UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

RESPUESTA DEL CRECIMIENTO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) A LA APLICACIÓN DE BIOL CON TRES CONCENTRACIONES DE MICROORGANISMOS NATIVOS EN EL CASERÍO JUANJUÍ DISTRITO DE NESHUYA.

Tesis para optar el Título Profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

EDWARD JHON ELIBERTO CRISANTO ALVA

Pucallpa – Perú

2026

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 el Bachiller **EDWARD JHON ELIBERTO CRISANTO ALVA,** denominada: **""RESPUESTA DEL CRECIMIENTO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) A LA APLICACIÓN DE BIOL CON TRES CONCENTRACIONES DE MICROORGANISMO NATIVOS EN EL CASERIO JUANJUI, DISTRITO DE NESHUYA"** 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 (*) DIECISEIS (16)

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 Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 16 de ENERO de 2026.

Ing Isaías Gonzales Ramírez Presidente	Ing M. Sc Luis Alberto Días Sandoval Secretario
Dr. Roger Brayan Braga Sandoval Miembro	Dr. Fredy Helar Velásquez Ramírez 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 Agroindustrial.

Ing Isaías Gonzales Ramírez ..... PRESIDENTE

Ing M. Sc Luis Alberto Días Sandoval ..... SECRETARIO

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

Dr. Fredy Helar Velásquez Ramírez ..... ASESOR

Bach. Edward Jhon Eliberto Crisanto Alva ..... TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/566-2025**.

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

"**RESPUESTA DEL CRECIMIENTO DEL CACAO (Theobroma cacao L.) A LA APLICACIÓN DE BIOL CON TRES CONCENTRACIONES DE MICRORGANISMOS NATIVOS EN EL CASERÍO JUANJUÍ DISTRITO DE NESHUYA.**"

Autor(es)	:	**CRISANTO ALVA, EDWARD JHON EDILBERTO**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**Dr. VELASQUEZ RAMIREZ, FREDY HELAR**

Presenta un **porcentaje de similitud de 9%,** 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 presenta 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: 02/10/2025

Dr. 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, Edulard Jhon Eliberto Girante Alva

Autor de la tesis titulada: Respuesta del Crecimiento del Cacao (Theobroma Cacao L.) A la Aplicación de Bio Fertilizantes Concentraciones de Microorganismos Nativos en el Caserío Juanjui Distrito de Nieva

Sustentada el año 2026

Asesor(a): Dr. Freddy Heber Vásquez Ramírez

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: 26 / 03 / 2026

Email: Jhongirontealva@gmail.com Firma: _____

Teléfono: 921689854 DNI: 75586020

DEDICATORIA

A Dios, mi roca eterna, por guiarme en cada paso de este viaje académico y darme la fuerza para perseverar. Gracias por ser mi fuente de fortaleza y entendimiento en este logro académico.

Un profundo agradecimiento a mis queridos padres, quienes a lo largo de sus vidas me han inculcado la cultura del trabajo y estudio. Su dedicación y esfuerzo constante para asegurarme una educación son un regalo que valoro más allá de las palabras. Esta tesis es el testimonio de su sacrificio y amor, y un recordatorio constante de la importancia del trabajo duro y la educación en nuestras vidas.

A mi amado hijo Matthew: cada día que paso a su lado es un regalo que atesoro en mi corazón. Sus risas, curiosidad e infinita capacidad de amar han sido la inspiración detrás de cada esfuerzo en mi vida. Esta tesis es un pequeño testimonio de todo lo que hago, lo hago pensando en ustedes. Gracias por llenar mi mundo de amor y dulzura.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a dios por darme la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mi familia, y de forma especial a mis queridos padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi mayor fuente de inspiración. A mi hijo/a, por ser mi mayor motivación para seguir adelante.

A mis docentes y asesores, quienes con paciencia y dedicación me guiaron durante el desarrollo de esta tesis, brindándome sus conocimientos y experiencia.

A mis compañeros de estudio, por compartir momentos de esfuerzo, aprendizaje y compañerismo que hicieron este camino más llevadero.

