UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON HUMUS LIQUIDO DE LOMBRIZ EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CLON CCN51 EN EL CASERÍO ERIKA DISTRITO DE BOQUERÓN

Tesis para optar el Título Profesional de

Ingeniero Agrónomo

FLORENCE PANDURO LOPEZ

Pucallpa – Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

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 la tesis, presentado por **FLORENCE PANDURO LOPEZ,** DENOMINADA: **"Efecto de la fertilización foliar con humus líquido de lombriz en el rendimiento del cultivo de cacao (*Teobroma cacao* L.) clon CCN51 en el caserio Erika distrito de Boquerón",** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL.**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: APROBADO POR MAYORIA con el calificativo (*) QUINCE (15)

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 12 de NOVIEMBRE de 2025.

Ing. M.Sc. Jorge Raúl García Cavalie Presidente	Ing. M. Sc. Isaías Gonzáles Ramírez Primer Miembro
Dr. Roger Brayan Braga Sandoval Segundo Miembro	Ing. M. Sc. Jessica Madeley Ríos Guzmán Asesor

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

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Ing. M.Sc. Jorge Raúl García Cavalie
.....
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Isaías Gonzáles Ramírez
.....
PRIMER MIEMBRO

Dr. Roger Brayan Braga Sandoval
.....
SEGUNDO MIEMBRO

Ing. M. Sc. Jessica Madeley Ríos Guzmán
.....
ASESOR

Bach. Florence Panduro López
.....
TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/443-2025**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EFECTO DE LA FERTILIZACION FOLIAR CON HUMUS LIQUIDO DE LOMBRIZ EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L*) clon CCN51 EN EL CASERIO ERIKA DISTRITO DE BOQUERON** ".

Autor(es)	:	**PANDURO LÓPEZ, FLORENCE**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**M.Sc. RIOS GUZMAN, JESSICA MADELEY**

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 29/08/2025

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Florence Pamduro Lopez

Autor de la tesis titulada: Efecto de la fertilización foliar con Humus Liquido de Lombriz en el Rendimiento del cultivo de cacao (theobroma cacao L.) clon CCN51 en el Caserio Erika distrito de Boqueron

Sustentada el año 2025

Asesor(a): M.Sc. Jessica Madeley Rios Gusman

Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional: Agronomia

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 autoria 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: 01 / 12 / 2025

Email: florence_125@hotmail.com Firma: _____

Teléfono: 925492693 DNI: 76153243

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

DEDICATORIA.

A mis queridos padres Eladio y Edelmira, por su amor incondicional, su sabiduría y el apoyo constante que me han brindado a lo largo de mi vida. Ustedes han sido mi mayor fuente de fortaleza, y su ejemplo de sacrificio y perseverancia me ha enseñado que, no importa cuán difícil sea el camino, siempre hay razones para seguir adelante. Me han mostrado, con su dedicación y esfuerzo, que el amor es la base para alcanzar cualquier meta. No solo me dieron las herramientas necesarias para llegar hasta aquí, sino que, con su amor y guía, me ayudaron a construir una mentalidad resiliente que me permite enfrentar cada desafío con confianza. Su apoyo ha sido una constante fuente de motivación, y este logro es tanto mío como de ustedes, que siempre han creído en mí incluso cuando yo misma dudaba.

A mis hijos, Jhoe y Joseph, por su ternura, paciencia y por ser la inspiración que me impulsa cada día a seguir adelante. Ustedes son el motor de mis sueños y la razón por la que nunca he dejado de luchar por mis metas. Aunque a veces las demandas de la vida pueden ser abrumadoras, su amor me da la fuerza necesaria para seguir, siempre recordándome que la verdadera esencia de la vida radica en vivir con pasión, amor y entrega. Este logro es un testimonio de la esperanza y el futuro que representan, y sin su apoyo, su sonrisa y su alegría, este logro no tendría el mismo significado. Gracias por ser mis mayores maestros en lo que realmente importa: la importancia de disfrutar del presente y vivir con amor.

Y, por último, a mi querida abuela, que ahora descansa en el cielo. Aunque ya no esté físicamente a mi lado, siempre llevo su amor, su sabiduría y su legado en mi corazón. Su ejemplo de bondad, su paciencia infinita y su capacidad de amor me siguen guiando cada día. El impacto de su vida y enseñanzas sigue siendo una de las mayores influencias en mi existencia. Su presencia, aunque no visible, sigue estando conmigo, dándome fuerzas y claridad en los momentos difíciles. Gracias por ser mi más grande fuente de inspiración y por enseñarme a nunca rendirme, a seguir adelante con la cabeza en alto y el corazón lleno de esperanza.

AGRADECIMIENTO.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las personas que han sido fundamentales para que este trabajo se hiciera realidad.

A mis queridos padres, Eladio y Edelmira, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser siempre una fuente de fortaleza en mi vida. Gracias por enseñarme que con sacrificio y perseverancia todo es posible, y por estar a mi lado en cada paso de este largo viaje. Su ejemplo de dedicación y esfuerzo ha sido mi mayor motivación para llegar hasta aquí.

A mis hijos, Joseph y Jhoe, por su ternura, paciencia y amor. Ustedes son el motor de mi vida y la razón por la que cada día lucho por ser mejor. Gracias por comprenderme y apoyarme en todo momento, incluso cuando la dedicación a mis estudios me alejaba de ustedes. Este logro es también el fruto de su amor y su alegría.

A mi querida abuela, que ahora descansa en el cielo, por su amor, sabiduría y por haber sido siempre un faro de luz en mi vida. Aunque ya no esté físicamente conmigo, su legado y su enseñanza siguen guiando mis pasos. Siempre la llevaré en mi corazón y en cada uno de mis logros.

A mis asesores, Jesica y José Antonio, por su invaluable orientación, dedicación y apoyo en cada etapa de este proyecto. Gracias por compartir sus conocimientos, por sus valiosas sugerencias y por estar siempre dispuestos a ayudarme a mejorar y seguir adelante. Su compromiso y profesionalismo fueron esenciales para la culminación de este trabajo.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, han contribuido a mi crecimiento académico y personal, gracias por su apoyo y confianza.

ÍNDICE GENERAL.

RESUMEN x
ABSTRACT xii
INDICE DE TABLAS xiii
INDICE DE FIGURAS xiiii
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 2
1.1. Descripción y fundamentación del problema 2
1.2. Formulación del problema..... 3
1.2.1. Problema general……..……3
1.2.2. Problemas específicos ……..……..4
1.3. Objetivo general y objetivos específicos 4
1.3.1. Objetico general……..…4
1.3.2. Objetivos específicos…….4
1.4. Hipótesis……..4
1.4.1. Hipótesis general…….4
1.4.2. Hipótesis especificas……..5
1.5. Operacionalización de variables 5
1.5.1. Variables independientes……..6
1.5.2. Variables dependientes…….6
1.6. Justificación e importancia 7
CAPITULO II. MARCO TEORICO 9
2.1. Antecedentes de la investigación……9
2.1.1. Antecedentes internacionales ……..……9
2.1.2. Antecedentes nacionales……10
2.1.3. Antecedentes locales……..……12
2.2. Bases teóricas 13
2.2.1. Origen de la especie……13
2.2.2. Clasificación taxonómica……13
2.2.3. Descripción botánica……..……13
2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos……15
2.2.5. Fertilización foliar del cacao……16
2.3. Definiciones conceptuales……...18

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 21
3.1. Método de investigación 21
3.2. Tipo y nivel de investigación 21
3.2.1. Población y muestra 21
3.3. Componentes en estudio 21
3.4. Tratamientos en estudio 22
3.5. Diseño experimental 22
3.6. Ejecución del experimento 25
3.6.1. Ubicación y duración del estudio 25
3.6.2. Condiciones ambientales 25
3.6.3. Proceso experimental 26
3.6.4. Variables evaluadas 26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS 29
4.1. Numero de mazorcas por árbol 29
4.2. Número de granos por mazorca 30
4.3. Peso de granos por mazorca 31
4.4. Longitud de mazorca 32
4.5. Diámetro de mazorca 33
4.6. Peso de 100 granos 34
4.7. Rendimiento de grano por ha 35
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN 37
5.1. Número de mazorca por árbol 37
5.2. Número granos por mazorca 37
5.3. Peso de granos por mazorca 37
5.4. Longitud de mazorca 38
5.5. Diámetro de mazorca 38
5.6. Peso de 100 granos 38
5.7. Rendimiento de grano por ha 38
CAPITULO VI. CONCLUSIONES 40
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES 41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 42
ANEXOS 48

RESUMEN.

La investigación fue llevada a cabo en una parcela de cacao CCN51 de 10 años de edad, de propiedad del productor Pedro Julcahuanca Morocho, ubicada en el caserío Erika, distrito de Boquerón, provincia de Padre Abad, con la finalidad de evaluar el efecto de la fertilización foliar con tres dosis de humus liquido de lombriz en los indicadores de rendimiento del cultivo, bajo un diseño de Bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos probados fueron T1= testigo, T2= humus liquido de lombriz al 1.5 %, T3= humus liquido de lombriz al 2.0 % y T4= humus liquido de lombriz al 2.5 %, mientras que, las variables evaluadas al momento de cosecha fueron número de mazorcas por árbol, numero de granos por mazorca, peso de granos por mazorca, longitud y diámetro de mazorca, peso de 100 granos y rendimiento de grano por ha. Los resultados evidenciaron que, las dosis de 2.5 y 2.0 % de humus liquido de lombriz, registraron los promedios más altos en los indicadores de rendimiento como número de mazorcas por árbol (7.75 y 7.00), número de granos por mazorca (43.2 y 41.5), peso de granos por mazorca (466.0 y 442.7 g), peso de 100 granos (156.5 y 142.7 g) y rendimiento de grano (1815.3 y 1543.9 kg ha^{-1})

Palabras clave: *cacao, dosis, fertilización orgánica, humus liquido de lombriz, rendimiento*

ABSTRACT.

The research was carried out in a 10-year-old CCN51 cocoa plot, owned by producer Pedro Julcahuanca Morocho, located in the Erika hamlet, Boquerón district, Padre Abad province, in order to evaluate the effect of foliar fertilization with three doses of liquid worm humus on crop yield indicators, under a Randomized Complete Block design with four replications. The treatments tested were T1 = control, T2 = 1.5% liquid worm humus, T3 = 2.0% liquid worm humus and T4 = 2.5% liquid worm humus, while the variables evaluated at harvest were number of ears per tree, number of grains per ear, grain weight per ear, ear length and diameter, 100-grain weight and grain yield per ha. The results showed that the 2.5% and 2.0% doses of liquid worm castings recorded the highest averages for yield indicators such as number of ears per tree (7.75 and 7.00), number of kernels per ear (43.2 and 41.5), kernel weight per ear (466.0 and 442.7 g), 100-kernel weight (156.5 and 142.7 g), and kernel yield (1815.3 and 1543.9 kg ha^{-1}).

Keywords: cacao, dosage, organic fertilization, liquid worm castings, yield

INDICE DE TABLAS.

En el texto: **Pág.**

Tabla 1. Operacionalización de variables 5

Tabla 2. Características físico-químicas del humus de lombriz 17

Tabla 3. Características de los tratamientos en estudio 22

Tabla 4. Esquema del análisis de variancia (ANVA)..... 23

Tabla 5. Resultados de los principales indicadores de rendimiento..... 32

Tabla 6. Resultados de los índices de rendimiento por tratamiento..... 36

En el anexo:

Tabla 7A. Análisis de variancia para el número de mazorca por árbol 50

Tabla 8A. Análisis de variancia para el numero de granos por mazorca 50

Tabla 9A. Análisis de variancia por el peso de granos por mazorca 50

Tabla 10A. Análisis de variancia para longitud de mazorca 51

Tabla 11A. Análisis de variancia para diámetro de mazorca 51

Tabla 12A. Análisis de variancia para peso de 100 granos 51

Tabla 13A. Análisis de variancia para rendimiento de grano por ha..... 52

INDICE DE FIGURAS.

En el texto: **Pág.**

Figura 1. Distribución experimental 24
Figura 2. Imagen satelital de la parcela de investigación (Google earth) 25
Figura 3. Número de mazorcas por árbol por tratamiento 29
Figura 4. Número de granos por mazorca por tratamiento 30
Figura 5. Peso de grano por mazorca por tratamiento 31
Figura 6. Longitud de mazorca de cacao por tratamiento 32
Figura 7. Diámetro de mazorca de cacao por tratamiento 33
Figura 8. Peso de 100 granos secos por tratamiento 34
Figura 9. Rendimiento de grano por ha y por tratamiento 35

En el anexo:

Figura 10A. Extracción de muestra de suelo del terreno definitivo 53
Figura 11A. Recolección de muestra de suelo para análisis 53
Figura 12A. Midiendo las concentraciones de humus liquido de lombriz 54
Figura 13A. Vaciando el humus liquido por dosis 54
Figura 14A. Aplicación del humus liquido de lombriz 55
Figura 15A. Medición del humus liquido de lombriz para segunda Aplicación 55
Figura 16A. Aplicación de la segunda dosis del humus de lombriz 56
Figura 17A. Conteo de número de mazorca por planta de cacao 56
Figura 18A. Rotulación de plantas de cacao elegidos al azar 57
Figura 19A. Identificación de los tratamientos 57
Figura 20A. Evaluación de cosecha 58
Figura 21A. Medición de mazorca 58
Figura 22A. Conteo de granos por mazorca 59
Figura 23.A. Peso de granos por mazorca 59

INTRODUCCIÓN.

