (%)	P (ppm)	K	Ca	Mg	Al	CICE
				meq/ 100 g de suelo				
FrArAo	5.28	2.07	3.17	0.16	1.20	0.39	1.90	3.65

Fuente. Laboratorio de Suelos INIA Pucallpa (2021).

Finalmente, si asociamos el pH del suelo y el alto contenido de Al intercambiable, podemos determinar que se trata de un suelo con una alta saturación de este catión, lo cual se considera tóxico para las plantas.

Análisis del contenido de fuentes orgánicas

Para el análisis químico de los abonos orgánicos, previo a la aplicación, se extrajo del saco que contenía compost y guano de isla, una

muestra simple de 300 g de peso, por separado, las cuales una vez etiquetadas fueron enviadas al Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, para su análisis por el contenido de macroelementos y pH, cuyos resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6

Análisis químico de las fuentes orgánicas

N°	Muestra	N	P	K	Ca	Mg	pH
				%			(H_2O)
1	Compost	1.18	0.58	0.31	4.65	0.18	5.32
2	Guano isla	8.20	1.31	2.20	1.28	8.90	8.53

Fuente. Laboratorio de Suelos INIA Pucallpa (2021).

Los cationes cambiables fueron determinados por el método de espectrofotometría de absorción atómica, el N por el método Micro Kjeldahl, el P por colorimetría (método de metavanadato de color amarillo) y el pH por el método del potenciómetro para una muestra/agua de 1:2.

Ejecución del experimento

Preparación de suelo: Consistió en la limpieza de malezas del terreno, en forma manual y con ayuda de herramientas como pala, azadón y rastrillo.

Demarcación del área experimental: Se procedió a la demarcación de cada unidad experimental de acuerdo al croquis del experimento

Aplicación de enmienda: Previamente, 30 días antes de la siembra, se aplicó una dosis de 30 g de dolomita (30% CaO y 22% MgO) por planta, para corregir parcialmente la acidez (pH 4.37) y la alta saturación de Al

(92.2%) a todas las unidades experimentales, colocándose el material encalante al fondo del hoyo.

Siembra de plantones: Se efectuó a los 30 días después de la aplicación de la dolomita, introduciendo cuidadosamente las plantas de cacao clon CCN 51, en el hoyo; el diseño de siembra fue en sistema cuadrado, a un distanciamiento de 2.80 m entre hileras y 2.20 m entre plantas y a una densidad de 1623 plantas por ha.

Aplicación de fuentes y dosis por fuente de abonos orgánicos: Las diferentes dosis de cada fuente orgánica se aplicaron inmediatamente después de la siembra de los plantones de cacao CCN 51, en forma directa al costado del hoyo de siembra, mezclando de manera uniforme, el contenido de cada fuente y dosis por fuente con la tierra de relleno y colocando encima una capa de tierra fina.

Control de malezas: El control de malezas se realizó mediante deshierbos manuales en el momento oportuno utilizando herramienta como machete, palana y rastrillo.

Riegos: Los riegos con ayuda de una regadera plástica se realizaron hasta dos a tres veces por semana en forma directa a cada planta hasta llegar a su capacidad de campo del suelo.

Control fitosanitario: Se aplicaron los controles químicos requeridos para que el cultivo no sufra el ataque de patógenos y de plagas.

Evaluaciones de campo: Se efectuaron en forma mensual hasta por 6 oportunidades, desde la siembra hasta 6 meses después, tomando en cuenta la forma de evaluación de las variables dependientes.

Visita de jurado: Se realizó después de la instalación del ensayo, tomando en cuenta las observaciones y recomendaciones de los miembros

Elaboración del informe final: Una vez terminadas las evaluaciones de campo, los resultados por cada variable fueron procesados con ayuda del software SAS, para su posterior discusión y elaboración del informe final.

3.7.4. Variables evaluadas

Las variables evaluadas en la investigación fueron las siguientes:

- **Variables independientes:** Fuentes y dosis por fuente.
- **Variables dependientes:** propiedades químicas del suelo y crecimiento (altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas por planta y área foliar).

Tabla 7

Variables independientes en estudio

Trat.	Descripción	Momento de aplicación
T1	Testigo sin aplicación	
T2	50 g de guano isla por planta	A la siembra
T3	100 g de guano isla por planta	A la siembra
T4	150 g de guano isla por planta	A la siembra
T5	100 g de compost por planta	A la siembra
T6	200 g de compost por planta	A la siembra
T7	300 g de compost por planta	A la siembra

Tabla 8

Variables dependientes en estudio

Variable	Para suelo	Para cultivo
1	pH	Altura de planta
2	Materia orgánica	Diámetro de tallo
3	Nitrógeno total	Número de hojas por planta
4	Fósforo disponible	Área foliar por planta
5	Porcentaje de acidez cambiable	
6	Bases cambiables	
7	Capacidad de intercambio catiónico	

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos del análisis de las propiedades químicas del suelo, evaluadas antes de la aplicación de las fuentes y dosis por fuente de abonos orgánicos y a los seis meses posteriores a su aplicación. Asimismo, se presentan los resultados correspondientes a las variables de crecimiento del cultivo de cacao, evaluadas durante el periodo de establecimiento.

4.1. pH del suelo

Respecto al pH del suelo, previo a la aplicación de las fuentes y dosis por fuente, se reporta un valor de 5.28 que corresponde a un rango fuertemente ácido (Jaramillo, 2012), el cual se mantiene de forma similar en el tratamiento testigo hasta el periodo final de la evaluación (5.37). Sin embargo, las aplicaciones de las diferentes dosis de guano de isla y de compost no han permitido incrementar el pH del suelo, cuyos valores estuvieron en un rango de 4.54 para el tratamiento 100 g de compost por planta a 4.72 con el tratamiento 150 g de guano de isla por planta, considerados fuertemente ácidos, según señala Jaramillo (2012), conforme se aprecia en la Tabla 9.

Tabla 9

Valor del pH del suelo por tratamiento y por evaluación

Tratamiento	pH inicial	pH final
T1 = Testigo	5.28	5.37
T2 = 50 g de guano de isla por planta		4.61
T3 = 100 g de guano de isla por planta		4.66
T4 = 150 g de guano de isla por planta		4.72
T5 = 100 g de compost por planta		4.54
T6 = 200 g de compost por planta		4.55
T7 = 300 g de compost por planta		4.62

El ligero descenso del pH del suelo, en todos los tratamientos probados, posiblemente se deba a que al no haberse reducido el porcentaje de acidez cambiable PAC, conforme se indica en el punto 4.5, los iones H^+ y Al^{+3} se han mantenido adheridos a las cargas negativas de las arcillas y de la materia orgánica en la solución del suelo formando fosfatos de Al^{+3}, mientras que el H^+ se ha precipitado.

De hecho, podemos atribuir, a que, varios de los nutrientes disponibles, no han podido expresar su potencial de absorción, debido posiblemente al pH que ha mostrado el suelo experimental, al inicio y al finalizar el ensayo.

4.2. Contenido de materia orgánica

Respecto al contenido de materia orgánica en el suelo, previo a la aplicación de las fuentes y dosis por fuente de los abonos orgánicos, el

valor fue bajo (2.07%) reduciéndose de manera significativa a los 6 meses después de la aplicación de las fuentes y dosis por fuente (0.34%), aun cuando para algunos tratamientos, como es el caso de la dosis de 50 g de guano de isla y 100 y 200 g de compost, esta reducción no fue tan drástica (1.21% en promedio para los 3 tratamientos), lo cual puede explicarse dado que, las plantas de cacao han absorbido eficientemente los nutrientes de forma lenta cuando han sido liberados por efecto de la mineralización de la materia orgánica, lo cual se demuestra en el mayor crecimiento inicial de las plantas de cacao que recibieron las mayores dosis de guano de isla y compost.

Tabla 10

Contenido de materia orgánica por tratamiento y por evaluación

Tratamiento	MO inicial (%)	MO final (%)
T1 = Testigo	2.07	0.34
T2 = 50 g de guano de isla por planta		1.21
T3 = 100 g de guano de isla por planta		1.03
T4 = 150 g de guano de isla por planta		0.52
T5 = 100 g de compost por planta		1.21
T6 = 200 g de compost por planta		1.21
T7 = 300 g de compost por planta		0.34

Al respecto, Ormeño y Ovalle (2011) probando el efecto de la fertilización orgánica en la calidad química del suelo en Mérida (Venezuela), encontró que el contenido de materia orgánica subió de 1.06 a 3.72%, cuando se aplicó té de estiércol en las plántulas de vivero de cacao.