Y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron con este trabajo, muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN x
ABSTRACT xi
ÍNDICE DE TABLAS xii
ÍNDICE DE FIGURAS xiii
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 3
1.3. Objetivo general y objetivos específicos 3
1.3.1. Objetivo general 3
1.3.2. Objetivos específicos 3
1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis 4
1.4.1. Hipótesis nula 4
1.4.2. Hipótesis general 4
1.4.3. Hipótesis específicas 4
1.5. Operacionalización de variables 4
1.6. Justificación e importancia 5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 7
2.1. Antecedentes 7
2.1.1. Antecedentes internacionales 7
2.1.2. Antecedentes nacionales 9
2.2.3. Antecedentes locales 10
2.2. Bases teóricas 12
2.2.1. Origen de la especie 12
2.2.2. Taxonomía 12
2.2.3. Características generales 13

2.2.4. El biol 14
2.2.5. Los microorganismos nativos 15
2.3. Definiciones conceptuales 16
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 18
3.1. Método de investigación 18
3.2. Tipo y nivel de investigación 18
3.2.1. Población y muestra 18
3.3. Componentes en estudio 18
3.4. Tratamientos en estudio 19
3.5. Diseño experimental 20
3.6. Ejecución del experimento 23
3.6.1. Ubicación y duración del estudio 23
3.6.2. Condiciones ambientales 23
3.6.3. Proceso experimental 24
3.6.4. Variables evaluadas 25
CAPÍTULO IV. RESULTADOS 27
4.1. Altura de planta 27
4.2. Diámetro de tallo 30
4.3. Número de hojas por planta 33
4.4. Área foliar por planta 37
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN 39
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES 41
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES 42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 43
ANEXOS 47
ICONOGRAFÍA 50

RESUMEN

Los niveles de productividad del cultivo de cacao en la región no son los óptimos, debido a que, existe un desconocimiento del requerimiento nutricional y de los niveles adecuados de aplicación de fuentes orgánicas solidas o liquidas, que generan estos bajos niveles de rendimiento. Por este motivo, el trabajo de investigación llevado a cabo en el caserío Juanjuí distrito de Neshuya, se orienta a evaluar el crecimiento del cacao, mediante la aplicación de un biol con concentraciones al 5, 10 y 15 % de microorganismos nativos, bajo diseño de BCA con 3 tratamientos y un control y 4 repeticiones. Los indicadores biométricos de crecimiento fueron altura de planta, diámetro de tallo, numero de hojas por planta, a los 30, 60, 90 y 120 días después de su aplicación. Al término del ensayo, los resultados de mostraron que, el biol preparado con diferentes concentraciones de microorganismos nativos registró un pH de 4.2 (fuertemente ácido), 3.5 % de N total, 4.44 mg/l de P total, 43.9 mg/l de Ca total, 61.2 mg/l de Mg y 442.5 mg/l de K total, los cuales señalan que se trata de un biofertilizante liquido apto para su aplicación foliar. Sin embargo, no se presentaron diferencias estadísticas en los indicadores de crecimiento del cultivo de cacao cuando se aplicaron las concentraciones de biol con microorganismos nativos respecto al tratamiento control, sin embargo, numéricamente, las dosis de biol al 10 y 15 % de microorganismos nativos tuvieron una mejor influencia en las variables de crecimiento del cultivo de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después de su aplicación.

Palabras clave: biol, microorganismos nativos, dosis, cacao, efecto, crecimiento.

ABSTRACT

The productivity levels for cacao cultivation in the region are suboptimal due to a lack of understanding of nutritional requirements and the appropriate application rates of solid or liquid organic sources, which generate these low yields. For this reason, the research carried out in the Juanjuí hamlet, Neshuya district, focused on evaluating cacao growth through the application of a biol with concentrations of 5, 10, and 15% native microorganisms, under a BCA design with three treatments, a control, and four replicates. The biometric growth indicators were plant height, stem diameter, and number of leaves per plant at 30, 60, 90, and 120 days after application. At the end of the trial, the results showed that the slurry prepared with different concentrations of native microorganisms had a pH of 4.2 (strongly acidic), 3.5% total N, 4.44 mg/L total P, 43.9 mg/L total Ca, 61.2 mg/L Mg, and 442.5 mg/L total K, indicating that this liquid biofertilizer is suitable for foliar application. However, no statistical differences were observed in cacao crop growth indicators when the slurry concentrations with native microorganisms were applied compared to the control treatment. However, numerically, the slurry doses with 10% and 15% native microorganisms had a greater influence on cacao crop growth variables at 30, 60, 90, and 120 days after application.