El cultivo de cacao en la región Ucayali está considerado como un producto emblemático porque genera ingresos económicos sostenibles en los pequeños productores, aun cuando los niveles de productividad no sean los más alentadores debido a la escasa tecnología que usan los productores de cacao, la cual está muy relacionada con la práctica de la fertilización.

La fertilización orgánica en el cultivo de cacao es primordial para mantener sana la salud del suelo, incrementar el rendimiento y disminuir la dependencia de la fertilización química. Los abonos orgánicos que provienen de fuentes animales o vegetales, enriquecen el suelo con nutrientes esenciales, mejoran su estructura y retención de humedad y promueven la actividad biológica beneficiosa. Esto se traduce en plantas de cacao más vigorosas, frutos de mejor calidad y un sistema de cultivo más sostenible.

En el caso de la fa fertilización orgánica foliar es importante porque mejora la absorción de nutrientes, ya que, las hojas pueden absorber nutrientes directamente, lo que puede ser especialmente útil cuando exista problemas de absorción en el suelo debido a factores como el pH o la saturación de ciertos elementos.

De hecho, al suministrar nutrientes esenciales a través de las hojas, se ayuda a la planta de cacao a resistir mejor el ataque de enfermedades y plagas que pueden afectar las mazorcas y los brotes vegetativos.

Por estas consideraciones, una de las alternativas viables para mejorar la fertilidad natural de estos suelos consiste en la aplicación de abonos orgánicos sean solidos o líquidos, que ayuden a incrementar el rendimiento del cacao y al mismo tiempo cuiden el medio ambiente. Los biofertilizantes se caracterizan por ser ricos en materia orgánica, ayudan a mejorar las propiedades físicas y químicas, garantizan la disminución o eliminación de los fertilizantes químicos, y de esta forma, recuperan la fertilidad del suelo. (Noreña, 2019).

CAPÍTULO I.
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Descripción y fundamentación del problema.

Ucayali es la tercera región en producción de cacao (11%) después de San Martín (40%) y Junín (19%) y en el primer semestre del año 2023, produjo 8 mil t de grano, que representan el 38 % de la producción nacional y cuyo destino de exportación son Estados Unidos y Europa, mayormente, como grano de cacao (Mincetur, 2024)

Sin embargo, los niveles de productividad de grano están por debajo del promedio nacional (1.0 t $ha^{-1)}$, debido principalmente, a que el cultivo de cacao, se siembra en zonas con una escasa fertilidad edáfica, caracterizadas en su mayoría, por ser fuertemente ácidas, con bajo contenido de materia orgánica y de bases cambiables, a lo que se suma su ubicación mayormente, en zonas con variada pendiente.

Por otro lado, es conocido que, el rendimiento de cacao muestra una inestabilidad en los índices de rendimiento, afectando a muchas familias productoras. Por más que posee una calidad reconocida internacionalmente, el cultivo en muchos casos no resulta rentable por su baja producción y, probablemente una de las causas latentes de esto, es el poco porcentaje de productores que implementan la fertilización adecuadamente.

A pesar de existir en el ámbito regional, diversas instituciones públicas y privadas, dedicadas a promover el cultivo mediante la asistencia técnica, la capacitación y la participación en eventos afines, los productores de cacao, especialmente de la zona de Erika, en el distrito de Boquerón, no cuentan con un paquete tecnológico apropiado que garantice el incremento de sus niveles de productividad, especialmente cuando de trata del componente nutricional, ya que muchos de ellos, desconocen el nivel de fertilidad de su suelo y esporádicamente hacen uso de abonos orgánicos de origen animal o vegetal, pero sin un criterio técnico adecuado para garantizar el incremento de rendimiento de su cultivo.

Por otro lado, si bien es cierto que, a través de la promoción de la producción orgánica, se ha incentivado el uso de biofertilizante sólidos, como el compost de diferentes procedencias, el uso de bioles sigue siendo desconocido por muchos productores de la zona, lo cual podría convertirse en una oferta tecnológica viable para incrementar el nivel de productividad del cacao.

En algunas situaciones en las que hay demanda nutricional y la suplementación del suelo es insuficiente en las cacaoteras, la fertilización foliar complementa el abono del suelo y con ello las demandas nutricionales de los cultivos.

Para Estrada *et al.*, (2011), la fertilización foliar también se ha convertido en un método popular e importante para los productores, ya que aborda los déficits nutricionales de las plantas, fomenta el desarrollo saludable de los cultivos y aumenta el rendimiento y la calidad de los productos. La fertilización foliar no sustituye a la fertilización convencional de los cultivos, sino que es una técnica utilizada para aumentar o satisfacer las necesidades nutricionales de un cultivo que no pueden cubrirse con los fertilizantes convencionales del suelo

Según Rosado (2023), el cacao sometido a fertilización foliar enriquecida con macro y micronutrientes presenta una disminución de la gravedad de la enfermedad de hasta el 24%. La fertilización foliar con roca de silicato enriquecida con macro y micronutrientes reduce la severidad de la enfermedad en el cacao en un 24%. La fertilización foliar, según descubrieron, redujo la gravedad de las infecciones víricas de la vaina negra del cacao y del brote hinchado, respectivamente

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general.

- ¿Cuál será el efecto de la fertilización foliar con tres dosis de humus liquido de lombriz en el rendimiento del cultivo de cacao clon CCN51 en el caserío Erika distrito de Boquerón?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuál será el efecto de la fertilización foliar con las dosis de 1,5, 2,0 y 2,5 % de humus liquido de lombriz en el rendimiento del cultivo de cacao clon CCN 51 en el caserío Erika distrito de Boquerón?

- ¿Será posible identificar una de las tres dosis que genere mayor rendimiento del cultivo de cacao clon CCN 51 en el caserío Erika distrito de Boquerón?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos.

1.3.1. Objetivo general.

- Determinar el efecto de la fertilización foliar con tres dosis de humus liquido de lombriz en el rendimiento del cultivo de cacao clon CCN51 en el caserío Erika distrito de Boquerón.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la fertilización foliar con las dosis de 1,5, 2,0 y 2,5 % de humus liquido de lombriz en el rendimiento del cultivo de cacao clon CCN51 en el caserío Erika distrito de Boquerón

- Identificar una de las tres dosis de humus liquido de lombriz que genere mayor rendimiento del cultivo de cacao clon CCN51 en el caserío Erika distrito de Boquerón

1.4. Hipótesis.

1.4.1. Hipótesis general.

- Si se aplica tres dosis de humus liquido de lombriz como fertilización foliar al cultivo de cacao CCN 51, entonces se incrementará su rendimiento en el caserío Erika, distrito de Boquerón.

1.4.2. Hipótesis específicas.

- Si se aplica la fertilización foliar con las dosis de 1,5, 2,0 y 2,5 % de humus liquido de lombriz, entonces se incrementará el rendimiento del cultivo de cacao CCN 51 en el caserío Erika, distrito de Boquerón

- Al menos una de las tres dosis de humus liquido de lombriz aplicada en forma foliar, generará un mayor rendimiento al cultivo de cacao CCN 51 en el caserío Erika, distrito de Boquerón.

1.5. Operacionalización de variables.

Tabla 1.

Operacionalización de variables.

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Tipo de variable	Escala	Instrumento
Independientes	Aplicación de humus liquido de lombriz al cultivo de cacao	Dosis de humus liquido de lombriz	T1 = testigo T2 = HLL al 1.5 % T3 = HLL al 2.0 % T4 = HLL al 2.5 %	cuantitativa	nominal	Dosis de HLL por bomba de mochila (300, 400 y 500 cc)
Dependientes	Rendimiento	Mazorcas por árbol	Numero	cuantitativa	nominal	Libreta de campo
	Rendimiento	Granos mazorca	Numero	cuantitativa	nominal	Libreta de campo
	Rendimiento	Peso de granos por mazorca	Kg	cuantitativa	nominal	Balanza
	Rendimiento	Longitud mazorca	Cm	cuantitativa	nominal	Wincha
	Rendimiento	Diámetro mazorca	Cm	cuantitativa	nominal	Wincha

Rendimiento	Peso de 100 granos	G	cuantitativa	nominal	balanza
rendimiento	Rend. por ha	t	cuantitativa	nominal	Ecuación

1.5.1. Variables independientes.

Las diferentes dosis de humus liquido de lombriz, a excepción del testigo, se aplicarán en forma foliar en dos etapas, la primera, al inicio del ensayo (etapa de inicio de fructificación), y posteriormente a los 30 días después de la primera aplicación, rociando con ayuda de una bomba de mochila de 20 litros, el contenido del humus liquido de lombriz, sobre el área foliar de cada planta de cacao, en cada unidad experimental. Las aplicaciones cubrieron toda el área foliar de cada árbol de cacao y se aplicó en las primeras horas de la mañana, para evitar los riesgos por las precipitaciones pluviales que puedan afectar el efecto de la fertilización foliar con las diferentes dosis de humus liquido de lombriz.

1.5.2. Variables dependientes.

- **Numero de mazorcas por árbol**: Esta evaluación se realizó al momento de la cosecha después de las aplicaciones foliares de las tres dosis de humus liquido de lombriz, contándose el número de mazorcas de cada uno de los 3 árboles de cacao seleccionados en cada unidad experimental, desde el inicio hasta finalizar el experimento. Al finalizar la evaluación se sumó el número de mazorcas cosechadas por cada unidad experimental.

- **Peso de granos por mazorca:** De los 3 árboles de cacao seleccionados por unidad experimental, se extrajo al azar, 2 mazorcas por planta, y de ellas se separaron los granos frescos, los cuales fueron pesadas con ayuda de una balanza digital. Esta evaluación se realizó conforme se fueron efectuando las pasadas de cosecha de cada unidad experimental.

- **Longitud de mazorca**. Esta evaluación se realizó según la frecuencia de

cosecha en cada unidad experimental, para lo cual fueron elegidos al azar, 2 mazorcas por cada uno de los 3 árboles de cacao y luego, se procedió a medir la longitud de mazorca, con ayuda de una regla graduada.

- **Diámetro de mazorca**. Esta evaluación se hizo según la frecuencia de cosecha en cada unidad experimental, para lo cual fueron seleccionadas al azar, 2 mazorcas por cada uno de los 3 árboles de cacao y, posteriormente se procedió a medir el diámetro ecuatorial de cada mazorca con ayuda de un vernier.

- **Peso de 100 granos**. De los tres árboles elegidos por cada unidad experimental, se seleccionaron al azar, 3 mazorcas de cacao, a las cuales se extrajo 100 granos, los cuales, luego de ser fermentados y secados al ambiente fueron pesados en forma separada, en una balanza digital.

- **Rendimiento de grano por ha.** El rendimiento de grano ha^{-1}, fue calculado considerando la densidad de siembra, el número de mazorcas por árbol, el número de granos por mazorca y el peso de 100 granos, y el resultado fue expresado en kg de grano ha^{-1} por cada unidad experimental

1.6. Justificación e importancia.

En el año 2024, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo MINCETUR (2025), informó que, la producción nacional de cacao en Perú alcanzó un volumen de 180,000 t y que, Ucayali se ha posicionado como la tercera región productora de cacao a nivel nacional, con cerca de 25 mil ha sembradas y una producción total de 2.904 t de grano (Agraria.pe)

Como se aprecia en el párrafo anterior, los niveles de productividad del cultivo no son muy alentadores con relación a lo que registran otras regiones como Junín y San Martin, probablemente por la influencia de varios factores entre los que se considera el tipo de suelo, su composición físico-química, los factores ambientales, especialmente la temperatura y la precipitación pluvial y los aspectos tecnológicos

de manejo del cultivo, entre los que destaca el requerimiento nutricional y el aporte de la fertilización.

La fertilización sea convencional u orgánica es crucial para el cultivo del cacao, ya que asegura un suministro adecuado de nutrientes esenciales para el crecimiento, desarrollo y producción, por lo que, un manejo adecuado de la fertilización incide en la calidad y cantidad de la cosecha, incrementando el número de mazorcas y el peso de los granos por mazorca.

En resumen, la fertilización es una práctica muy importante para el cultivo del cacao, ya que contribuye al crecimiento sano de las plantas, mejora el rendimiento y la calidad del grano, y ayuda a mantener la salud del suelo. Un manejo adecuado de la fertilización puede marcar una enorme diferencia en la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo de cacao.