4.3. Contenido de N total

El N total muestra un fuerte descenso cuando se compara los resultados previo y posterior a la aplicación de las fuentes y dosis por fuente, es decir, de 0.10% bajó a 0.02% en el tratamiento testigo y a 0.02 a 0.05% en los tratamientos probados. Esto se puede atribuir a que, la planta de cacao, debido a su nivel de exigencia nutricional en esta etapa de establecimiento, ha asimilado eficientemente la lenta disponibilidad del N total que tuvo que mineralizarse a $N\text{-}NO_3$ para ser asimilado durante los primeros 6 meses de crecimiento.

Tabla 11

Contenido de Nitrógeno total por tratamiento y por evaluación

Tratamiento	N total inicial (%)	N total final (%)
T1 = Testigo	0.10	0.02
T2 = 50 g de guano de isla por planta		0.05
T3 = 100 g de guano de isla por planta		0.05
T4 = 150 g de guano de isla por planta		0.02
T5 = 100 g de compost por planta		0.05
T6 = 200 g de compost por planta		0.05
T7 = 300 g de compost por planta		0.02

4.4. Contenido de P disponible

Respecto al P disponible, el efecto de la aplicación de las fuentes y dosis de materia orgánica fue altamente significativo, como se aprecia en la Figura 3, ya que de un valor inicial de 3.17 ppm de P en el tratamiento

testigo, permitió incrementarse el contenido de P posterior a la aplicación de fuentes y dosis por fuente, especialmente en los tratamientos a base de compost, donde las dosis de 100, 200 y 300 g de compost por planta registraron 38.1, 70.1 y 41.5 ppm, respectivamente. Los tratamientos 50 y 150 g de guano de isla obtuvieron en esta variable, 16.4 y 19.7 ppm de P cada uno.

Tabla 12

Contenido de P disponible por tratamiento y por evaluación

Tratamiento	**P disponible inicial (ppm)**	**P disponible final (ppm)**
T1 = Testigo	3.17	9.89
T2 = 50 g de guano de isla por planta		16.49
T3 = 100 g de guano de isla por planta		3.81
T4 = 150 g de guano de isla por planta		19.79
T5 = 100 g de compost por planta		38.31
T6 = 200 g de compost por planta		70.15
T7 = 300 g de compost por planta		41.73

El incremento del P disponible por efecto de la aplicación de las fuentes y dosis, ha influenciado, por un lado, en una mayor actividad fotosintética de las plantas, lo cual ha permitido incrementar la tasa de crecimiento inicial respecto al testigo que no recibió materia orgánica, y por otro lado, se ha demostrado la eficiencia en la asimilación de otros nutrientes como K, Ca y Mg durante la etapa de crecimiento del cultivo.

Al respecto, Dávila (2019) probando el efecto de compost, dolomita y magnocal en una parcela de cacao CCN51 de 14 años en Huánuco, concluye que, las características químicas del suelo se incrementaron, mostrando diferencias estadísticas significativas, cuyos valores promedios para el caso del P fue de 9.98 ppm.

Igualmente, Ormeño y Ovalle (2011) probando el efecto de la fertilización orgánica en la calidad química del suelo en Mérida (Venezuela), encontró que el contenido P disponible subió de 6.8 a 1624 ppm, cuando se aplicó té de estiércol en las plántulas de vivero de cacao.

4.5. Porcentaje de acidez cambiable (PAC)

La reducción del porcentaje de acidez cambiable no fue significativa, donde el PAC del tratamiento testigo al inicio fue de 52.1 %, reduciéndose a 36.1%, mientras que los demás tratamientos mantuvieron valores similares, entre los que se encuentran las dosis de 50, 100 y 150 g de guano de isla por planta, con 56.7, 57.0 y 47.4%, mientras que, los tratamientos 100, 200 y 300 g de compost registraron menores valores con 50.3, 43.5 y 43.3% de acidez intercambiable, demostrando que los niveles de Al^{+3} e H^{+1}, no muestran una reducción drástica cuando se aplicó las fuentes y dosis por fuentes de abonos orgánicos.

Tabla 13

Porcentaje de acidez cambiable por tratamiento y por evaluación

Tratamiento	PAC inicial (%)	PAC final (%)
T1 = Testigo	52.1	36.13
T2 = 50 g de guano de isla por planta		56.77
T3 = 100 g de guano de isla por planta		57.08
T4 = 150 g de guano de isla por planta		47.41
T5 = 100 g de compost por planta		50.38
T6 = 200 g de compost por planta		43.51
T7 = 300 g de compost por planta		43.32

Esto puede explicarse a que, existiendo un incremento significativo de P. se podrían haber formado fosfatos de Al (H_2PO_4 y HPO_4) en el complejo de cambio, al producirse un ligero descenso del pH del suelo.

Al respecto, Dávila (2019) probando el efecto del compost, dolomita y magnocal en un suelo sembrado con cacao CCN51 de 14 años, encontró que, la acidez cambiable (Al + H) se redujo a 1.36 meq/100 g de suelo.

4.6. Contenido de bases cambiables y CIC.

El contenido de bases cambiables tuvo una variación significativa cuando se compararon los niveles de K, Ca y Mg, en forma previa y después de 6 meses de aplicadas las fuentes y dosis por fuente de los abonos orgánicos, especialmente cuando se aplicó las dosis de 200 y 300 g de compost por planta.

Tabla 14

Contenido de K, Ca y Mg por tratamiento y evaluación

Tratamiento	K	Ca	Mg
	meq/100 g de suelo		
Testigo al inicio	0.16	1.20	0.39
Testigo al finalizar	0.30	2.45	0.61
50 g guano isla por planta	0.21	1.71	0.51
100 g guano isla por planta	0.22	1.63	0.48
150 g guano isla por planta	0.23	1.83	0.38
100 g compost por planta	0.49	2.02	0.49
200 g compost por planta	0.53	2.07	0.51
300 g compost por planta	0.51	1.79	0.44

La explicación a los resultados presentados en la Tabla 6, puede atribuirse a que las inicialmente, las plantas de cacao no tuvieron un requerimiento exigente, ya que el suelo está aportando estos nutrientes de manera suficiente, permitiendo una buena absorción por un mejor crecimiento radicular, conforme lo expresa León (2019).

Aun así, el valor de la CIC, a pesar de tener un bajo valor antes de la aplicación de las fuentes y dosis por fuente (3.65 meq/100 g suelo) se fue incrementando por la mayor concentración de las bases cambiables K, Ca y Mg, siendo superior en todos los tratamientos probados, especialmente con la dosis de 100 g de compost por planta (6.15 meq/100 g suelo).

Tabla 15

Contenido de CIC por tratamiento y evaluación

Tratamiento	CIC inicial (meq/100 g suelo)	CIC final (meq/100 g suelo)
T1 = Testigo	3.65	5.26
T2 = 50 g de guano de isla por planta		5.64
T3 = 100 g de guano de isla por planta		5.43
T4 = 150 g de guano de isla por planta		4.64
T5 = 100 g de compost por planta		6.15
T6 = 200 g de compost por planta		5.52
T7 = 300 g de compost por planta		4.85

Con relación a esta variable, Dávila (2019) probando el efecto de compost, dolomita y magnocal en una parcela de cacao CCN51 de 14 años en Huánuco, concluye que, las características químicas del suelo se incrementaron, mostrando diferencias estadísticas significativas, cuyos valores promedios fueron: Ca (2.10 meq/100 g), K (65.80 ppm), Mg (1.12 meq/100 g) y la CIC (4.93 meq/100 g).

Asimismo, Ormeño y Ovalle (2011) indican que los aportes de Ca y Mg tienden a subir el pH del suelo y además, probando el efecto de la fertilización orgánica en la calidad química del suelo en Mérida (Venezuela), encontró que los contenidos de Ca y K subieron de 62 a 1464 y de 90 a 160 ppm, respectivamente, cuando se aplicó té de estiércol en las plántulas de cacao.

4.7. Altura de planta

La variable altura de planta fue evaluada a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra, por efecto de la aplicación de las diferentes fuentes y dosis por fuente de abonos orgánicos.

Así, a los 30 días después de la siembra, observamos diferencias significativas (Tabla 1A) entre fuentes y dosis por fuente, destacando por su altura, las plantas que recibieron las dosis más altas por cada fuente, en este caso, 31 y 33 cm para las dosis 150 g de guano de isla y 300 g de compost, respectivamente. Las menores dosis de cada fuente se comportaron de manera similar al tratamiento testigo con 23 cm de altura en promedio.