Keywords: slurry, native microorganisms, dose, cacao, effect, growth.

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Operacionalización de variables 5

Tabla 2 Cantidad de fuentes de nutrientes para la instalación del cultivo 14

Tabla 3 Análisis de varianza.....24

Tabla 4 Croquis experimental.....22

Tabla 5 Resultados del análisis del suelo por tratamiento 24

Tabla 6 ANVA de Altura de planta a los 30 días de iniciado el trabajo.....27

Tabla 7 ANVA de Altura de planta a los 60 días de iniciado el trabajo.....27

Tabla 8 ANVA de Altura de planta a los 90 días de iniciado el trabajo.....28

Tabla 9 ANVA de Altura de planta a los 120 días de iniciado el trabajo.....28

Tabla 10 Altura de planta por tratamiento y por evaluación 29

Tabla 11 ANVA de Diámetro de tallo a los 30 días de iniciado el trabajo.....30

Tabla 12 ANVA de Diámetro de tallo a los 60 días de iniciado el trabajo.....31

Tabla 13 ANVA de Diámetro de tallo a los 90 días de iniciado el trabajo.....31

Tabla 14 ANVA de Diámetro de tallo a los 120 días de iniciado el trabajo.....32

Tabla 15 Promedio del diámetro de tallo por tratamiento y por evaluación 32

Tabla 16 ANVA de Número de hojas a los 30 días de iniciado el trabajo.....34

Tabla 17 ANVA de Número de hojas a los 60 días de iniciado el trabajo.....34

Tabla 18 ANVA de Número de hojas a los 90 días de iniciado el ensayo 35

Tabla 19 ANVA de Número de hojas a los 120 días de iniciado el trabajo.....35

Tabla 20 Promedio del número de hojas por tratamiento y por evaluación.....36

Tabla 21 ANVA de Área foliar por planta a los 120 días de iniciado el trabajo.....37

Tabla 22 Promedio del área foliar por tratamiento y por evaluación 38

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Altura de planta por tratamiento y por evaluación 30

Figura 2 Diámetro de tallo por tratamiento y por evaluación 33

Figura 3 Número de hojas por planta por tratamiento y por evaluación 36

Figura 4 Área foliar por tratamiento y por evaluación.....38

Figura 5 Recolección de hojarasca del bosque como fuente de microorganismos para su propagación en sustrato sólido 51

Figura 6 Mezcla de material para la elaboración y propagación de microorganismos.....51

Figura 7 Aplicación de melaza para la propagación de microorganismo sólido.....52

Figura 8 Homogeneización y vaciado de los materiales en un bidón, para su fermentación controlada durante de un mes 52

Figura 9 Tras un mes de fermentación del material sólido, se extrajeron 5 kg para la activación de microorganismos líquidos.....53

Figura10 Elaboración y activación de microorganismos nativos en medio líquido 53

Figura11 Medición del PH previa al proceso de fermentación o activación de los microorganismos en medio líquido, durante un periodo de un mes.....54

Figura12 Determinación de concentraciones de microorganismos al 5%, 10% y 15%.....54

Figura13 Aplicación del biol en los porcentajes al 5%, 10% y 15%.....55

Figura14 Medición de diámetro de tallo y altura de planta antes de la aplicación 55

Figura15 Visita del jurado……..56

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, el cultivo del cacao involucra aproximadamente a 90,000 productores principalmente de la agricultura familiar ubicados en 16 regiones del país y en el 2022 se logró una producción de 170,300 toneladas, con un rendimiento promedio de 769 kg por ha (Agraria pe, 2023).

Al respecto, un reporte del MINCETUR (2023), señala que, a nivel regional, 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, la producción de grano de cacao de la región alcanzó las 8 mil toneladas, siendo los principales países de exportación, la Unión Europea (63%), Malasia (19%) e Indonesia (13%).

Este cultivo representa un renglón importante para la economía regional, ya que, alrededor de 20 mil ha de cacao en diversas variedades se encuentran en producción, generando desarrollo en las provincias de Padre Abad, coronel Portillo, Atalaya y Purús. Sin embargo, la productividad del cultivo por área de superficie no es la más optima, debido a que, mayormente se encuentra sembrada en suelo degradados, los cuales generan una pérdida de nutrientes a través de las continuas cosechas, y no son adecuadamente restituidos anualmente para mantener su nivel de fertilidad.