CAPITULO II.
MARCO TEORICO.

2.1. Antecedentes de la investigación.

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Vera (2024), estableció un ensayo en la provincia de Guayas (Ecuador), con la finalidad de evaluar el efecto de la poda y fertilización orgánica y convencional en un cultivo ya establecido, mediante la aplicación de tres tipos de fertilizantes y tres porcentajes de poda. Las variables evaluadas fueron número de mazorcas, peso de 100 granos, rendimiento y análisis beneficio costo. Los resultados indicaron que, el mayor porcentaje de poda al 40% en combinación con el manejo de fertilización influyó en el desarrollo de frutos de cacao generando entre 10 a 13 frutos por planta. Además, el rendimiento generado fue alto con 1281,00 kg/ha promedio.

Por su parte, Santelices (2023), ejecutó un ensayo en la provincia de Guayas (Ecuador), con el propósito de evaluar en etapa de vivero, el efecto de la aplicación de gallinaza en diferentes fechas y dosis en el cultivo de cacao. Se utilizó una distribución completamente al azar, compuesto de 4 tratamientos bajo 6 repeticiones y se analizaron variables agronómicas y productivas, en las que se encontró el mejor resultado con el tratamiento T4 (Gallinaza 4 kg/ha). Por otro lado, en longitud del sistema radicular, destacó el tratamiento: T4 (Gallinaza 4 kg/ha) con 27,38 cm; seguido por el T3 (Gallinaza 3 kg/ha) con 26,34 cm. El tratamiento de menor promedio fue: T1 (Gallinaza 1 kg/ha) con 24,63 cm. Al final de esta investigación se concluyó que el uso de gallinaza correspondiente al tratamiento 4, en dosis de 4 kg/ha, si incrementó la producción de plántulas de cacao en vivero.

A su vez, Alvarado (2022) desarrolló un trabajo en la provincia de Guayas (Ecuador), para evaluar el efecto del estiércol seco de vacuno bajo diferentes dosis en el cultivo de cacao. Los tratamientos fueron: T1: Estiércol vacuno (20 kg), T2: Estiércol vacuno (30 kg), T3: Estiércol vacuno (40 kg) y T4: Testigo. Los resultados

manifestaron que existió significancia entre los tratamientos estudiados, considerándose al tratamiento 4 comprendido por Estiércol vacuno (40 kg) con el promedio más alto sobre las variables estudiadas. Generó 13 mazorcas en promedio con 19,03 cm de diámetro. El peso de 100 semillas fue 141,18 g y por ende el valor del rendimiento fue mayor con 1193,18 kg ha^{-1}

De igual modo, Ballesteros *et al*., (2022), ejecutó un ensayo en Nariño (Colombia), durante dos años con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización orgánica y mineral sobre el rendimiento de clones de cacao en un sistema agroforestal. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con distribución de tratamientos en parcelas divididas, siendo la parcela principal los clones de cacao (CCL1, CCL2 y CCN51) y las subparcelas los diferentes regímenes de fertilización (fertilización química, abonamiento orgánico y una mezcla de fertilizante químico y abono orgánico) más un testigo sin fertilización. Los resultados indican que, el clon CCL2 bajo fertilización química presentó los más altos rendimientos, los cuales fueron superiores al promedio regional (1,5 vs. 0,3 ton, respectivamente).

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Rivera (2025), evaluó las características físico-químicas del suelo en dos parcelas representativas de cacao (Santa Martha y Los Cedros), ubicadas en el sector Bolsón Cuchara (Huánuco), y su relación con los microorganismos. Los resultados demostraron que, los suelos de las parcelas son franco arcillosos. La densidad aparente varió de 1.35 g/cc (Los Cedros) a 1.49 g/cc (Santa Martha). La resistencia a la penetración fue mayor en Santa Martha (2.55 kg/cm^2) que en Los Cedros (1.50 kg/cm^2). La temperatura fue de 28 °C en ambas parcelas. El pH fue fuertemente ácido (< 5.5). La materia orgánica fue media, fósforo y potasio son muy bajos, y CIC bajo. El recuento de microorganismos fue mayor en Santa Martha. Se identificaron las mismas especies de hongos con mayor presencia en Santa Martha, excepto *Fusarium sp*. y la bacteria *Klebsiella*, que fueron más abundantes en Los Cedros, posiblemente debido a su fisiografía de terraza baja e inundable

Por su parte, Arango (2022), realizó un ensayo en Las Lomas (Piura), evaluando el efecto de 14 tratamientos, basados en biochar, fertilización convencional, levaduras y Humisil, sobre los índices del rendimiento y la cosecha real del campo, luego se determinó el grado de correlación entre el índice de cosecha y la cosecha real. Asimismo, se evaluó el aumento del rendimiento con el fin de comparar si la aplicación de biochar y fertilización y/o biofertilización en conjunto expresa un resultado mejor a la aplicación de estos insumos de forma individual. Los resultados mostraron una correlación del 85 % entre el índice de cosecha y la cosecha real. Además, la aplicación del biochar junto a la fertilización evidenció un mayor incremento que los tratamientos con solo biochar, pero la fertilización convencional fue similar, no obstante, no hubo diferencias significativas entre tratamientos debido a la variabilidad del campo y el pH, la sombra y el pendiente fue influyente en el rendimiento.

A su vez, Flores (2022), desarrolló un estudio en el sector Palo Blanco (Piura), para evaluar el efecto de la aplicación de un plan integral de fertilización y enmiendas orgánicas sobre la disminución en la absorción de cadmio (Cd) en el suelo y foliar y la influencia en los indicadores del rendimiento del cultivo de cacao en suelos con altos contenidos de cadmio y bajos niveles de fertilidad. Para ello se aplicaron 9 tratamientos incluyendo al testigo con 3 repeticiones, en un diseño de BCA. Las enmiendas y fertilizantes en diferentes combinaciones fueron las siguientes: Biochar, leonardita, Sulpomag, Yaramila complex, Yaraliva Nitrabor, Fértil orgánico, Boromin y Zintrac 700. Como resultado, el tratamiento T8 presentó un mayor porcentaje de disminución de Cd de 44.7% respecto a los demás tratamientos. La concentración inicial de Cd foliar de 1.637 ppm, se redujo a 1.171 ppm. Respecto al rendimiento, el mejor tratamiento fue el T8, para lograr 1 kg de almendra seca antes de la aplicación, se necesitaron 28 mazorcas y luego de la aplicación 18 mazorcas, el peso promedio por mazorca, peso seco de almendra/mazorca, peso de 100 semillas frescas y número de semillas promedio/mazorcas fueron de: 508.9 g, 56 g, 279 g y 37 semillas respectivamente. Rivera (2025), evaluó las características físico-químicas del suelo en dos parcelas representativas de cacao (Santa Martha y Los Cedros), ubicadas en el sector Bolsón Cuchara (Huánuco), y su relación con los microorganismos. Los resultados demostraron que, los suelos de las parcelas son franco arcillosos.

2.1.3. Antecedentes locales.

Rivera (2024), desarrolló un ensayo en el caserío Selva Turística, distrito de Padre Abad, provincia de Padre Abad, con el propósito de evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilización química en base al fertirriego en el cultivo de cacao CCN51 de 7 años de edad. Los tratamientos fueron aplicaciones completas de fertilización química al 75, 100 y 125%, frente a un testigo sin fertilización, bajo un diseño BCA con 4 repeticiones. Las variables evaluadas en seis oportunidades durante los tres meses que duró la cosecha determinaron la superioridad de la aplicación química al 100% con 2.026 t ha^{-1}, mientras que los tratamientos con 125 y 75 % de fertilización química registraron 1.920 y 1.330 t ha^{-1} cada uno y superiores al testigo, con 0.959 t ha^{-1}. De igual forma, los tratamientos con la aplicación al 100 y 125% de fertilización química destacaron en las variables número de mazorcas por planta (39 y 40), longitud (22.4 y 22.5 cm) y diámetro de mazorca (7.89 y 7.76 cm), número de granos por mazorca (37 y 38) y peso total de granos por mazorca 37.26 y 37.13 g.

Por su parte, Oroche (2021), realizó un experimento en el caserío El Milagro (Padre Abad), para evaluar el efecto de la fertilización edáfica y la fertiirrigación por goteo sobre las variables de rendimiento del cacao, bajo un diseño BCA con tres tratamientos: T1 = fertirriego por goteo, T2 =fertilización edáfica y T3 = testigo sin aplicación. Los resultados expresan que, la técnica de fertirriego por goteo respondió mejor en el número de mazorcas por planta (35), longitud y diámetro de mazorca (22.10 y 7.16 cm), número de granos por mazorca (36.5) y peso de100 granos secos (155 g) en comparación la fertilización edáfica y el testigo sin aplicación. En relación al rendimiento de grano por ha, el tratamiento fertirriego por goteo registró el mejor valor con 2.55 t ha^{-1}, siendo superior a la fertilización edáfica con 1.32 t ha^{-1} y el testigo sin aplicar que logró 0.74 t ha^{-1}.

A su vez, Nelino (2020), evaluó el efecto de la fertilización orgánica y convencional en una plantación de cacao CCN-51 en el rendimiento y calidad del suelo, Nuevo Progreso-Padre Abad, bajo un diseño BCA con cuatro tratamientos: T1 (testigo absoluto), T2 (compost), T3 (NPK) y T4 (compost + NPK) y cuatro repeticiones; evaluándose la producción (índice de mazorca y rendimiento),

propiedades físicas del suelo (densidad aparente (Dap) y resistencia a la penetración (Rp), y propiedades químicas (pH, materia orgánica MO, P, K, Ca, Mg, capacidad de intercambio de cationes CIC, Al, Bases cambiables BC y saturación de aluminio SAl). Los resultados, muestran diferencias significativas entre los tratamientos para los indicadores índice de mazorca (variable producción), pH, MO, P, CICe y Al (variable calidad del suelo); además, los tratamientos T2 (compost) presenta las medias más alta en los indicadores Dap10, Dap20, Ca y el rendimiento; el T3 (NPK) en los indicadores MO, P, K y el índice de mazorcas y el T4 (compost + NPK) en el pH, Mg y Bases cambiables BC.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Origen de la especie.

Su origen se encuentra en Sud América en la cuenca alta del Amazonas, que comprende Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil. El cultivo se dio en tiempos precolombinos desde México hasta Costa Rica (León, 2000)

2.2.2. Clasificación taxonómica.

Marca, (2018) señala que el cacao pertenece a:
Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Malvales
Familia: Malvaceae
Subfamilia: Byttnerioideae
Género y Especie: *Theobroma cacao* L**.**

2.2.3. Descripción botánica.

- **Raíz.** La planta posee un sistema radicular compuesto por una raíz principal pivotante, a partir de la raíz principal nacen las numerosas

raíces secundarias, encargadas de la absorción de nutrientes (Estrada *et al*., 2011).

- **El tallo.** Las plantas que provienen de semillas, desarrollan un tallo principal de crecimiento vertical que alcanza de 1 a 2 m de altura a la edad de 12 a 18 meses. A partir de ese momento la yema apical detiene su crecimiento y del mismo nivel emergen de 3 a 5 ramas laterales, denominas verticilo u horqueta. (Estrada, *et al.,* 2011).

- **La hoja.** Las hojas son de color verde, de lámina simple, entera de forma que va desde lanceolada o casi ovaladas, con una nervadura pinnada y ambas superficies glabras. En las ramas las hojas se encuentran posicionadas en dos filas una a cada lado de la rama, son grandes alternas y colgantes elípticas u oblongas de 20 a 35 cm de largo por 4 a 15 cm de ancho. (Estrada, *et al.,* 2011).

- **La flor.** La flor del cacao es hermafrodita, sus flores son pequeñas y se concentran en un cojinete floral sobre el tejido maduro mayor de un año del tronco y de las ramas, alrededor en los sitios donde antes hubo hojas, se abren durante las tardes y pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente. La polinización es entomófila por una mosquita del género Forcipomya. (Rincón, 2017).

- **El fruto.** Es una mazorca que contiene de 20 a 50 almendras unidas a un eje central llamada placenta. Las almendras están cubiertas por una pulpa acida azucarada llamada arilo o mucilago, la fructificación comienza a los 3 a 5 años de edad. (Honorio, 2014).

- **Las semillas.** Son de color café a rojizas, ovadas, ligeramente comprimidas de 20 a 50 milímetros de largo y de ancho de 7 y 12 milímetros de grosor de sabor amargo. Están recubiertas por una pulpa mucilaginosa de color blanco y sabor dulce y acidulado. (Dostert *et al*., 2011).

2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos.

- **Temperatura.** El rango de temperatura promedio anual va de 23 a 30° C, siendo el óptimo de 25 °C. (ICT, 2004).

- **Altitud.** Se cultiva casi desde los 0 hasta los 1,200 msnm, siendo el óptimo de 500 a 800 msnm. (ICT, 2004).