A los 60 días después de la siembra, también se muestra diferencias significativas (Tabla 2A) entre fuentes y dosis, destacando por su altura, las plantas que recibieron las dosis más altas por cada fuente, en este caso, 39 y 41 cm para las dosis 150 g de guano de isla y 300 g de compost, respectivamente. Las dosis de 100 g de guano de isla y 200 g de compost, así como las menores dosis de cada fuente manifestaron una altura de planta similar al tratamiento testigo con 27 cm en promedio.

Comportamientos similares se dieron en las siguientes evaluaciones, cuando se aplicó las dosis de 150 g de guano de isla y 300 g de compost, mostrando sucesivamente portes de planta de 49 y 45, 59 y 55, 73 y 66 y 83 y 75 cm durante las evaluaciones efectuadas a los 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra (Tablas 3A, 4A, 5A y 6A).

Tabla 16

Altura de planta (cm) por tratamiento y evaluación (*)

Tratamientos	Días después de la siembra					
	30	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**
Testigo	23 c	27 b	29 d	36 c	38 d	42 c
50 g guano isla por planta	23 c	27 b	28 d	33 c	40 c	44 c
100 g guano isla por planta	27 b	33 b	37 c	45 b	54 b	61 b
150 g guano isla por planta	31 a	39 a	49 a	59 a	73 a	83 a
100 g compost por planta	23 c	27 b	29 d	33 c	39 d	49 c
200 g compost por planta	26 b	32 b	39 c	45 b	51 b	60 b
300 g compost por planta	33 a	41 a	45 b	55 a	66 a	75 a

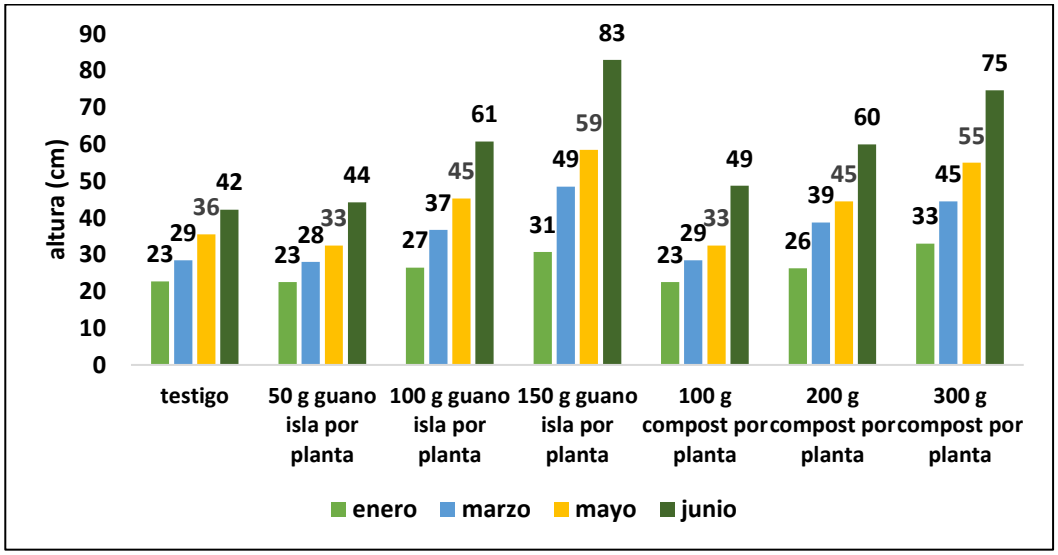
(*) Letras iguales en la columna indica que no existe diferencias entre tratamientos.

Posiblemente los factores intervinientes como la temperatura y la precipitación pluvial durante los tres primeros meses hayan influenciado en los valores alcanzados con las dosis de 50 y 100 g de guano de isla por planta, así como las de 100 y 200 g de compost por planta, generando una mayor actividad fotosintética en las plantas que recibieron dichas dosis de abonos orgánicos.

En relación a esta variable, Cuvi *et al.,* (2015) probando el efecto de diferentes sustratos en vivero de cacao, concluye que, para la altura de la plántula y el diámetro del tallo, el mejor sustrato fue la mezcla de suelo, arena y estiércol de cuy (S+A+EC) con un promedio del 35 cm de altura.

Figura 3

Altura de planta por tratamiento y evaluación



Asimismo, Ormeño y Ovalle (2011) concluyen que, con el té de estiércol se aportan mayores nutrientes al suelo en el corto plazo, además de incorporar una mayor población microbiana y mejorar el crecimiento de plántulas de cacao, lo cual ha incidido en lograr una mayor altura de planta con 25 cm en promedio.

4.8. Diámetro de tallo

La variable diámetro de tallo fue evaluada a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra, por efecto de la aplicación de las diferentes fuentes y dosis de materia orgánica.

En los primeros 30 días después de la siembra, ya se aprecian las diferencias para esta variable, con relación al tratamiento testigo, de manera que, las dosis de 110 y 150 g de guano de isla por planta fueron estadísticamente superiores a los demás tratamientos con 7.0 cm cada una.

A los 60 y 90 días después de la siembra, se mantuvo esta diferencia para los tratamientos 100 y 150 g de guano de isla por planta, así como para la dosis de 200 g de compost por planta, con 8.0 cm de diámetro en promedio para cada dosis.

Tabla 17

Diámetro de tallo (cm) por tratamiento y evaluación

Tratamientos	Días después de la siembra					
	30	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**
Testigo	4.0 c	5.0 b	5.0 c	8.0 b	9.0 b	10.0 c
50 g guano isla por planta	5.0 b	6.0 b	6.0 c	7.0 b	9.0 b	10.0 c
100 g guano isla por planta	7.0 a	8.0 a	8.0 a	9.0 b	12.0 a	14.0 b
150 g guano isla por planta	7.0 a	8.0 a	8.0 a	12.0 a	14.0 a	16.0 a
100 g compost por planta	5.0 b	6.0 b	7.0 b	9.0 b	10.0 b	11.0 c
200 g compost por planta	6.0 b	8.0 a	8.0 a	10.0 b	13.0 a	15.0 a
300 g compost por planta	6.0 b	7.0 b	9.0 a	12.0 a	14.0 a	15.0 a

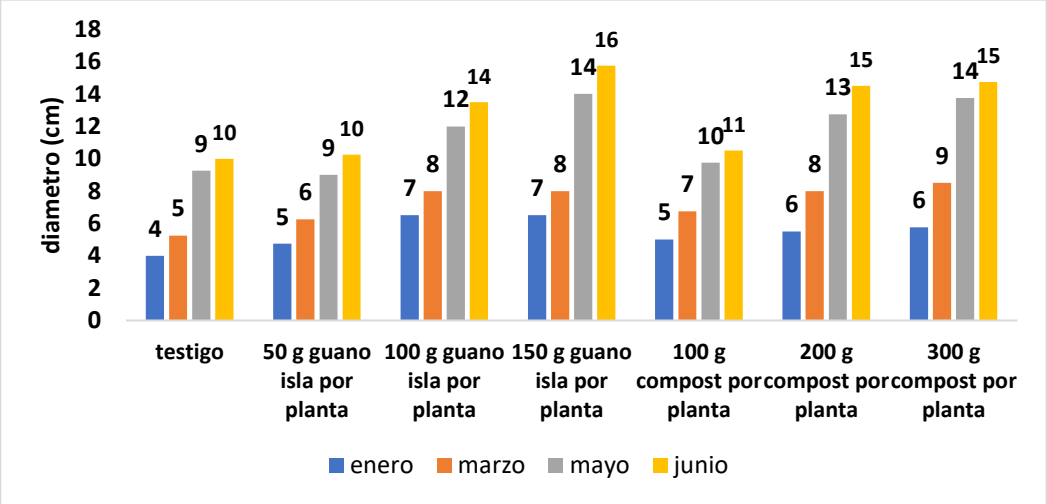
(*) Letras iguales en la columna indica que no existe diferencias entre tratamientos.

Sin embargo, en las siguientes evaluaciones (120, 150 y 180 días después de la siembra) se nota la superioridad de las dosis más altas de guano de isla y de compost, sin mostrar diferencias estadísticas entre ellas, con 12.0, 14.0 y 16.0 cm para la dosis 150 g de guano de isla por planta y 12.0, 14.0 y 15.0 cm para la dosis 300 g de compost por planta.