Igualmente, el desconocimiento del requerimiento nutricional y el hecho que desconozcan los niveles adecuados de aplicación de fuentes orgánicas solidas o liquidas, generan estos bajo niveles de rendimiento.

Por ello, es preciso desarrollar trabajos de investigación que permitan encontrar posibles alternativas a este tipo de problemas, mediante el uso de biofertilizantes procesados con microorganismos nativos que se encuentran generalmente en las áreas circundantes a las plantaciones de cacao en nuestra zona y que pueden ser aprovechados para mejorar los niveles de rendimiento del cultivo.

CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), señala que la producción peruana de cacao en grano en el año 2022 fue de 170 mil t, con más de 90 mil productores de la agricultura familiar que se dedican al cultivo del cacao. Las regiones que más destacan en la producción en grano son: San Martín, que se ubica como principal productor regional, seguido por Junín, Ucayali, Huánuco, Ayacucho y Cusco (Agraria.pe, 2023).

Adicionalmente, la cadena productiva de cacao enfrenta varios desafíos como la fluctuación de los precios internacionales, el incremento de los costos de producción por el alza de los fertilizantes, la amenaza del cambio climático, las regulaciones internacionales en materia de contaminantes y los ingresos a mercados que cada vez son más estrictos, y que podrían generarnos un problema si no tomamos acción (Agraria.pe, 2022).

A nivel local, el crecimiento inicial de las plantaciones de cacao ubicadas en el caserío Juanjuí Neshuya, constituye un serio problema, debido al escaso aporte de nutrientes que ofrece el 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.

Tradicionalmente la utilización de fertilizantes químicos, representa un componente importante en los sistemas de producción tecnificados; sin embargo, debido al alto costo no se encuentra al alcance de la mayoría de pequeños productores, por lo 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, especialmente cuando se trata de biofertilizantes líquidos procesados con materiales orgánicos, como los microorganismos que proceden de la foresta local.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál será la respuesta del crecimiento y desarrollo del cacao a la aplicación de tres concentraciones de biol con microorganismos nativos en el caserío Juanjuí distrito de Neshuya?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será la respuesta del crecimiento y desarrollo del cacao a la aplicación de biol con 5, 10 y 15 % de microorganismos nativos en el caserío Juanjuí distrito de Neshuya?

- ¿Cuál de las tres dosis con 5, 10 y 15 % de microorganismos nativos influye positivamente en el crecimiento y desarrollo del cacao en el caserío Juanjuí distrito de Neshuya?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos

1.3.1 Objetivo general

Conocer la respuesta del crecimiento y desarrollo del cacao a la aplicación de biol con tres concentraciones de microorganismos nativos en el caserío Juanjuí distrito de Neshuya.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar el crecimiento y desarrollo del cacao a la aplicación de biol con concentraciones al 5, 10 y 15 % de microorganismos nativos en el caserío Juanjuí distrito de Neshuya.

- Identificar el biol con la concentración de microorganismos nativos que mejor respuesta tenga sobre crecimiento y desarrollo del cacao en el caserío Juanjuí distrito de Neshuya.

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis

1.4.1 Hipótesis nula

Si aplico un biol con tres concentraciones de microorganismos nativos, al cultivo de cacao, no se puede mejorar su crecimiento y desarrollo en el caserío Juanjuí Neshuya

1.4.2 Hipótesis general

Si aplico un biol con tres concentraciones de microorganismos nativos, al cultivo de cacao, podré mejorar su crecimiento y desarrollo en el caserío Juanjuí Neshuya

1.4.3 Hipótesis especificas

- Si aplico un biol con concentraciones al 5, 10 y 15 % de microorganismos nativos al cultivo de cacao, podré mejorar su crecimiento y desarrollo en el caserío Juanjuí Neshuya.

- Si aplico un biol con concentraciones al 5, 10 y 15 % de microorganismos nativos al cultivo de cacao, al menos una de ellas permitirá mejorar su crecimiento en el caserío Juanjuí Neshuya.