- **Precipitación.** La precipitación pluvial mínima y máxima manejable es 1,400 y 3,000 mm, respectivamente y óptima de 1,500 a 2,500 mm bien distribuidos a lo largo del ciclo. Presenta baja tolerancia al déficit de agua y en los meses con menos de 100 mm se genera déficit hídrico lo que afecta la floración y el brote de hojas. (ICT, 2004).

- **Viento.** El cultivo del cacao requiere estar libre de vientos fuertes persistentes a lo largo del ciclo productivo, prevenir con árboles forestales como cortina rompe viento. (ICT, 2004).

- **Luminosidad.** Varía dependiendo del ciclo fenológico en el que se encuentre, siendo del 40 al 50% para la plantación en crecimiento (menor de 4 años) y del 60 al 75% para el cultivo en producción (mayor de 4 años). (ICT, 2004).

- **Suelo.** La selección de un suelo apropiado es fundamental para obtener cultivos de cacao de alta productividad. La mejor textura corresponde a suelos francos a franco-arcillosos. El pH debe estar en el rango de 6.0 a 7.5 en la capa superficial, sin ser excesivamente ácido o alcalino, hasta una profundidad de 1 m. Además, el suelo debe tener materia orgánica que aumente la habilidad del suelo para retener nutrientes y disminuir la compactación, entre otros beneficios. (ICT, 2004).

2.2.5. Fertilización foliar del cacao.

Según Oblitas, (2015), el cacao es un cultivo de elevada exigencia nutricional para la formación de la estructura de la planta. Las necesidades de fertilizantes son menores en las plantaciones con adecuada sombra, en comparación con plantas de cacao con sombra mínima o nula. Los elementos más importantes considerados en la fertilización son el N, seguido por el K y en tercer lugar el P.

Por otro lado, Rosado (2023), señala que, aumentar y mantener el contenido de materia orgánica en las plantaciones de cacao es un gran enfoque que mejora la fertilidad, por lo cual, se debe usar métodos de cultivo que minimicen la erosión del suelo, como mantener el suelo cubierto. Además, sugiere utilizar técnicas de gestión que reduzcan la pérdida de N, a la vez que mantienen o mejoran el equilibrio del suelo. Para optimizar las ventajas y reducir las pérdidas, deben administrarse fertilizantes inorgánicos u orgánicos apropiados de acuerdo con la interpretación de los resultados del análisis de suelo.

Según Pérez (2019), la mayoría de los suelos cacaoteros presentan bajos niveles de MO, N, S, Zn y B, lo que unido a una fertilización insuficiente y a la falta de riego dificulta el incremento del rendimiento y la rentabilidad del cultivo. Esto es especialmente cierto si se tiene en cuenta que el 83% de las precipitaciones pluviales tienen un régimen de distribución muy irregular, lo que significa que el cacao experimenta un déficit hídrico durante la mayor parte del año.

Si el suelo no presenta las características adecuadas producirá una carencia nutricional, si el contenido de humedad del suelo es insuficiente para que los nutrientes lleguen a las raíces y posteriormente a la planta. Dado que los nutrientes son necesarios para los procesos de fotosíntesis, respiración y síntesis de fitohormonas que intervienen en el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, la privación de nutrientes provoca problemas fisiológicos que repercuten.

- **Humus liquido de lombriz**

También conocido como té de vermicompost, como su nombre indica, es obtenido a partir de la extracción de los compuestos orgánicos e inorgánicos del humus sólido de lombriz o vermicompost. Este último se ha descrito como un excelente enmendador de suelos y agente de biocontrol; asimismo, es considerado uno de los mejores fertilizantes orgánicos y más eco-amigable en comparación con los fertilizantes químicos (Joshi *et al*., 2015).

Es un proceso en el cual la materia orgánica (MO) es degradada a su último estado de descomposición, el cual se da por medio de microorganismos en el cual la lombriz excretará un 60% para abono orgánico y un valor del 40 % será asimilado y se convertirá en biomasa de lombriz. (Conde *et al*., 2017).

En cuanto a su contenido nutricional es rico en elementos nutritivos, aunque su mayoría se encuentran en forma orgánica. Además de aportar macronutrientes como N (23%), K (1,85-2,25%) y P (1,55-2,25%), es una fuente de micronutrientes, e incluye microorganismos beneficiosos para el suelo, así como enzimas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas. Es, por tanto, considerado un eficiente suplemento orgánico para suelo y cultivos hortícolas en contenedor con sustrato. (López, *et al*., 2014)

Tabla 2.

Características físico-químicas del humus de lombriz.

Concepto	**Valor**
pH	6.8 – 7.2
Humedad	30 – 40%
Materia Orgánica (%)	25 – 40
Ca CO_3 (%)	8.0 – 14.0
Cenizas (%)	27.9 – 67.7
Carbono Orgánico (%)	8.7 – 38.8
Nitrógeno total (%)	1.56
P_2O_5 total (%)	1.47
K_2O total (%)	2.14
CIC (meq/100g de humus)	150 – 300

Ácidos Húmicos/Ácidos fúlvicos.	1.43 – 2.06
Ca Total (%)	2.8 – 8.7
Mg Total (%)	0.2 – 0.5
Mn Total (ppm)	260 – 576
Cu Total (ppm)	85 – 490
Zn Total (ppm)	87 – 404
Relación C/N	9 - 13
Flora Microbiana	20 a 50 millones/g

2.3. Definiciones conceptuales.

- **Suelo.**

Los suelos de la selva peruana son principalmente ácidos, de baja fertilidad natural y se caracterizan por su profundidad, resultado de la alta precipitación y la lixiviación química. Predominan los suelos rojizos y amarillentos (acrisoles) en la selva baja, mientras que en las áreas de colinas se encuentran suelos más superficiales, rocosos y con mayores pendientes. Sin embargo, existen importantes excepciones como los suelos aluviales que existen a lo largo de los ríos, que son temporalmente inundables, pero más fértiles, y las tierras hidromórficas, que son parches de suelo negro artificialmente enriquecidos por antiguas civilizaciones.

- **Fertilización agrícola.**

La fertilización agrícola es el proceso de añadir nutrientes al suelo para mejorar el crecimiento y la producción de los cultivos, utilizando sustancias orgánicas o inorgánicas que aportan elementos esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. Una fertilización adecuada permite corregir deficiencias del suelo, aumentar la productividad, fortalecer la resistencia de las plantas y mejorar la calidad de la cosecha. Para optimizar sus beneficios y minimizar riesgos como la erosión o la contaminación, es fundamental basar la aplicación en análisis de suelo y necesidades específicas del cultivo.

Este proceso es importante porque permite agregar nutrientes al suelo o directamente a las plantas para mejorar su crecimiento y rendimiento, asegurando cosechas de alta calidad y minimizando el impacto ambiental. Implica la aplicación de fertilizantes, ya sean orgánicos o inorgánicos, para complementar los nutrientes naturales del suelo y satisfacer las necesidades de los cultivos.

- **Humus liquido de lombriz.**

El humus de lombriz líquido es un fertilizante orgánico que se obtiene de los lixiviados (líquido) de las lombrices, conocido también como vermicompost líquido. Es un producto de acción rápida y prolongada que mejora la fertilidad del suelo, promueve el crecimiento de las plantas, fortalece las raíces, aumenta la producción de clorofila y ayuda a retener la humedad. Se utiliza para la nutrición foliar o de riego, siendo muy fácil de aplicar y absorber por las plantas.

El humus líquido de lombriz es un fertilizante orgánico líquido producido a partir del proceso de descomposición de residuos orgánicos por microorganismos y lombrices. Este producto natural es rico en nutrientes esenciales para las plantas y mejora la fertilidad del suelo.

- **Lombricultura.**

La lombricultura es una técnica que utiliza lombrices para reciclar desechos orgánicos, transformándolos en un valioso fertilizante orgánico llamado humus de lombriz. Este abono mejora la estructura del suelo, aumenta la retención de agua, aporta nutrientes y favorece la salud de las plantas al hacerlas más resistentes a plagas y enfermedades. El proceso básico implica criar lombrices, principalmente de la especie *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana), en condiciones controladas para que procesen residuos vegetales y animales .

La lombricultura o vermicultura consiste en una serie de operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices detritívoras y el tratamiento, por

medio de ellas, de residuos biológicos orgánicos para su reciclaje en forma de abono denominado humus de lombriz, lombrihumus o lombricompost.

- **Rendimiento agrícola.**

El rendimiento agrícola se refiere a la cantidad de producción obtenida por unidad de superficie de tierra cultivada. Se mide como la cantidad de un cultivo (o producto animal como leche o carne) producido por hectárea. Factores como el clima, la fertilidad del suelo, las plagas, las enfermedades y las técnicas agrícolas impactan en el rendimiento.

- **Clon de cacao CCN 51.**

Este clon es el resultado del cruce de los clones ICS 95 y el IMC 67 en 1965 en la zona de Naranjal-Ecuador Se considera una variedad de alto rendimiento y gran adaptabilidad, apreciada por su productividad y resistencia a enfermedades como la moniliasis, aunque su desempeño puede verse afectado por la alta humedad. Creado por Homero Castro Zurita, se ha convertido en uno de los clones más utilizados en Sudamérica y se ha comprobado su potencial para generar altos rendimientos, incluso en suelos de baja fertilidad (Rosas *et al*., 2025)

El clon Colección Castro Naranjal (CCN-51) corresponde a la variedad forastero es un híbrido creado a partir del IMC 67 y el ICS 95 por el productor Homero Castro Zurita, en la finca “Naranjal”, en la región de Guayas, Ecuador; se cultiva abundantemente en diferentes países productores de cacao, por su autocompatibilidad en la fecundación floral, alto rendimiento, adaptabilidad a diferentes ambientes y tolerancia a enfermedades (Rosas *et al*., 2025)

CAPÍTULO III.
METODOLOGÍA.

3.1. Método de investigación.

El método de investigación que se aplicó en el ensayo fue el científico, que permitió manipular las variables independientes basadas en la fertilización orgánica para determinar su efecto en las variables de rendimiento del cultivo de cacao

3.2. Tipo y nivel de investigación.

El tipo de investigación fue cuantitativo y el nivel de investigación fue experimental, comparativo y observacional, con la finalidad de probar la veracidad de la hipótesis planteada mediante protocolos previamente establecidos en el proyecto de tesis.

3.2.1. Población y muestra.

La población estuvo compuesta de 1111 plantas que tiene la parcela establecida de 1 ha de cacao clon CCN51, de 10 años de edad, mientras que, la muestra fue representada por 48 plantas de cacao CCN51 de 10 años de edad, que se derivan de las 3 plantas netas por cada una de las 16 unidades experimentales

3.3. Componentes en estudio.

Los componentes en estudio fueron tomados en cuenta partiendo de la identificación del problema, luego se plantearon los objetivos e hipótesis para luego desarrollar la metodología, considerando las variables independientes y dependientes, el modelo estadístico, la evaluación y el procedimiento de la investigación, para culminar en los resultados y su discusión, las conclusiones y las recomendaciones y, por último, la bibliografía citada.

3.4. Tratamientos en estudio.

Variables independientes

Las variables independientes fueron las dosis de HLL que se aprecian en la Tabla 3.

Tabla 3.

Características de los tratamientos en estudio.

N°	Tratamientos	Cantidad de producto por ha (l)	Dosis por bomba 20 litros (cc)	Cantidad de producto por planta (cc)
T1	Testigo sin aplicación	0	0	0
T2	Humus liquido de lombriz al 1.5 %	280	300	250
T3	Humus liquido de lombriz al 2.0 %	280	400	250
T4	Humus liquido de lombriz al 2.5 %	280	500	250

Variables dependientes:

Numero de mazorcas por planta
Numero de granos por mazorca
Peso de granos por mazorca
Longitud de mazorca
Diámetro de mazorca
Peso de 100 granos
Rendimiento de grano por ha

3.5. Diseño experimental.

El diseño experimental empleado en el ensayo fue de Bloques completos al azar DBCA con 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, haciendo un total

de 16 unidades experimentales. Cuando existió diferencias significativas entre tratamientos en cada variable evaluada, se usó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 0.05 % nivel de significación.

Modelo aditivo lineal

$$Yijk = U + Ti + Bj + Eijk$$

Donde:

Yijk = Cualquier observación en estudio.
U = Media general.
Ti = Efecto del i - ésimo tratamiento en estudio
Bj = Efecto de la j-ésima repetición
Eijk = Error residual

Tabla 4.