Las escasas diferencias entre plantas por el diámetro de tallo mostradas debido al efecto de la aplicación de las diferentes dosis de cada fuente, podrían estar más atribuidas a factores de tipo genético, que, a la aplicación de las fuentes y dosis por fuente, aunque es preciso mencionar que su lenta descomposición ha permitido obtener un mejor grosor de tallo, en las evaluaciones efectuadas a los 150 y 180 días después de la siembra.

Figura 4

Diámetro de tallo por tratamiento y por evaluación



En relación a esta variable, Cuvi *et al.,* (2015) probando el efecto de diferentes sustratos en vivero de cacao, concluyen que, para la altura de la plántula y el diámetro del tallo, el mejor sustrato fue la mezcla de suelo, arena y estiércol de cuy (S+A+EC) con un promedio de 8,72 cm de diámetro del tallo.

De igual modo, Ormeño y Ovalle (2011) concluyen que, con el té de estiércol se aporta mayores nutrientes al suelo en el corto plazo, además de incorporar una mayor población microbiana y mejorar el crecimiento de

las plántulas de cacao, lo cual se evidencia en obtener un mejor diámetro de tallo, con 5.2 cm en promedio.

4.9. Número de hojas por planta

A los 30 días después de la siembra, observamos diferencias significativas entre fuentes y dosis por fuente, destacando las plantas que recibieron las dosis de 150 g de guano y 300 g de compost, con 19 y 20 hojas por planta, cada una, mientras los tratamientos 50 g de guano de isla por planta y 100 y 200 g de guano de compost por planta, manifestaron un comportamiento similar con 13, 13 y 14 hojas por planta, respectivamente.

Tabla 18

Número de hojas por planta por tratamiento y evaluación

Tratamientos	Días después de la siembra					
	30	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**
Testigo	16 b	15 c	16 c	17 b	19 c	21 c
50 g guano isla por planta	13 c	16 c	18 c	22 a	22 b	23 b
100 g guano isla por planta	15 b	18 c	18 c	22 a	22 b	23 b
150 g guano isla por planta	19 a	21 b	23 a	25 a	26 a	26 a
100 g compost por planta	13 c	16 c	18 c	20 b	22 b	23 b
200 g compost por planta	14 c	17 c	18 c	19 b	21 c	21 c
300 g compost por planta	20 a	23 a	23 a	24 a	24 a	25 a

(*) Letras iguales en la columna indica que no existe diferencias entre tratamientos.

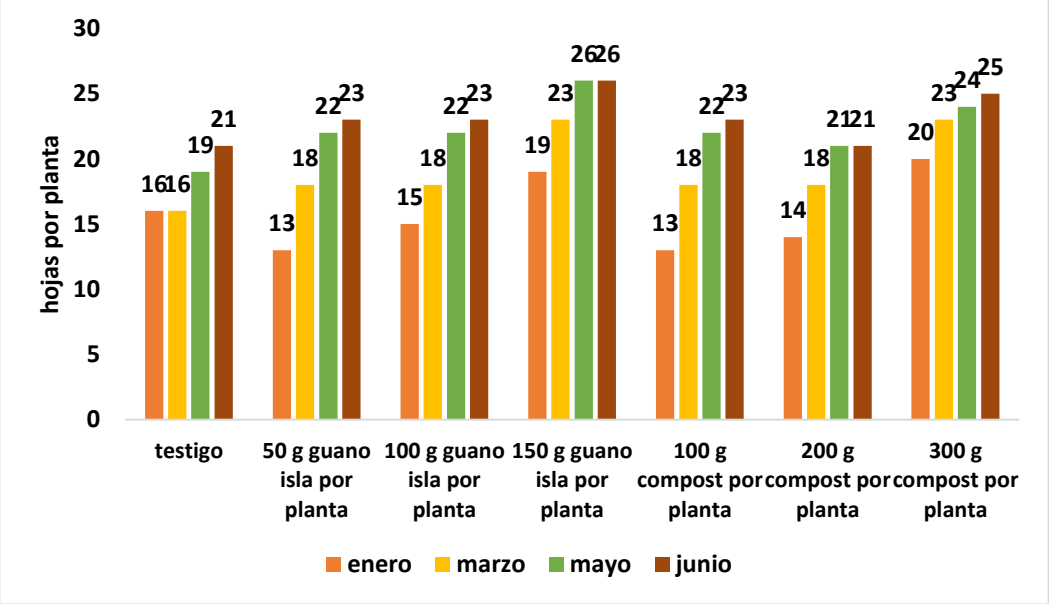
En la siguiente evaluación también se muestra diferencias significativas (Tabla 2A) entre fuentes y dosis por fuente, destacando las plantas que recibieron las dosis de 150 g de guano de isla y 300 g de compost, con 21 y 23 hojas por planta, respectivamente.

Al respecto, es posible que, además de las dosis más altas por fuente, el incremento en el número de hojas por planta, también haya influenciado el factor ambiental a través de la temperatura y la precipitación registrada en los primeros tres meses después de la siembra.

Por ello, similares resultados se observan en las siguientes evaluaciones, (90, 120, 150 y 180 días después de la siembra), cuando se aplicó las dosis de 150 g de guano de isla y 300 g de compost, registrando sucesivamente, 23, 25, 26 y 26 hojas por planta para la primera dosis de guano de isla y 23, 24, 24 y 25 hojas por planta, para la segunda dosis de compost (Tablas 3A, 4A, 5A y 6A).

Figura 5

Número de hojas por planta por tratamiento y evaluación



Es preciso agregar que, en todas estas evaluaciones, las dosis de 50 y 100 g de guano de isla por planta, así como las de 100 y 200 g de compost por planta, aunque no mostraron diferencias estadísticas entre ellas, fueron superiores en esta variable, al tratamiento testigo.

Respecto a esta variable, Ormeño y Ovalle (2011) concluyen que, con el té de estiércol se aporta mayores nutrientes al suelo en el corto plazo, además de incorporar una mayor población microbiana y mejorar el crecimiento vegetativo de las plántulas de cacao, lo cual se demuestra en lograr un mayor número de hojas por planta, con 9.2 hojas en promedio.

4.10. Área foliar por planta

La evaluación del área foliar por planta se efectuó inicialmente a los 30 días después de la siembra y posteriormente a los 180 días.

En la primera evaluación no hubo diferencias altamente significativas, demostrándose con la prueba de Duncan ($P_{<0.05}$) que, todos los tratamientos tuvieron estadísticamente expresada como un área foliar similar, debido posiblemente a que, las fuentes orgánicas no estaban completamente compostadas, para cumplir su función de liberar los nutrientes que necesitan las plantas para sus actividades metabólicas, a diferencia de los resultados a los 180 días después de la siembra, donde se observa una superioridad significativa en los tratamientos donde se aplicaron 150 g de guano de isla y 300 g de compost por planta, con 423.0 y 409.8 mm^2 de área foliar por planta, confirmándose la buena respuesta de la planta de cacao a las dosis indicadas, conforme se aprecia en la Tabla 19 y Figura 6.

Tabla 19

Área foliar por planta por tratamiento y por evaluación

Tratamiento	Área inicial	Área final (mm^2)	Diferencia
Testigo	101.0 a	248.1 c	147.0 c
50 g guano isla por planta	103.5 a	219.2 c	143.8 c
100 g guano isla por planta	113.3 a	312.4 b	199.1 b
150 g guano isla por planta	115.8 a	423.0 a	263.8 a
100 g compost por planta	101.9 a	264.1 c	162.1 b
200 g compost por planta	120.8 a	349.6 b	228.8 a
300 g compost por planta	121.5 a	409.8 a	267.8 a

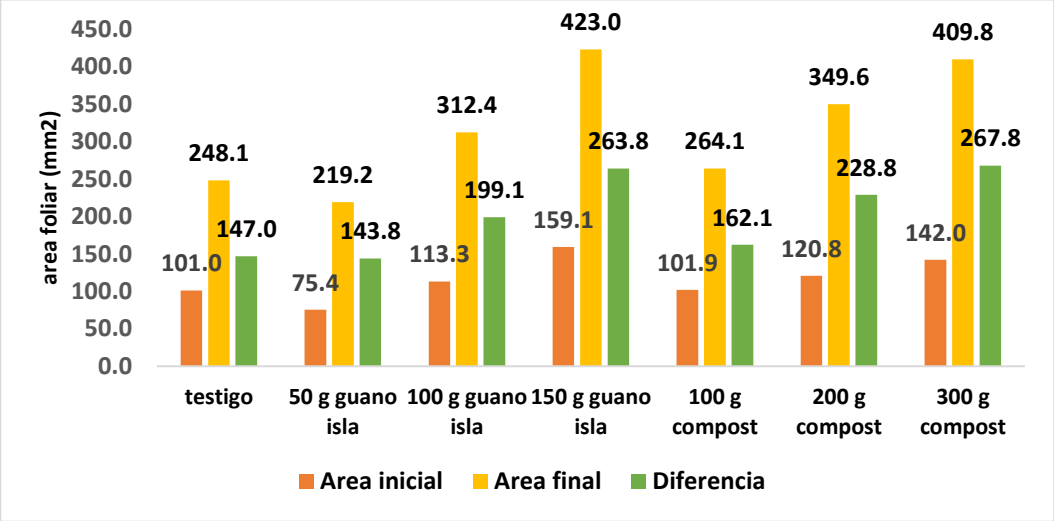
(*) Letras iguales en la columna indica que no existe diferencias entre tratamientos.

Al analizar la diferencia de crecimiento entre el area foliar inicial y final, se nota que, los tratamientos donde se aplicó 300 y 200 g de compost por planta, asi como 150 g de guano de isla por planta mostraron un comportamiento superior a los demas tratamientos, con 267.8, 228.8 y 263.8 mm^2 de area foliar, respectivamente.

Por otro lado, las plantas de cacao que recibieron las dosis de 100 g de compost y de guano de isla, respondieron de forma similar con 162.1 y 199.1 cm^2 de area foliar, sin registrar superioridad estadistica con el tratamiento testigo, cuya diferencia de crecimiento en area foliar fue de 147.0 mm^2.

Figura 6

Área foliar por planta por tratamiento y evaluación



Estos resultados se consideran superiores a los que registra, por un lado, Rodríguez (2013) en Ecuador, quien, al probar el efecto de diferentes dosis de algas marinas, obtuvo en promedio 239.75 mm^2 de área foliar por planta, y, por otro lado, a lo que reporta León (2019) en Aguaytía, quien al evaluar el efecto de diferentes dosis de NPK en vivero, logró en promedio 124 mm^2 de área foliar por planta.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. pH del suelo

Los resultados obtenidos evidencian que la aplicación de las diferentes fuentes y dosis de abonos orgánicos no generó un incremento del pH del suelo, manteniéndose este dentro de un rango fuertemente ácido. Este comportamiento puede atribuirse a la naturaleza del suelo Inceptisol degradado y a la limitada capacidad de los abonos orgánicos aplicados para neutralizar la acidez intercambiable en el corto plazo.

Asimismo, la permanencia de valores bajos de pH estaría relacionada con la elevada presencia de iones hidrógeno (H^+) y aluminio (Al^{3+}) en el complejo de cambio, los cuales no fueron desplazados significativamente por la acción de las fuentes orgánicas. Esta condición explica la escasa modificación del pH, aun cuando se aplicaron las dosis más altas de guano de isla y compost, coincidiendo con lo señalado por diversos autores respecto a la limitada capacidad correctiva de los abonos orgánicos frente a suelos con alta acidez.

5.2. Contenido de materia orgánica

El contenido de materia orgánica del suelo presentó una reducción generalizada a los seis meses de evaluación, lo cual puede explicarse por la rápida mineralización y posterior absorción de los nutrientes liberados durante el establecimiento inicial del cultivo de cacao. Este comportamiento es característico en suelos con baja fertilidad inicial,

donde la materia orgánica aplicada es utilizada eficientemente por las plantas durante sus primeras etapas de crecimiento.

No obstante, algunos tratamientos, particularmente aquellos que recibieron dosis bajas y medias de guano de isla y compost, mostraron una disminución menos drástica del contenido de materia orgánica, lo que sugiere un efecto residual de estos insumos. Este resultado concuerda con estudios previos que indican que la fertilización orgánica favorece la dinámica de la materia orgánica del suelo, aunque sus efectos pueden variar según la dosis aplicada, el tipo de abono y las condiciones ambientales.

5.3. Contenido de nitrógeno total

La disminución del contenido de nitrógeno total posterior a la aplicación de las fuentes orgánicas se relaciona directamente con la alta demanda nutricional del cultivo de cacao durante su fase de establecimiento. El nitrógeno orgánico presente en el suelo debió ser mineralizado progresivamente para ser absorbido por las plantas, lo que explica su reducción en los análisis finales.

Este comportamiento confirma que el nitrógeno liberado por el guano de isla y el compost fue eficientemente aprovechado por el cultivo, especialmente en las dosis más altas, contribuyendo al crecimiento vegetativo observado. Resultados similares han sido reportados en investigaciones donde se demuestra que la fertilización orgánica favorece la absorción gradual de nitrógeno, evitando pérdidas rápidas y promoviendo un desarrollo sostenido de las plantas.

5.4. Contenido de fósforo disponible

El incremento significativo del fósforo disponible en los tratamientos que recibieron compost, especialmente en las dosis de 200 y 300 g por planta, evidencia la alta eficiencia de esta fuente orgánica para mejorar la disponibilidad de este nutriente en suelos ácidos. Este efecto puede atribuirse a la liberación progresiva del fósforo durante la descomposición del compost y a la reducción parcial de su fijación por el aluminio presente en el suelo.

Además, el aumento del fósforo disponible habría favorecido procesos fisiológicos fundamentales en las plantas, como la fotosíntesis y el desarrollo radicular, contribuyendo de manera directa al mayor crecimiento observado en las variables vegetativas. Estos resultados concuerdan con estudios realizados en sistemas cacaoteros, donde se reporta que la fertilización orgánica incrementa significativamente la disponibilidad de fósforo y mejora la eficiencia en la absorción de otros nutrientes esenciales.

5.5. Porcentaje de acidez cambiable

La escasa reducción del porcentaje de acidez cambiable confirma que las fuentes y dosis de abonos orgánicos aplicadas no fueron suficientes para desplazar significativamente los iones Al^{3+} y H^{+} del complejo de cambio. Este comportamiento puede estar asociado a la formación de compuestos estables, como los fosfatos de aluminio, producto del incremento del fósforo disponible en el suelo.

Si bien se observó una ligera disminución del PAC en los tratamientos con mayores dosis de compost, esta no fue estadísticamente significativa, lo que sugiere que, para lograr una corrección efectiva de la acidez intercambiable, sería necesario complementar la fertilización orgánica con enmiendas de tipo calcáreo, tal como lo indican investigaciones previas en suelos ácidos cultivados con cacao.

5.6. Contenido de bases cambiables y la capacidad de intercambio catiónico

El incremento de las bases cambiables (K, Ca y Mg) en los tratamientos con mayores dosis de compost demuestra la capacidad de esta fuente orgánica para mejorar la fertilidad química del suelo. La liberación gradual de estos cationes favoreció su incorporación al complejo de cambio, lo que se reflejó en el aumento de la capacidad de intercambio catiónico.

La mejora de la CIC observada, especialmente en el tratamiento con 100 g de compost por planta, evidencia que la materia orgánica aplicada contribuyó a incrementar las cargas negativas del suelo, facilitando la retención de nutrientes. Este comportamiento es consistente con estudios que señalan que la fertilización orgánica no solo aporta nutrientes, sino que también mejora las propiedades químicas del suelo, favoreciendo una nutrición más eficiente del cultivo.

5.7. Crecimiento en altura de planta

El mayor crecimiento en altura registrado en las plantas que recibieron las dosis más altas de guano de isla y compost confirma la influencia positiva de la fertilización orgánica en el desarrollo inicial del cacao. Este efecto puede atribuirse a una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales, particularmente nitrógeno y fósforo, los cuales estimulan la elongación celular y la actividad fotosintética.

Asimismo, las condiciones ambientales registradas durante los primeros meses del ensayo habrían favorecido la eficiencia de los abonos orgánicos, permitiendo que las plantas expresaran su potencial de crecimiento. Los resultados obtenidos son coherentes con investigaciones previas que reportan incrementos significativos en la altura de plántulas de cacao cuando se aplican fuentes orgánicas ricas en nutrientes.

5.8. Diámetro de tallo

El aumento progresivo del diámetro de tallo observado en los tratamientos con mayores dosis de guano de isla y compost sugiere una mejora en la vigorosidad de las plantas, asociada a una nutrición más equilibrada y a un mejor desarrollo del sistema radicular.