Esquema del análisis de variancia (ANVA)

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	4 – 1 = 3
Tratamientos	4 – 1 = 3
Error	(4-1) (4-1) = 9
Total	(4) (4) – 1 = 15

Fuente elaboración propia

Características del campo experimental

Dimensiones del área total:

Largo: 60.0 m

Ancho: 40.0 m

Área total: 2400.0 m^2

Número total de plantas: 176 plantas

De las repeticiones:

Numero de repeticiones: 4 repeticiones

Largo: 60.0 m

Ancho: 10.0 m

Área total: 600.0 m^2

De la unidad experimental:

Número de unidades experimentales:16 unidades experimentales

Largo: 15.0 m

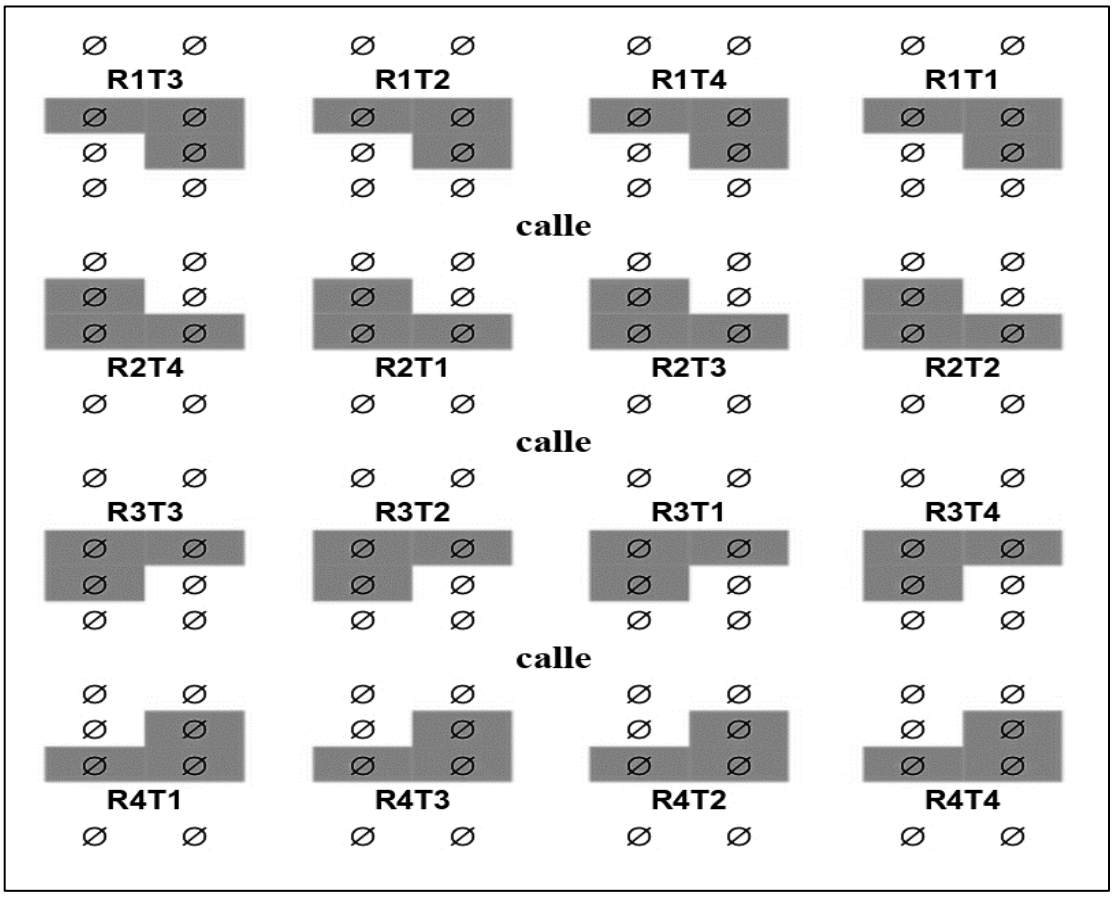
Ancho: 10.0 m

Área total: 150.0 m^2

Número de plantas por unidad experimental: 6 plantas

Figura 1.

Distribución experimental.



3.6. Ejecución del experimento.

3.6.1. Ubicación y duración del estudio.

El ensayo fue ejecutado en una parcela de cacao CCN51 de 10 años de edad, de propiedad del productor Pedro Julcahuanca Morocho, ubicada en el caserío Erika, distrito de Boquerón y se ubica en las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud. 9°04′26″Sur
Longitud: 75°41′14″Oeste
Altitud: 491 metros sobre el nivel del mar

Figura 2.

Imagen satelital de la parcela de investigación (Google eart).



3.6.2. Condiciones ambientales.

La zona estudiada se clasifica como bosque tropical, casi siempre verde estacional, se caracteriza por ser cálido, húmedo y lluvioso, temperatura media anual de 26,9°C con muy poca variación; humedad relativa: 75% y una precipitación anual promedio de 3520 mm (Aybar *et al*, 2017).

Con relación al suelo experimental, la muestra extraída en los primeros 20 cm de profundidad, presenta una textura franca, pH fuertemente ácido (4.5), bajo contenido de materia orgánica (2.4 %) y N total (1.1 mg/g), así como de bases cambiables (2.12 cmol/kg de suelo) y una alta saturación de Al (67.48 %), según reporta el Informe de ensayo N° 090140-24/SU/LABSAF-Pucallpa

3.6.3. Proceso experimental.

Material vegetal:
Plantas de cacao CCN51 de 10 años
Humus liquido de lombriz
Herramientas:
Machetes
Palas
Rastrillo
Materiales de campo:
Bolsas plásticas
Cordel de hilo
Rafia de colores
Letreros de identificación
Libreta de campo
Lápices
Papel bond
Equipos:
Bomba de mochila manual de 20 litros
Balanza tipo reloj
Laptop e impresora
USB de 16 Gb

3.6.4. Variables evaluadas.

Variables independientes

Las diferentes dosis de humus liquido de lombriz, a excepción del testigo, se

aplicaron en forma foliar en dos etapas, la primera, al inicio del ensayo (etapa de inicio de fructificación), y posteriormente a los 30 días después de la primera aplicación, rociando con ayuda de una bomba de mochila de 20 litros, el contenido del humus liquido de lombriz, sobre el área foliar de cada planta de cacao, en cada unidad experimental. Las aplicaciones foliares se realizaron en las primeras horas del día y cubrieron toda el área foliar de cada planta.

Variables dependientes

- **Numero de mazorcas por planta**: Esta evaluación se realizó al momento de la cosecha y en forma posterior a las aplicaciones foliares de las tres dosis de biol, contándose el número de mazorcas de cada una de las 3 plantas seleccionadas de cada unidad experimental, desde el inicio hasta finalizar el experimento.

- **Numero de granos por mazorca:** De las 3 plantas seleccionadas en cada unidad experimental, se extrajo al azar, 2 mazorcas por planta, a las cuales se les contó el número de granos por mazorca y el dato se registró en la libreta de campo.

- **Peso de granos por mazorca:** De las 3 plantas seleccionadas en cada unidad experimental, se extrajo al azar, 2 mazorcas por planta, las cuales fueron pesadas una por una por el número de granos con ayuda de una balanza analítica del Laboratorio de Suelos de la Filial Aguaytía.

- **Longitud de mazorca**. Esta evaluación se realizó al momento de la cosecha en cada unidad experimental, para lo cual se seleccionó al azar 2 mazorcas por cada una de las 3 plantas netas y luego se procedió a medir la longitud de mazorca, con ayuda de una regla graduada.

- **Diámetro de mazorca**. Esta evaluación se realizó seleccionando al azar 2 mazorcas por cada una de las 3 plantas netas de cada unidad experimental y luego se procedió a medir el diámetro de mazorca con ayuda de un vernier.

- **Peso de 100 granos**. De las 3 plantas netas de cada unidad experimental, se seleccionó 3 mazorcas, a las cuales se extrajo 100 granos, y luego de ser fermentados y secados al ambiente fueron pesados en una balanza analítica del Laboratorio de Suelos de la Filial Aguaytía

- **Rendimiento de grano por ha**: La evaluación de rendimiento de grano seco por ha se estimó en función de una ecuación, tomando en cuenta el número de plantas por ha, el número de mazorcas por planta, el número de granos por mazorca y el peso de 100 granos, y el resultado se expresó en kg de grano ha^{-1}.

CAPÍTULO IV.
RESULTADOS.

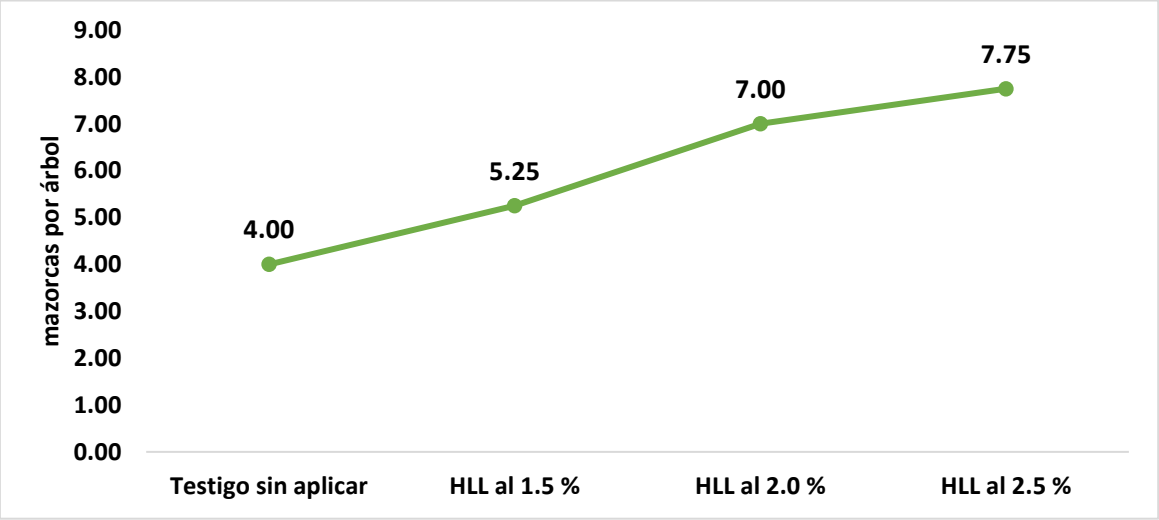
4.1. Número de mazorcas por árbol.

Al efectuar el análisis de variancia de la variable número de mazorcas por árbol, se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos probados, con una suma de cuadrados de 34.50, un cuadrado medio de 11.50, una F calculada de 9.41 y un p (valor)r de 0.003, además, su coeficiente de variabilidad fue igual a 18.42 %, siendo aceptable para ensayos similares de campo que no superen el 30 % (Calzada, 1970)

En este sentido, la prueba de comparaciones múltiples de Duncan ($p<0.05$), destaca la superioridad del tratamiento donde se aplicó el humus liquido de lombriz a la dosis de 2.5 %, con un promedio de 7.75 mazorcas por árbol, sin mostrar diferencias significativas con el tratamiento donde se aplicó humus liquido de lombriz al 2.0 %, con 7.0 mazorcas por árbol, pero en ambos casos fueron superiores a la aplicación de humus liquido de lombriz al 1.5 % y al testigo, quienes registraron 5.2 y 4.0 mazorcas por árbol, respectivamente.

Figura 3.

Número de mazorcas por árbol por tratamiento.



Nota: Se destaca la superioridad de la mayor concentración de HLL

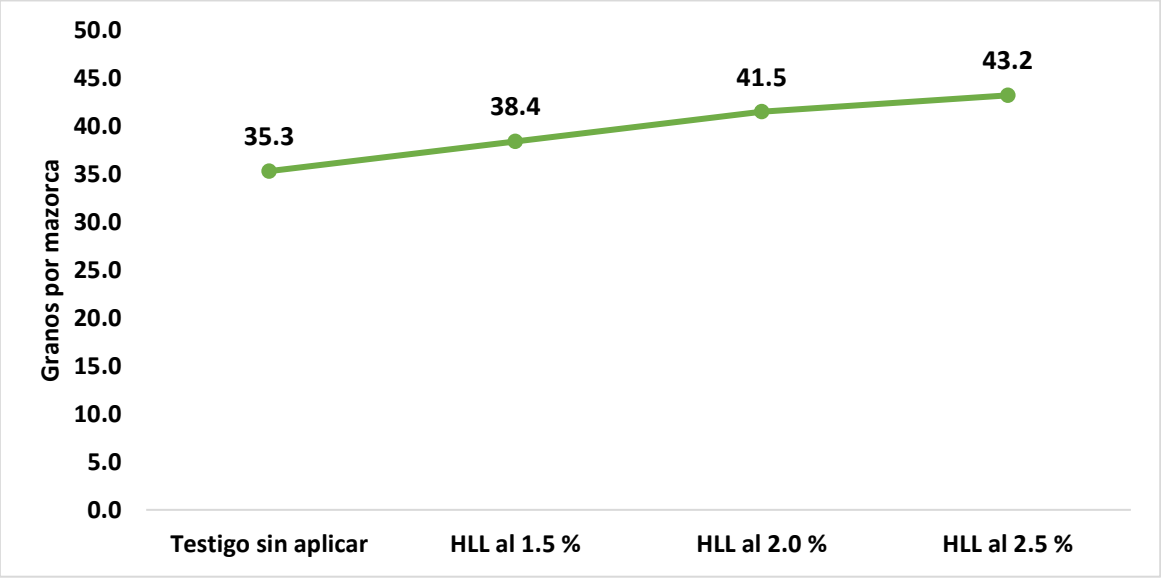
4.2. Número de granos por mazorca.