Si bien las diferencias entre tratamientos no fueron marcadas en las primeras evaluaciones, a partir de los 120 días después de la siembra se evidenció una clara superioridad de las dosis más altas, lo que confirma el efecto acumulativo de los abonos orgánicos. Este comportamiento coincide con reportes que indican que el diámetro de tallo responde de manera más

lenta a la fertilización orgánica, pero refleja con mayor precisión el estado nutricional de la planta a mediano plazo.

5.9. Número de hojas por planta

El mayor número de hojas registrado en las plantas fertilizadas con las dosis más altas de ambas fuentes orgánicas demuestra una respuesta positiva del cacao a la disponibilidad sostenida de nutrientes. El incremento en el número de hojas está directamente relacionado con una mayor capacidad fotosintética, lo que favorece el crecimiento general de la planta.

Además del efecto nutricional, factores ambientales como la temperatura y la precipitación habrían contribuido a potenciar esta respuesta, especialmente durante los primeros meses de evaluación. Estos resultados concuerdan con estudios que destacan el papel de la fertilización orgánica en la estimulación del crecimiento vegetativo del cacao.

5.10. Área foliar

El comportamiento del área foliar confirma que los efectos de la fertilización orgánica se manifiestan con mayor claridad a mediano plazo. La ausencia de diferencias significativas en las primeras evaluaciones puede atribuirse al tiempo requerido para la descomposición y mineralización de los abonos orgánicos.

Sin embargo, a los 180 días después de la siembra, las plantas que recibieron 150 g de guano de isla y 300 g de compost por planta presentaron un área foliar significativamente mayor, lo que refleja una

mejor eficiencia fotosintética y un mayor potencial de crecimiento. Estos valores superan los reportados en otros estudios, lo que resalta la efectividad de las dosis evaluadas para el establecimiento del cultivo de cacao en la zona de estudio.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- Respecto al objetivo general**,** se concluye que la aplicación de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos influyó de manera significativa en el establecimiento inicial de una plantación de cacao en la zona de Neshuya Padre Abad, evidenciándose una mejor respuesta del cultivo cuando se aplicaron las dosis más altas de guano de isla y compost, las cuales favorecieron tanto las propiedades químicas del suelo como el crecimiento vegetativo de las plantas.

- En relación con el primer objetivo específico**,** se concluye que las fuentes y dosis de abonos orgánicos evaluadas modificaron de manera diferenciada algunas propiedades químicas del suelo. Destacó el compost, especialmente en dosis de 200 y 300 g por planta, por incrementar significativamente el contenido de fósforo disponible, las bases cambiables y la capacidad de intercambio catiónico, aunque no se logró una reducción significativa del pH ni de la acidez cambiable del suelo durante el periodo de evaluación.

- Respecto al segundo objetivo específico, se concluye que el crecimiento del cultivo de cacao fue significativamente favorecido por la aplicación de abonos orgánicos, observándose los mayores valores de altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar en los tratamientos con 150 g de guano de isla y 300 g de compost por planta, lo que demuestra la

efectividad de estas dosis para promover un adecuado desarrollo vegetativo durante los primeros seis meses de establecimiento del cultivo.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar abonos orgánicos en el establecimiento de plantaciones de cacao en la zona de Neshuya Padre Abad, priorizando el uso de 150 g de guano de isla y 300 g de compost por planta, debido a que estas dosis mostraron los mejores resultados en el crecimiento vegetativo del cultivo durante los primeros seis meses de evaluación.

- Para mejorar las propiedades químicas del suelo, se sugiere el empleo de compost en dosis de 200 g por planta, ya que permitió incrementar de manera significativa el contenido de fósforo disponible, las bases cambiables y la capacidad de intercambio catiónico, contribuyendo a una mejor fertilidad del suelo.

- Considerando que el pH y la acidez cambiable del suelo no se redujeron significativamente con la aplicación de abonos orgánicos, se recomienda complementar su uso con enmiendas correctivas, como materiales calcáreos, especialmente en suelos con alta acidez, a fin de mejorar la disponibilidad de nutrientes.

- Se sugiere a los productores realizar análisis de suelo periódicos antes y durante el establecimiento del cultivo de cacao, con el propósito de ajustar oportunamente las dosis de abonos orgánicos y garantizar un manejo nutricional adecuado.

- Se recomienda desarrollar investigaciones futuras que evalúen el efecto combinado de abonos orgánicos con enmiendas minerales, así como su influencia en etapas posteriores del cultivo, incluyendo la fase productiva, para fortalecer la sostenibilidad del sistema cacaotero en la zona de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alianza Cacao Perú – ACP. (2020). La Alianza cacao Perú y la cadena productiva de cacao fino de aroma. Ediciones ESAN.

Aybar-Camacho, C.; Lavado-Casimiro, W.; Sabino, E.; Ramírez, S.; Huerta, J. & Felipe-Obando, O. (2017). Atlas de zonas de vida del Perú – Guía Explicativa. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología.

Cuvi Ramírez, M. B., Rodríguez Guerra, Y., Carrera, K., Asanza, M. & Soria Rea, S. (2015). Efecto de abonos orgánicos en el cultivo de *Theobroma cacao* L. en vivero del "Recinto el Capricho", Provincia de Napo, Ecuador. En Revista Amazónica, Ciencia y Tecnología. Vol1 N° 1.

Chacón de Popovici, G. (2004). Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonía peruana. Cacao. Instituto de Cultivos Tropicales. San Martín, Perú.

Dávila Zamora, E. C. (2019). Uso de enmiendas en la reducción del contenido de Cd en el suelo y en los granos del cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN-51. Tesis Maestría. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María.

Dirección Regional de Agricultura de Ucayali - DRAU. (2017). *Situación actual del cultivo de cacao en la región Ucayali*. Dirección Regional de Agricultura de Ucayali, Gobierno Regional de Ucayali, Perú.

Escalante Vilela, N. P. (2015). Efecto de abonos orgánicos en la obtención de plantones de café (Coffea arábica L.). Tesis ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

Estación Meteorológica Principal de la Universidad Nacional de Ucayali. (s.f.). *Datos meteorológicos* [Base de datos]. Universidad Nacional de Ucayali.

FAO. (2013). Manual del compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Oficina Regional Santiago de Chile.

Federación Nacional de Cacaoteros - FEDECACAO. (2015). *Guía técnica para el cultivo del cacao*.

Gonzales Reátegui, W. (2011). Evaluación del efecto de guano de islas en el crecimiento de guaba *(/nga edulis* C. Martius) y pino chuncho (Schizolobium parahyba (Velloso) Blake var. Amazonicum (Huber ex Oucke') Ba.rneby} asociados con especies del género Heliconia. Tesis Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao: Prácticas Latinoamericanas. Miguel Ángel Arvelo Sánchez, Diego González León, Steven Maroto Arce, Tanya Delgado López y Paola Montoya López. – San José, Costa Rica.

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. (2021). *Análisis químico de suelo* [Informe de laboratorio]. Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, Perú.

Jaramillo, R. (2012). La degradación del suelo. Informaciones agronómicas de Hispanoamérica.IAH7. IPNI.

León Cantalicio, I. T. (2019). Influencia de la adición de tres dosis de NPK durante la etapa de vivero del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Aguaytía Ucayali. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa.

Lliuya Potokar, V. (2015). Fertilización orgánica en el crecimiento vegetativo de los patrones de cacao (Theobroma cacao L.) en un suelo Inceptisols en

fase de vivero, en el distrito de Nuevo Progreso, Tocache, San Martin. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria De La Selva. Tingo María, Perú.

Merino Maguiña, E. G. (2013). Efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao (*Theobroma cacao* l.) clon CCN-51. Tesis Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María Perú.

Motamayor, J. C., Risterucci, A., López, P., Ortiz, C., Moreno, A., & Lanaud, C. (2002). La domesticación de cacao I: el origen del cacao cultivado por los mayas. En Herencia (2002) 89, 380–386.

Ormeño, M. & Ovalle, A. (2011). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad química de los suelos cacaoteros y el crecimiento de las plántulas en vivero. Conferencia del XIX Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Mérida.

Parco Quispe, M. (2018). Efecto de niveles de aplicación de guano de isla en rendimiento del cultivo de cacao (Theobroma cacao L) con el clon CCN-51 en la EEA-Pichanaki. Informe concluido. EEA Pichanaki. Junín. Perú.