Efectuado el análisis de variancia de la variable número de granos por mazorca, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre las concentraciones de humus liquido de lombriz en comparación con el testigo sin aplicación, con una suma de cuadrados de 38.76, un cuadrado medio de 12.92, un F calculado de 10.67 y un p (valor) de 0.004 (altamente significativo), así como un coeficiente de variabilidad igual a 12.67 %, siendo aceptable para ensayos similares de campo que no superen el 30 % (Calzada, 1970)

Por otro lado, al desarrollar la prueba de medias de Duncan ($p<0.05$), se aprecia una superioridad estadística, cuando se aplicó humus liquido de lombriz a la concentración del 2.5 %, con 43.2 granos por mazorca, sin mostrar diferencias estadísticas al aplicarse el tratamiento humus liquido de lombriz al 2.0 % con 41.5 granos por mazorca, pero se muestran superiores a la aplicación de humus liquido de lombriz al 1.5 % y el testigo, registraron, sucesivamente, promedios de 38.4 y 35.3 granos por mazorca.

Figura 4.

Número de granos por mazorca por tratamiento.



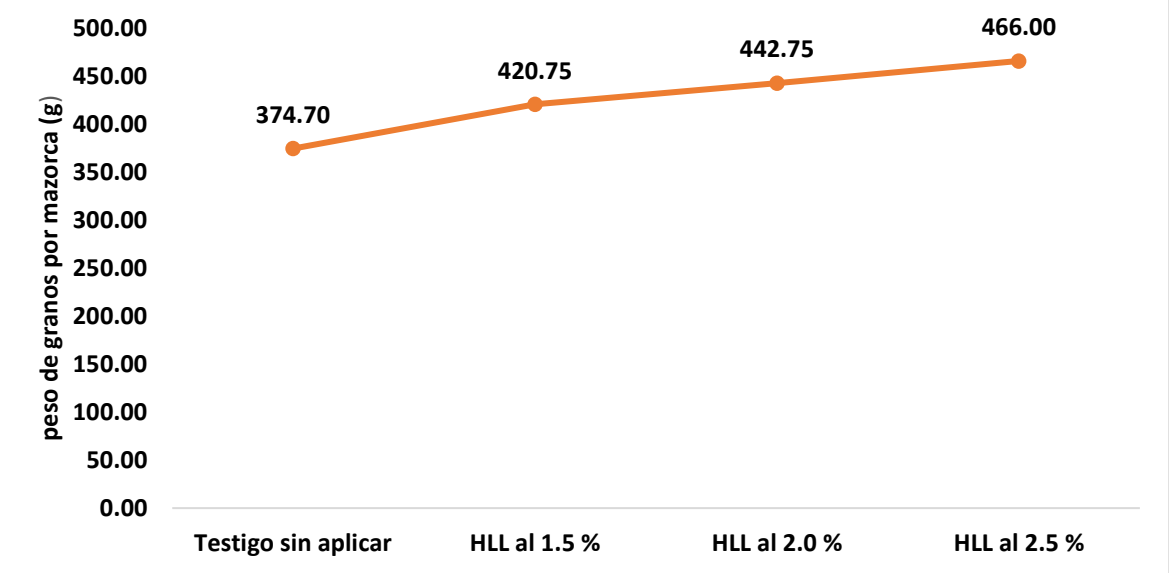
Nota: Se destaca la superioridad de la mayor concentración de HLL

4.3. Peso de granos por mazorca.

Desarrollado el análisis de variancia para el peso de granos por mazorca se llegó a determinar la existencia de diferencias altamente significativas entre tratamientos, con una suma de cuadrado de 181138.68, un cuadrado medio de 6460.22, un F calculado de 12.36 y un p (valor) de 0.001, considerado altamente significativo, además de un coeficiente de variabilidad de 5.19 %, siendo aceptable para ensayos similares de campo que no superen el 30 % (Calzada, 1970)

Figura 5.

Peso de granos por mazorca por tratamiento



Nota: Se aprecia la superioridad de las mayores concentraciones de HLL

Por otro lado, al analizar la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p<0.05$), para esta variable, observamos que las aplicaciones de humus liquido de lombriz al 2.5% y 2.0%, lograron los mejores promedios, con 466.0 y 442.7 g de peso de granos por mazorca, sin mostrar diferencias estadísticas entre ellos, pero superiores al tratamiento donde aplicó humus liquido de lombriz al 1.5% quien registró un promedio de 420.75 g, mientras el testigo sin aplicación obtuvo 374.75 g en el peso de granos por mazorca.

Tabla 5.

Resultados de los principales indicadores de rendimiento.

N°	Tratamientos	Número de mazorcas por árbol	Numero de granos por mazorca	Peso de granos por mazorca (g)
1	Testigo sin aplicar	4.00 c	35.3 c	374.7 c
2	HLL al 1.5 %	5.25 b	38.4 b	420.75 b
3	HLL al 2.0 %	7.00 a	41.5 a	442.75 a
4	HLL al 2.5 %	7.75 a	43.2 a	466.00 a

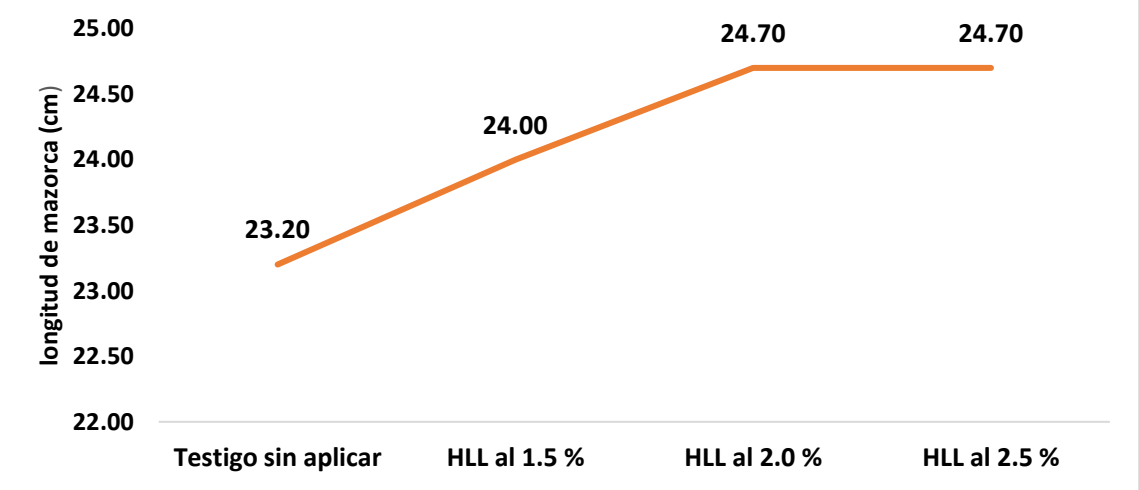
(*) letras iguales en la columna significan que no hay diferencias entre tratamientos

4.4. Longitud de mazorca.

La aplicación del análisis de variancia sobre longitud de mazorca determinó la inexistencia de diferencias estadísticas significativas entre las diferentes concentraciones de humus liquido de lombriz frente al testigo, con una suma de cuadrados de 6.18, un cuadrado medio de 2.06, un F calculado de 1.94 y un p(valor) de 0.19 (no significativo), con un coeficiente de variación de 4.26 %

Figura 6.

Longitud de mazorca de cacao por tratamiento



Nota: Se muestra la respuesta no significativa entre concentraciones de HLL

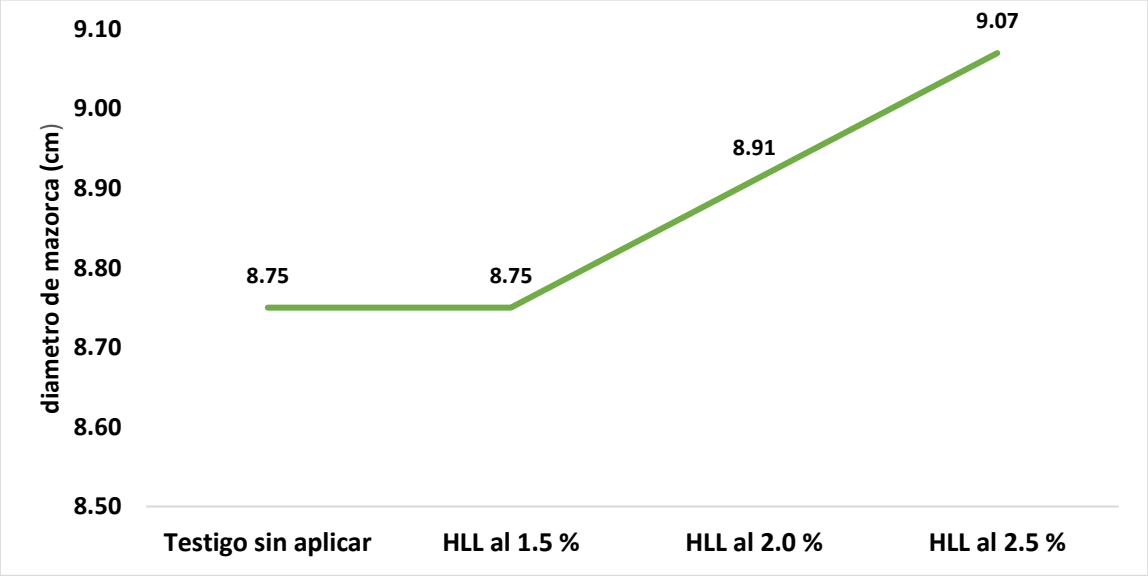
Por esta razón, en la prueba de comparaciones múltiples de Duncan ($p<0.05$), la aplicación de los tratamientos humus liquido de lombriz al 2.0, 2.5, y 1.5 %, obtuvieron secuencialmente promedios de 24.7, 24.7 y 24.0 y 23.2 cm de longitud de mazorca, mientras el testigo logró una longitud de mazorca de 23.2 cm

4.5. Diámetro de mazorca.

Efectuado el análisis de variancia para diámetro de mazorca de cacao, al igual que la variable anterior, se determinó la inexistencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, con una suma de cuadrados de 3.68, un cuadrado medio de 1.22, un F calculado de 0.09 y un p(valor) de 0.96 (no significativo), además el coeficiente de variación fue de 13.18 %, siendo aceptable para ensayos similares de campo que no superen el 30 % (Calzada, 1970)

Figura 7.

Diámetro de mazorca de cacao por tratamiento.



Nota: Se muestra la respuesta no significativa entre concentraciones de HLL

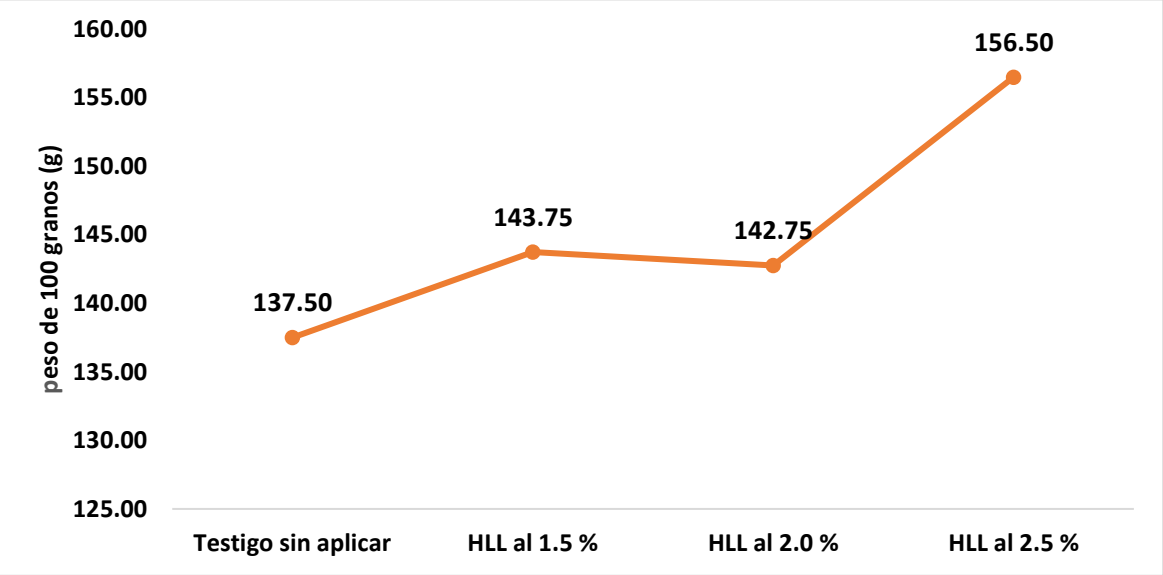
En esta evaluación, la prueba de comparación de medias de Duncan ($p<0.05$), demostró que, con las aplicaciones de humus liquido de lombriz al 2.0 y 2.5 %, se logró diámetros de mazorca de 9.07 y 8.91 cm, mientras que, con la dosis más baja y el testigo, se registró 8.75 cm de diámetro de mazorca, cada uno.