Paredes Arce, M. (2003). Manual del cultivo de cacao. Ministerio de Agricultura. Programa para el Desarrollo de la Amazonia (PROAMAZONIA). Lima Perú.

Pisco García, N. (2018). Efecto de fertilizantes compuestos utilizando suelos ácidos como sustrato en el crecimiento de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tocache. Tesis Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.

Rodríguez, T. (2013). *Efecto de diferentes dosis de algas marinas en el área foliar de plántulas de cacao en Ecuador*.

Sánchez Arizo, V. H., Zambrano Mendoza, J. L. & Iglesias Paladines, C. (2019). La cadena de valor del cacao en América Latina y el Caribe.

Zambrano, A. (2011). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las características de desarrollo en plántulas para patrones de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1

TABLAS DE ANÁLISIS DE VARIANZA

Tabla 1A

ANVA para altura de planta a los 30 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	22.67	7.55	1.41	0.27
Tratamientos	6	424.85	70.80	13.20	<0.0001
Error	18	96.57	5.36		
Total	27	544.10			
CV (%) =	8.79		R^2 =	0.82	

Tabla 2A

ANVA para altura de planta a los 60 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	53.00	17.66	1.14	0.35
Tratamientos	6	832.85	138.80	8.99	<0.0001
Error	18	278.00	15.44		
Total	27	1163.85			
CV (%) =	12.25		R^2 =	0.76	

Tabla 3A

ANVA para altura de planta a los 90 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	138.42	46.14	1.96	0.15
Tratamientos	6	1651.21	275.20	11.71	<0.0001
Error	18	423.07	23.50		
Total	27	2212.71			
CV (%) =	13.38		R^2 =	0.80	

Tabla 4A

ANVA para altura de planta a los 120 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	167.53	55.84	1.38	0.27
Tratamientos	6	2668.92	444.82	11.03	<0.0001
Error	18	726.21	40.34		
Total	27	3562.67			
CV (%) =	14.63		R^2 = 079		

Tabla 5A

ANVA para altura de planta a los 150 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	111.53	37.17	0.67	0.58
Tratamientos	6	4593.42	765.57	13.78	<0.0001
Error	18	999.71	55.53		
Total	27	5704.67			
CV (%) =	14.44		R^2 = 0.82		

Tabla 6A

ANVA para altura de planta a los 180 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	122.10	40.70	0.79	0.51
Tratamientos	6	5724.92	954.15	18.51	<0.0001
Error	18	927.64	51.53		
Total	27	6764.67			
CV (%) =	12.14		R^2 = 0.86		

Tabla 7A

ANVA para diámetro de tallo a los 30 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	5.14	1.71	4.19	0.02
Tratamientos	6	20.35	3.39	8.30	0.0002
Error	18	7.35	0.40		
Total	27	32.85			
CV (%) =	11.77		R^2 =	0.77	

Tabla 8A

ANVA para diámetro de tallo a los 60 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	12.85	4.28	1.71	0.20
Tratamientos	6	30.00	5.00	1.99	0.1199
Error	18	45.14	2.50		
Total	27	88.00			
CV (%) =	22.62		R^2 =	0.48	

Tabla 9A

ANVA para diámetro de tallo a los 90 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	8.96	2.98	2.21	0.12
Tratamientos	6	34.00	5.66	4.20	0.0082
Error	18	24.28	1.34		
Total	27	67.25			
CV (%) =	16.02		R^2 =	0.63	

Tabla 10A

ANVA para diámetro de tallo a los 120 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	10.67	3.55	0.64	0.59
Tratamientos	6	97.92	16.32	2.94	0.0354
Error	18	100.07	5.55		
Total	27	208.67			
CV (%) =	25.10		R^2 =	0.52	

Tabla 11A

ANVA para diámetro de tallo a los 150 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	34.42	11.47	6.34	0.0040
Tratamientos	6	110.00	18.33	10.13	<0.0001
Error	18	32.57	1.80		
Total	27	177.00			
CV (%) =	11.69		R^2 =	0.81	

Tabla 12A

ANVA para diámetro de tallo a los 180 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	8.96	2.98	2.65	0.07
Tratamientos	6	142.00	23.66	21.00	<0.0001
Error	18	20.28	1.12		
Total	27	171.25			
CV (%) =	8.32		R^2 =	0.88	

Tabla 13A

ANVA para hojas por planta a los 30 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	9.25	3.08	0.22	0.88
Tratamientos	6	227.35	37.89	2.69	0.0482
Error	18	253.50	14.08		
Total	27	490.10			
CV (%) =	23.93		R^2 =	0.48	

Tabla 14A

ANVA para hojas por planta a los 60 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	24.10	8.03	0.53	0.66
Tratamientos	6	328.85	54.80	3.64	0.0153
Error	18	271.14	15.06		
Total	27	624.10			
CV (%) =	21.18		R^2 =	0.56	

Tabla 15A

ANVA para hojas por planta a los 90 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	31.71	10.57	0.65	0.59
Tratamientos	6	294.42	49.07	3.03	0.0314
Error	18	291.28	16.18		
Total	27	617.42			
CV (%) =	20.25		R^2 =	0.52	

Tabla 16A

ANVA para hojas por planta a los 120 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	29.85	9.95	1.15	0.35
Tratamientos	6	86.00	14.33	1.66	0.1876
Error	18	291.28	16.18		
Total	27	617.42			
CV (%) =	13.04	R^2 =	0.42		

Tabla 17A

ANVA para hojas por planta a los 150 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	83.57	27.85	3.69	0.03
Tratamientos	6	151.21	25.20	3.34	0.0217
Error	18	135.92	7.55		
Total	27	370.71			
CV (%) =	15.08	R^2 =	0.63		

Tabla 18A

ANVA para hojas por planta a los 180 dds

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	48.67	16.22	2.22	0.12
Tratamientos	6	52.42	8.73	1.20	0.3528
Error	18	131.57	7.30		
Total	27	232.67			
CV (%) =	14.31	R^2 =	0.43		

Tabla 19A

ANVA para área foliar por planta inicial

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	48.67	16.22	2.22	0.12
Tratamientos	6	52.42	8.73	1.20	0.3528
Error	18	131.57	7.30		
Total	27	232.67			
CV (%) =	14.31	R^2 =	0.43		

Tabla 20A

ANVA para área foliar por planta final

F de variabilidad	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Prob > F
Repeticiones	3	48.67	16.22	2.22	0.12
Tratamientos	6	52.42	8.73	1.20	0.3528
Error	18	131.57	7.30		
Total	27	232.67			
CV (%) =	14.31	R^2 =	0.43		

ANEXO 2

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO AL INICIAR EL ENSAYO

PERÚ | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

inia

Estación Experimental Agraria
Pucallpa - Ucayali

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y ABONOS

Solicitante: Juan Cabrera Hermosilla
Procedencia: Sector El Condor Neshuya
Dirección legal: Neshuya

Ensayo solicitado: Caracterización
Código de Laboratorio: SU 00042-EEAP-2021
Muestreado por: El Solicitante

Fecha de muestreo: 05/07/2021
Fecha de recepción: 08/07/2021
Fecha de emisión: 14/07/2021

Cultivo anterior: N/D
Cultivo proximo: N/D
Tipo de muestra: Suelo

N°	Código	Prof.	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase textural	pH H2O	P ppm	Al	K	Ca	Mg	CICE	Sat. Al %	Bases Totales (Cmol(+)/kg	M.O %	N %	D. Apr. g/cm3	C.E ds/m
									Cmol(+)/kg										
1	Muestra Inicial	0-20	23.44	26.00	50.56	Franco Arcillo Arenoso	5.78	3.17	1.90	0.16	1.20	0.39	3.65	52.09	1.75	2.07	0.10	1.40	0.06

METODOLOGIA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el trópico humedo: Autores, Q.F Olinda Ayre V. y Q.F Rafael Román Lima - Perú 1992

pH, CE : Suelo/agua : 1/2.5
MO : Walkley Black
P : Olsen Modificado
Ca, Mg : Extrac. KCL
K, P : Extrac. NaHCO3-EDTA-SUPERFLOC
K, Ca, Mg : Absorción Atomica
D. Apr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

LAYO

BICENTENARIO PERÚ 2021

Carretera Federico Basadre Km 4.200
T: 61-571631
pucallpa@inia.gob.pe
www.gob.pe/midagri