4.6. Peso de 100 granos.

Al desarrollar el análisis de variancia para peso de 100 granos secos de cacao, se encontró que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, con una suma de cuadrado de 780.25, un cuadrado medio de 260.08, un F calculado de 1.19, y un p (valor) de 0.36 (no significativo), además de un coeficiente de variación de 10.17 %, siendo aceptable para ensayos similares de campo que no superen el 30 % (Calzada, 1970)

Figura 8.

Peso de 100 granos secos por tratamiento.



Nota: Se muestra una respuesta casi similar entre concentraciones de HLL

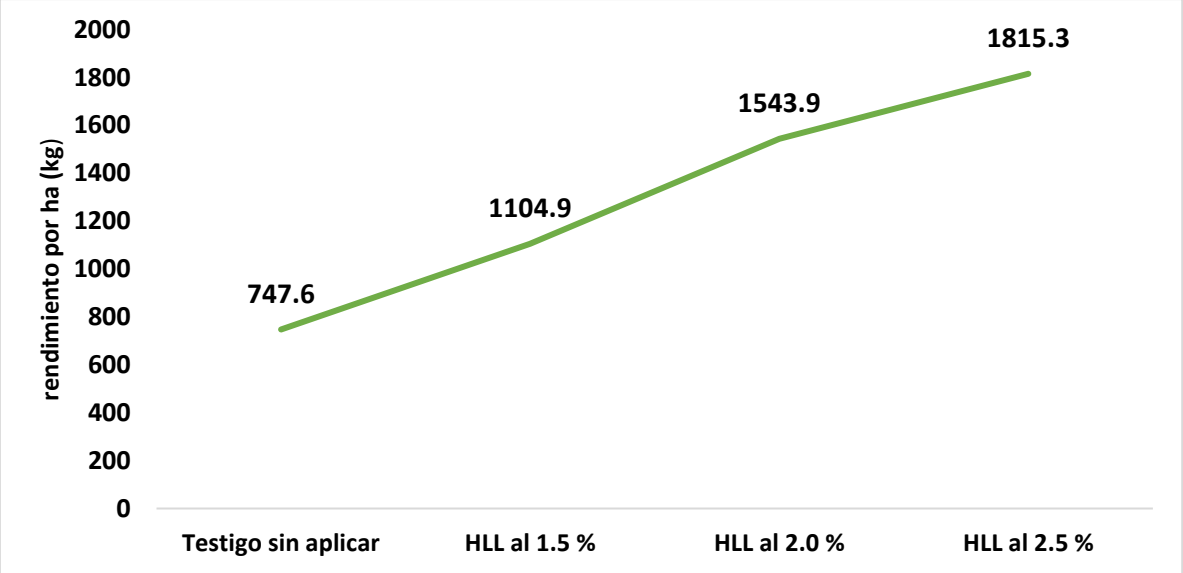
Sin embargo, numéricamente, la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$) para esta variable, expresó el siguiente orden de mérito para las aplicaciones de humus liquido de lombriz al 2.5 %, 1.5 % y al 2.0 %, así como el tratamiento testigo, quienes obtuvieron promedios de 156.5, 143.75, 142.75 y 137.50 g de peso de 100 granos, respectivamente.

4.7. Rendimiento de grano por ha.

El análisis de variancia para rendimiento de grano por ha, detectó diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, con una suma de cuadrados de 3298671.97, un cuadrado medio de 1099557.32, un F calculado de 15.48 y un p(valor) de 0.0007 (altamente significativo), con un coeficiente de variación de 18.41 %, siendo aceptable para ensayos similares de campo que no superen el 30 % (Calzada, 1970)

Figura 9.

Rendimiento de grano por ha y por tratamiento.



Nota: Se destaca la superioridad de la mayor concentración de HLL

Hecha la prueba de comparaciones múltiples de Duncan ($p<0.05$), las aplicaciones de las concentraciones de humus liquido de lombriz al 2.5% y al 2.0 %, obtuvieron los mejores resultados, con 1815.3 y 1543.9 kg de grano ha^{-1}, sin mostrar diferencias estadísticas entre ellos, pero superiores a la aplicación de humus liquido de lombriz al 1.5% y al testigo, quienes, sin tener diferencias significativas entre ellos, lograron sucesivamente 1104.9 y 747.6 kg de grano ha^{-1}.

Tabla 6.

Resultados de los índices de rendimiento por tratamiento

N°	Tratamientos	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Peso de 100 granos (g)	Rendimiento de grano por ha (kg)
1	Testigo sin aplicar	23.2 a	8.75 a	137.50 a	747.6 b
2	HLL al 1.5 %	24.0 a	8.75 a	143.75 a	1104.9 b
3	HLL al 2.0 %	24.7 a	9.07 a	142.75 a	1543.9 a
4	HLL al 2.5 %	24.7 a	8.91 a	156.50 a	1815.3 a

(*) letras iguales en la columna significan que no hay diferencias entre tratamientos

CAPÍTULO V.
DISCUSIÓN.

5.1. Número de mazorcas por árbol.

Nuestro ensayo tuvo en promedio 7.7 mazorcas por árbol, cuando se aplicó el humus liquido de lombriz a una concentración del 2.5 %, siendo inferior al que reportan otros trabajos similares como el de Cornejo (2021), en Ecuador, con 19 mazorcas por árbol, al aplicar 7 l de biol por ha, así como por Corregidor y Chimbolema (2024), quienes registraron 13 mazorcas por árbol, aplicando 4 l de biol Biorex por ha, así como por Lucano y Alegre (2023), con 10 mazorcas por árbol, mediante la aplicación de 2 l de biol por 20 l de agua y por Isuiza (2023), quien obtuvo hasta 32.5 mazorcas por árbol, aplicando la dosis de fertilización química 150-30-150 kg de NPK ha^{-1}.

5.2. Número de granos por mazorca.

En el ensayo se registró 43.2 granos por mazorca, al aplicar una dosis de 2.5 % de humus liquido de lombriz, mientras que, al compararse con otros resultados de ensayos similares, se encontró resultados contrastantes como el de Parco (2018), quien obtuvo 62 granos por mazorca en su ensayo desarrollado en Pichanaki (Junín), al aplicar 400 g de guano de isla por planta de cacao, mientras que, Noreña (2019), en San Alejandro, obtuvo 38.15 granos por mazorca, abonando con una dosis de 100 cc de biol por planta de cacao, así como por Isuiza (2023), con un promedio de 31 granos por mazorca, al aplicar un nivel de fertilización química de 200-50-200.kg de NPK ha^{-1}

5.3. Peso de granos por mazorca.

En esta variable, el mejor promedio (466.0 g), se logró cuando se aplicó el humus liquido de lombriz a una concentración del 2.5 %, siendo superior al que reportan, por un lado, Arévalo (2019), en Curimaná, con una media de 234 g, aplicando biol al 15 % y por otro lado, Parco (2018), registró en su ensayo desarrollado en Pichanaki (Junín), un promedio de 245.5 g, al aplicar un nivel de

600 g de guano de isla por planta de cacao, sin embargo, contrastan con el reporte de Lucano y Alegre (2023), quienes encontraron hasta 535.8 g de peso de granos por mazorca, al aplicar 2 l de biol por 20 l de agua

5.4. Longitud de mazorca.

Nuestra investigación registró una longitud de mazorca de 24.7 cm al aplicar humus liquido de lombriz al 2 %, siendo superior al reporte de Cornejo (2023), con 12.07 cm, así como por Corregidor y Chimbolema (2024), quienes registraron una longitud de 8.53 cm, aplicando 4 l de biol Biorex por ha.

5.5. Diámetro de mazorca.

Aplicando humus liquido de lombriz a una concentración del 2.0 %, se obtuvo mazorcas de cacao con un diámetro de 9.07 cm, contrastando con los resultados de Lucano y Alegre (2023), quienes registraron un diámetro de mazorca de 8.23 cm, al aplicar 2 l de biol por 20 l de agua y por Noreña (2019), en San Alejandro, con mazorca de 7.20 cm de diámetro, aplicando una dosis de 100 cc de biol por planta de cacao.

5.6. Peso de 100 granos.

En esta variable, el ensayo reportó un promedio de 156.5 g de peso de 100 granos, al aplicar una concentración de 2.5 % de humus liquido de lombriz, resultando ligeramente inferior a lo que encontraron Arévalo (2019), en Curimaná, con 163.6 g de peso, aplicando un biol al 20 % de concentración, así como por Parco (2018), en Pickanaki (Junín), con un promedio de 180 g de peso, al aplicar un nivel de 400 g de guano de isla por planta de cacao.

5.7. Rendimiento de grano por ha.

Nuestro ensayo reportó un rendimiento de 1815.3 kg de grano ha^{-1}, cuando se aplicó la concentración de 2.5 % de humus liquido de lombriz, siendo similar a lo que encontró Cornejo (2021), en Ecuador, quien obtuvo un rendimiento

de 1925.25 kg ha^{-1} de grano, aplicando una dosis de 8 l de biol ha^{-1}, mientras que, Parco (2018), en Pickanaki (Junín), logró 1753.05 kg de grano ha^{-1}, al aplicar un nivel de 800 g de guano de isla por planta de cacao, sin embargo, contrasta con el que obtuvo Noreña (2019), en San Alejandro, con un promedio de 2830 kg de grano ha^{-1}, aplicando una dosis de 100 cc de biol por planta de cacao.

Rendimientos menores al nuestro también son reportados por Torres (2019), en Tingo María (Huánuco), con 1141.23 kg ha^{-1}, cuando aplicó un biol a una concentración de 75 %, y por Isuiza (2023), en Von Humboldt (Padre Abad), con 1227.9 kg, aplicando una dosis de fertilización química de 200-50-200 kg de NPK ha^{-1}

CAPITULO VI.
CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos propuestos, se concluye:

- Se logró evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de humus liquido de lombriz sobre los indicadores de rendimiento del cultivo de cacao clon CCN51 en el caserío Erika distrito de Boquerón.

- Cuando se aplicó las dosis de 2.5 y 2.0 % de humus liquido de lombriz, se registraron los promedios más altos en los indicadores de rendimiento del cultivo de cacao clon CCN51, como número de mazorcas por planta (7.75 y 7.00), número de granos por mazorca (43.2 y 41.5), peso de granos por mazorca (466.0 y 442.7 g), peso de 100 granos (156.5 y 142.7 g) y rendimiento por ha (1815.3 y 1543.9 kg ha^{-1})

- En las variables del ensayo reportó un promedio de 156.5 g de peso de 100 granos, al aplicar una concentración de 2.5 % de humus liquido de lombriz, resultando ligeramente inferior a lo que encontraron Arévalo (2019), en Curimaná, con 163.6 g de peso, aplicando un biol al 20 % de concentración, con un promedio de 180 g de peso, al aplicar un nivel de 400 g de guano de isla por planta de cacao.

CAPITULO VII.
RECOMENDACIONES.

En función de las conclusiones del ensayo, se puede recomendar:

- Continuar con las investigaciones sobre la aplicación de fuentes orgánicas como el humus liquido de lombriz en los indicadores de crecimiento y rendimiento del cultivo de cacao CCN51 de diferentes edades, tomando en cuenta los resultados de nuestra investigación.

- Complementar las investigaciones sobre la respuesta económica de la aplicación de diferentes concentraciones del humus liquido de lombriz, en función de los indicadores de rentabilidad, como el VAN, TIR y relación beneficio/costo.

- Fomentar y dar a conocer los resultados obtenidos en la presente investigación para hacer posibles investigaciones en otros cultivos y que la población conozca todos los resultados obtenidos en la presente investigación dada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alcívar, J & Loor, M. (2016). Respuesta del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) a la poda y fertilización orgánica y química. Tesis Escuela Superior Politécnica del Ecuador. Consultado en línea 29 de julio 2024. Disponible: https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/461

Álvarez, F; Rojas, J; Suárez, J. (2015). Contribución de esquemas de fertilización orgánica y convencional al crecimiento y producción de *Theobroma cacao* L. bajo arreglo agroforestal en Rivera (Huila, Colombia). In Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Vol 16 N° 2. Disponible: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-87062015000200012&script=sci_arttext

Alvarado, K. (2022). Efecto de estiércol vacuno en cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) como aporte nutricional. Tesis Universidad Agraria del Ecuador. Consultado en línea. 29 de julio del 2024. Disponible: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVARADO%20MONCADA%20KAREM%20LISBETH.pdf

Arango, K. (2022). Biochar y fertilización en la productividad del cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en Las Lomas, Piura. Tesis Universidad Agraria La Molina. Disponible: https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/d17ae9a9-2b9c-4ad1-9a65-44d129ddfa5e

Aybar, 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. Lima Perú. 35 p.