ANEXO 3

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO AL FINALIZAR EL ENSAYO

PERÚ | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

inia

Estación Experimental Agraria
Pucallpa - Ucayali

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y ABONOS

Solicitante: Juan Cabrera Huermosilla
Procedencia: Sector El Condor Neshuya
Dirección legal: Neshuya

Ensayo solicitado: Caracterización
Código de Laboratorio: SU 00042EEAP-2021
Muestreado por: El Solicitante

Fecha de muestreo: 05/07/2021
Fecha de recepción: 08/07/2021
Fecha de emisión: 14/07/2021

Cultivo anterior: N/D
Cultivo proximo: N/D
Tipo de muestra: Suelo

N°	Código	Prof.	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase textural	pH H2O	P ppm	Al	K	Ca	Mg	CICE	Sat. Al %	Bases Totales (Cmol(+)/kg)	M.O %	N %	D. Apr. g/cm3	C.E ds/m
									Cmol(+)/kg										
1	T O (Testigo)	0-20	27.44	26.00	46.56	Franco Arcillo Arenoso	5.37	9.89	1.90	0.30	2.45	0.61	5.26	36.13	3.36	0.34	0.02	1.36	0.07
2	T1	0-20	29.44	30.00	40.56	Franco Arcilloso	4.61	16.49	3.20	0.21	1.71	0.51	5.64	56.77	2.44	1.21	0.05	1.35	0.17
3	T2	0-20	29.44	26.00	44.56	Franco Arcilloso	4.66	3.81	3.10	0.22	1.63	0.48	5.43	57.08	2.33	1.03	0.05	1.36	0.13
4	T3	0-20	25.44	28.00	46.56	Franco	4.72	19.79	2.20	0.23	1.83	0.38	4.64	47.41	2.44	0.52	0.02	1.38	0.18
5	T4	0-20	29.44	32.00	38.56	Franco Arcilloso	4.54	38.31	3.10	0.49	2.07	0.49	6.15	50.38	3.05	1.21	0.05	1.37	0.27
6	T5	0-20	29.44	30.00	40.56	Franco Arcilloso	4.55	70.15	2.40	0.53	2.07	0.51	5.52	43.51	3.12	1.21	0.05	1.35	0.28
7	T6	0-20	25.44	28.00	46.56	Franco	4.62	41.73	2.10	0.51	1.79	0.44	4.85	43.32	2.75	0.34	0.02	1.38	0.26

METODOLOGIA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el tropico humedo: Autores, Q.F Olinda Ayre V. y Q.F Rafael Roman Lima - Perú 1992

pH, CE : Suelo/agua : 1:2.5
OO : Nelson & Sommers
P : Olsen Modificado
Ca, Mg : Extrac. KCL
K, P : Extrac. NaHCO3-EDTA-SUPERFLOC
K, Ca, Mg : Absorción Atómica
D. Apr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

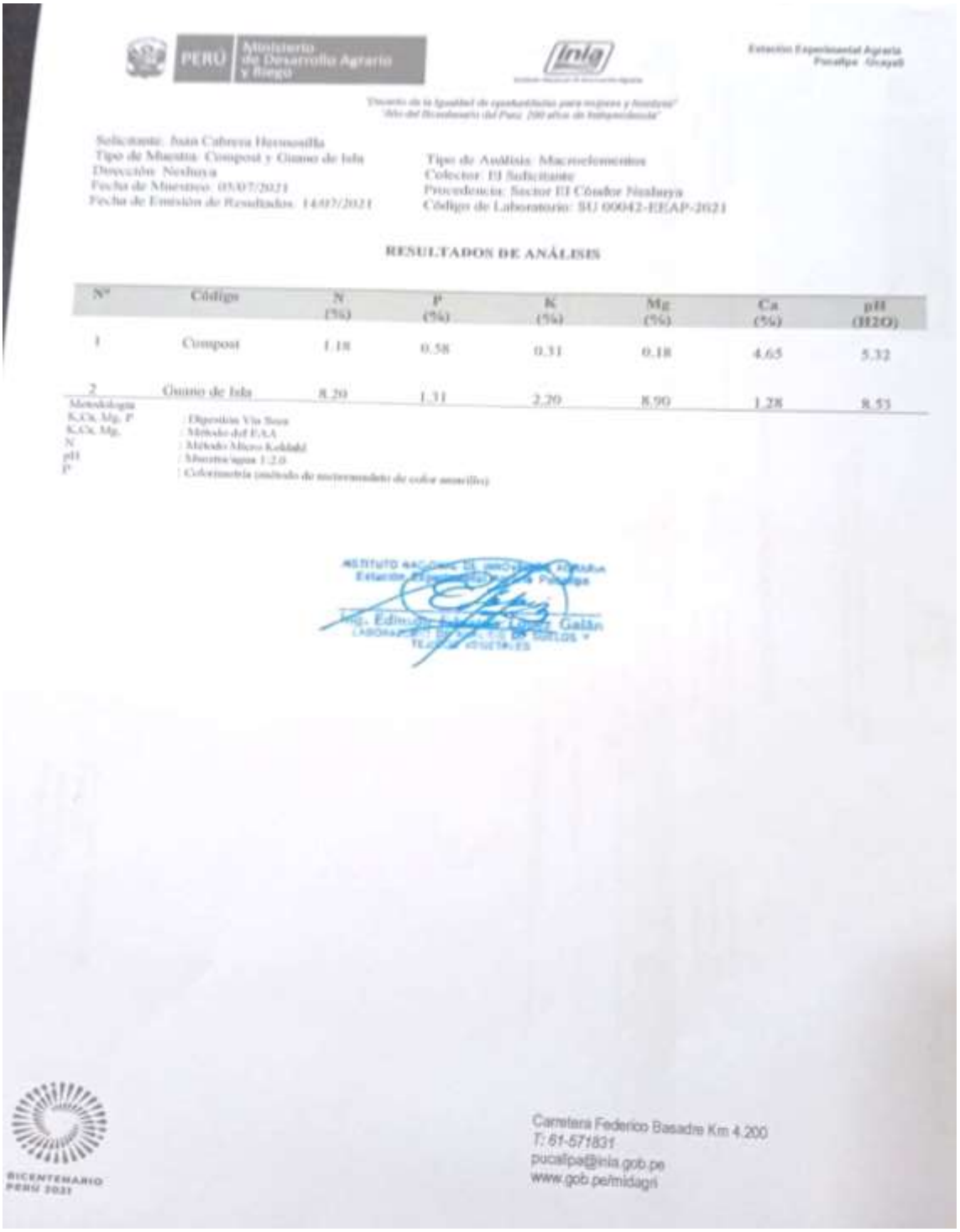
LAYO

BICENTENARIO PERÚ 2021

Carretera Federico Basadre Km 4.200
T: 61-571831
pucallpa@inia.gob.pe
www.gob.pe/midagri

ANEXO 4

RESULTADOS DE LOS ABONOS ORGÁNICOS



PERÚ | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

INIA

Estación Experimental Agraria Pucallpa Ucayali

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Solicitante: Juan Cabrera Hermosilla
Tipo de Muestra: Compost y Guano de Isla
Dirección: Neshuya
Fecha de Muestreo: 05/07/2021
Fecha de Emisión de Resultados: 14/07/2021

Tipo de Análisis: Macroelementos
Colector: El Solicitante
Procedencia: Sector El Cóndor Neshuya
Código de Laboratorio: SU 00042-EEAP-2021

RESULTADOS DE ANÁLISIS

N°	Código	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	pH (H2O)
1	Compost	1.18	0.58	0.31	0.18	4.65	5.32
2	Guano de Isla	8.20	1.31	2.20	8.90	1.28	8.53

Metodología
K,Ca, Mg, P : Digestión Vía Seca
K,Ca, Mg, : Método del E.A.A
N : Método Micro Kjeldahl
pH : Muestra/agua 1:2.0
P : Colorimetría (método de molibdovanadato de color amarillo)

Ing. Edinson [illegible] Díaz Galán

BICENTENARIO PERÚ 2021

Carretera Federico Basadre Km 4.200
T: 61-571831
pucallpa@inia.gob.pe
www.gob.pe/midagri

ANEXO 5

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

Figura 1A

Identificación del ensayo



Figura 2A

Distribución de los tratamientos



Figura 3A

Vista panorámica del ensayo



Figura 4A

Medición del diámetro de tallo



Figura 5A

Medición del área foliar



Figura 6A

Vista general del ensayo



Figura 7A

Planta de cacao con aplicación de abono orgánico



Figura 8A

Evaluación de ancho de hoja



Figura 9A

Toma de datos de campo