Ballesteros, W; Escobar, J; Navia, J. (2022). Fertilización orgánica y química de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en un sistema agroforestal. Corporación colombiana de investigación agropecuaria. Disponible:

https://www.sidalc.net/search/Record/dig-bac-20.500.12324-38823/Description

Cabrera, J. (2023). Efecto de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos en el establecimiento de una plantación de cacao (T*heobroma cacao* L.) en la zona de Neshuya Padre Abad. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 69p.

Conde, K.; Huaycho, H.; Cruz, D. (2017). Aplicación de solución de humus de lombriz en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*.), en la EE de Patacamaya-La Paz. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales 4(1):74-81

Dávila, E. (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. 127 p.

Dostert, N., Roque, J., Cano, A., Torre, M. I., & Weigend, M. (2011). *Hoja botánica: Cacao (Theobroma cacao L.)* (Era ed.). Lima, Perú. Disponible en: http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf

Estrada, W. J., Romero, X. C., & Moreno, J. A. (2011). *Guía técnica del cultivo de cacao Manejado con Técnicas Agroecológicas.* San Salvador, El Salvador. Consultado en línea 22 de julio del 2024. Disponible en http://infocafes.com/portal/wpcontent/uploads/2015/12/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf

Flores, S. (2022). Efecto de la fertilización y enmiendas orgánicas en la disminución de absorción de cadmio en cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), Sector Palo Blanco- Chulucanas-Morropón- Piura-Perú. Tesis Universidad Nacional de Piura. Disponible: https://repositorio.unp.edu.pe/items/3c991640-fa98-40f4-9f31-932def4697d7

Honorio, F. (2014). *Caracterización morfológica de selecciones locales de cacao (Theobroma cacao l.) identificadas por la central de cooperativas El Ceibo.* Alto Beni, (Tesis de licenciatura) La Paz, Bolivia. Disponible en: https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5589/T-2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Instituto de Cultivos Tropicales ICT. (2004). Cacao: Manejo Integrado del Cultivo y Transferencia de Tecnología en la Amazonia Peruana. Tarapoto, Perú, Impresiones Del Castillo. pp.99– 101.

Isuiza, A. (2022). Comparativo de dosis de fertilización química sobre la productividad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN51 en la localidad La Unión CFB KM75. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 78 p.

Joshi, R., Singh, J. & Adarsh, P. (2015). Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. Reviews *In Environmental Science and Bio/Technology* 14: 137-159.

León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales* (3era ed.). San José, Costa Rica: Agroamericana. doi: http://repositorio.iica.int/handle/11324/7228

López, G., Almonte, I., Aridio, P., Sotomayor, D. & Núñez, P. (2014) Caracterización biológica de suelos y sustratos empleados en la producción de vegetales en invernaderos. Ciencia del Suelo 32:1, 29-39.

Ludeña, V. (2013). Efecto de la fertilización orgánica y microelementos en el rendimiento de cacao CCN 51 (*Theobroma cacao* L.) en Jaén. Tesis Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. 68p.

Marca, J. 2018. *Caracterización morfológica de cacao nacional boliviano (Theobroma cacao L.), en la EE Sapecho,* Alto Beni, Bolivia.Disponible:https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/17207/T-2533.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Marín, M. (2022). Influencia del método de limpieza con fertilización orgánica e inorgánica en la remediación del contenido de cadmio en el suelo y granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Ucayali, Perú. Disponible: https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3082669

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo MINCETUR. (2024). Reporte de comercio regional anual 2023. Consultado en línea 28 julio 2024 Disponible: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6223449/5481896-rcr-ucayali-anual-2023.pdf

Nelino, R. (2020). Producción orgánica y convencional en plantación de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) el rendimiento y calidad del suelo, en Nuevo Progreso - Padre Abad. Tesis doctoral. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco. Consultado en línea. 29 de julio del 2024. Disponible: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_70396bcc6cdab8ae923ac0165df16dfb

Noreña, C. (2019). Comparativo de fuentes y dosis de biofertilizantes sobre la productividad del cacao fino de aroma *(Theobroma cacao L.)* en un inceptisols de Irazola. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 72p.

Núñez, J & López, D. (2020). Caracterización de bioles y su efecto sobre parámetros morfológicos y componentes del rendimiento en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Universidad Estatal Amazónica. Puyo. Ecuador. 62 p.

Oroche, J. (2021). Efecto de dos sistemas de fertilización (por goteo y edáfica) sobre el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN51 en la localidad El Milagro distrito de Irazola, región Ucayali. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. Disponible: https://repositorio.unu.edu.pe/items/a076df97-c77a-4cea-998a-78e4ccc4e825

Parco, M. & Paitán, 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. INIA. Articulo científico. Disponible: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/INIA_59f47b45745793b75989bee76b56fa83

Rivera, F. (2024). Efecto de diferentes dosis de fertirriego en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el caserío Selva Turística distrito y provincia de Padre Abad. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Consultado en línea. Disponible:https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/69017ec1-4ef5-483c-afb9-5d8e0ea36abd/content

Rivera, W. (2025). Características físicas y químicas en un suelo con cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su relación con microorganismos en el sector del Bolsón Cuchara. Tesis Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Disponible: https://repositorio.unas.edu.pe/items/580e04b2-12fa-4c9f-9e4c-ee02a70f3778

Rincón, Y. (2017). Así es la fascinante fecundación de la flor del cacao. *vivaelcacao.com.* Disponible en: http://vivaelcacao.com/es/asi-es-la-fascinante-fecundeacion-de-la-flor-del-cacao/

Rosas, G; Sánchez; Patiño, C. (2025). Respuesta del cacao (*Theobroma* cacao) clon CCN-51 a la fertilización en condiciones agroclimáticas del Trapecio Amazónico Colombiano. *In* Revista U.D.C.A. Actividad y divulgación científica. Disponible: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262025000100010&script=sci_arttext&tlng=es

Rosado, A. (2023). Efecto de dos tipos de fertilización edáfica y foliar en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Naranjal. Tesis Universidad Agraria del Ecuador. Consultado en línea 9 de noviembre 2025. Disponible: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROSADO%20ROMERO%20ARIEL%20ALEXANDER.pdf

Santelices, F. (2023). Fertilización orgánica con gallinaza en diferentes fechas y dosis de aplicación en cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Universidad

Agraria del Ecuador. Consultado en línea 28 de julio 2024. Disponible: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANTELICES%20FAREZ%20FERNANDO%20JAVIER.pdf

Tuesta, A; Trigozo, E; Cayotopa, J; Arévalo, E; Arévalo, C; Zúñiga, L; León, B. (2019). Optimización de la fertilización orgánica e inorgánica del cacao (*Theobroma cacao* L.) con la inclusión de *Trichoderma* endófito y Micorrizas arbusculares. Consultado en línea 28 julio 2024. Disponible: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822017000100067&script=sci_arttext

Vera, Y. (2024). Efecto de la poda y fertilización orgánica y convencional en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Cantón Naranjal. Tesis Universidad Agraria del Ecuador. Consultado en línea 28.07.24. Disponible: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VERA%20VELASQUEZ%20YVANNA%20MAYTE.pdf

ANEXOS.

Anexo 1.

Resultados del análisis de suelo experimental.

Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 200

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N°LE - 200

INFORME DE ENSAYO
N° 090140-24 / SU / LABSAF - PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Florence Panduro Lopez	
Propietario / Productor	: Florence Panduro Lopez	
Dirección del cliente	: Aguaytia - Padre Abad - Ucayali	
Solicitado por	: Florence Panduro Lopez	
Muestreado por	: El cliente	
Número de muestra(s)	: 1	
Producto declarado	: Suelo	
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa plástica	
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente	
Procedencia de muestra(s)	: Padre Abad - Padre Abad - Ucayali	
Fecha(s) de muestreo	: 2024-08-12	(***)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2024-09-19	
Lugar de ensayo	: LABSAF PUCALLPA	
Fecha(s) de análisis	: Del martes-08-20 al jueves-09-05	
Cotización del servicio	: 044-24-PC	
Fecha de emisión	: 2024-09-06	

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Código de Laboratorio			SU1193-PC-24	0	0	0	0	0
Matriz Analizada			Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de Muestreo			2024-08-12	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)			8:00	-	-	-	-	-
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)			+ Nitrógeno	-	-	-	-	-
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
pH.	unid. pH	0.1	4.6	-	-	-	-	-
Materia Orgánica	%	0.3	2.4	-	-	-	-	-
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0.5	3.9	-	-	-	-	-
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0.5	2.5	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/g	0.10	1.1	-	-	-	-	-
Textura	-	-	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	44.60	-	-	-	-	-
Arcilla	%	-	21.70	-	-	-	-	-
Limo	%	-	33.70	-	-	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco	-	-	-	-	-
Fósforo Disponible (*)	mg/kg	0.4	2.0	-	-	-	-	-
Calcio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0.10	1.95	-	-	-	-	-
Magnesio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0.10	<0.1	-	-	-	-	-
Sodio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0.10	<0,1	-	-	-	-	-
Potasio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0.10	0.17	-	-	-	-	-
Potasio Disponible (*)	ppm	3.20	67.23	-	-	-	-	-
Suma de bases intercambiables (*)	cmol (+)/Kg	-	2.12	-	-	-	-	-
CICe (*)	cmol (+)/Kg	-	5.97	-	-	-	-	-
Saturación de acidez y aluminio (*)	%	-	64.48	-	-	-	-	-

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliares
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
LABSAF PUCALLPA
Dirección: Carretera Federico Basadre Km 44
Email: labsafpucallpa@inia.gob.pe

Anexo 2.

Resultados de análisis de variancia de ensayo.

Tabla 7A. *Análisis de variancia para el número de mazorcas por árbol.*

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	12.50	04.16	3.41	0.06 ns
Tratamientos	3	34.50	11.50	9.41	0.003 **
Error	9	11.00	01.22		
Total	15	58.00			
	CV = 18.42 %		R^2 = 0.81		

Tabla 8A. *Análisis de variancia para el número de granos por mazorca.*

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	10.36	3.45	2.85	0.06 ns
Tratamientos	3	38.76	12.92	10.67	0.004**
Error	9	10.95	1.21		
Total	15	58.00			
	CV = 12.67 %		R^2 = 0.84		

Tabla 9A. *Análisis de variancia para el peso de granos por mazorca.*

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	1105.68	368.56	0.75	0.54 ns
Tratamientos	3	18138.68	6460.22	12.36	0.001 **
Error	9	4402.56	489.17		
Total	15	23646.93			
	CV = 15.19 %		R^2 = 0.81		

Tabla 10A. *Análisis de variancia para longitud de mazorca.*

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	2.68	0.89	0.84	0.50 ns
Tratamientos	3	6.18	2.06	1.94	0.19 ns
Error	9	9.56	1.06		
Total	15	18.43			
	CV = 14.26 %			R^2 = 0.48	

Tabla 11A. *Análisis de variancia para diámetro de mazorca.*

.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	3.68	1.22	0.09	0.96 ns
Tratamientos	3	3.68	1.22	0.09	0.96 ns
Error	9	121.43	13.45		
Total	15	128.43			
	CV = 13.18 %			R^2 = 0.05	

Tabla 12A. *Análisis de variancia para peso de 100 granos.*

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	1178.75	392.91	1.80	0.21 ns
Tratamientos	3	780.25	260.08	1.19	0.36 ns
Error	9	1962.75	218.08		
Total	15	3921.75			
	CV = 10.17 %			R^2 = 0.49	

Tabla 13A. *Análisis de variancia para rendimiento de grano por ha.*

.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	863748.61	287916.20	4.05	0.044 ns
Tratamientos	3	3298671.97	1099557.32	15.48	0.0007 **
Error	9	639384.29	71042.69		
Total	15	4801804.88			
	CV = 18.41 %		R^2 = 0.86		

Anexo 3.

Evidencias fotográficas del trabajo realizado en el trabajo experimental.

Figura 10A. *Extracción de muestra de suelo del terreno definitivo.*



Figura 11A. *Recolección de muestra de suelo para análisis.*



Figura 12A. *Midiendo las concentraciones de humus liquido de lombriz.*



Figura 13A. *Vaciando el humus liquido por dosis.*



Figura 14A. *Aplicación del humus liquido de lombriz.*



Figura 15A. *Medición de humus liquido de lombriz para segunda aplicación.*



Figura 16A. *Aplicación de la segunda aplicación de humus de lombriz.*



Figura 17A. *Conteo de número de mazorca por planta de cacao.*



Figura 18A. *Rotulación de plantas de cacao elegidas al azar.*



Figura 19A. *Identificación de los tratamientos.*



Figura 20A. *Evaluación de cosecha.*



Figura 21A. *Medición de mazorca.*



Figura 22A. *Conteo de granos por mazorca.*



Figura 23A. *Peso de granos por mazorca.*