1.5. Operacionalización de variables

La operacionalización de las variables en estudio se realizó de la siguiente forma:

Tabla 1 ***Operacionalización de variables***

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de variable	Escala	Instrumento
Independiente	Aplicación de biol con tres concentraciones de EM nativos en cacao	Tres concentraciones de EM nativos	T1= testigo T2= biol al 5 % de EM T3= biol al 10 % de EM T4= biol al 15 % de EM	Cuantitativa	nominal	Libreta de campo
Dependiente	Crecimiento	Altura	Cm	Cuantitativa	Nominal	Wincha
	Crecimiento	Diámetro	Cm	Cuantitativa	Nominal	vernier
	Crecimiento	Numero de hojas por planta	Numero	Cuantitativa	Nominal	Libreta de campo
	Desarrollo	Area foliar	dm^2	Cuantitativa	nominal	Papel milimetrado

Fuente: elaboración propia

1.6. Justificación e importancia

Entre las fuentes de materia orgánica que pueden ser utilizadas en la producción agrícola, podemos mencionar a los biofertilizantes líquidos, los que, según su composición y nivel de concentración, ejercen un mejor crecimiento y desarrollo de diferentes cultivos en nuestra zona, caracterizada por contar con suelos de escasa fragilidad y fertilidad.

De esta manera la tecnología limpia nos va permitir minimizar la contaminación, mediante el uso de biofertilizantes líquidos, elaborados con materiales de la zona y procesados con microorganismo nativos, los cuales pueden convertirse en un buen complemento a la fertilización del suelo.

Por otro lado, el aporte de la investigación radica que, mediante el uso de abonos orgánicos en cantidades suficientes genera un incremento en el crecimiento inicial del cultivo de cacao en sus primeros años de instalación, ya

que éstos se caracterizan por disponer de diferentes sustancias nutritivas, minerales y de varios ingredientes orgánicos, además presenta una influencia especial favorable para el suelo, teniendo la facultad de mejorar las propiedades físicas – químicas de los mismos, como también favorece una mayor actividad biológica del suelo.

En este sentido, la propuesta de emplear los abonos orgánicos a base de biofertilizantes líquidos procesados con microorganismos nativos, responde a la necesidad de mejorar algunas propiedades químicas del suelo e incrementar los componentes de crecimiento del cultivo de cacao después de su instalación en campo definitivo.

Otra razón que justifica realizar el ensayo, es establecer si las condiciones de baja fertilidad del suelo, representadas por una alta saturación de aluminio y pH extremadamente acido, bajo contenido de materia orgánica y muy bajos tenores de fosforo disponible y de bases cambiables, se pueden revertir con la aplicación de diferentes fuentes orgánicas al establecimiento de una plantación de cacao en el caserío Juanjuí Neshuya.

Finalmente, con los resultados obtenidos, de ser positivos, se puede efectuar ajustes en los paquetes tecnológicos del cultivo, respecto al nivel de fertilización que se programe en el primer año de crecimiento vegetativo.

CAPITULO II.

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes.

2.1.1 Antecedentes internacionales

Vera y Salazar (2021), desarrollaron un estudio en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Ecuador), para evaluar el efecto de la aplicación de siete bioles en tres métodos propagativos del cultivo de cacao; utilizando un diseño BCA con arreglo de parcelas divididas, con 21 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados indican que, la aplicación de bioles tuvo un efecto positivo en el cultivo de cacao, presentándose el mayor desarrollo fisiológico en los tratamientos que fueron aplicados con biol Albio-bacth (biol a base de microorganismos), mientras que, en las variables fenológicas la mayor altura se presentó en el tratamiento T15 (biol artesanal con semilla). El biol a base de K ejerció un efecto positivo contra la reducción de la enfermedad escoba de bruja. El mayor rendimiento lo obtuvo el T14 con método propagativo injerto y aplicación biol Albio-bacth. Los bioles en general ayudaron a mejorar las condiciones en el suelo, aumentando macro y micronutrientes, además, aumentó el pH y el intercambio de las bases, también ayudaron a reducir significativamente a los metales pesados Cadmio (Cd) y Plomo (Pb).

Por otro lado, Noboa (2021), realizó un ensayo en la provincia de Bolivar (Ecuador), para evaluar el uso microorganismos eficientes (*Azobacter spp, Lactobacillus spp, Saccharomyces spp*), como estimuladores en la descomposición con el material vegetal del cultivo de cacao, bajo un diseño BCA, con 7 tratamientos y 5 repeticiones. Entre los resultados obtenidos se determinó que el tratamiento T2 (*Azobacter spp*) tuvo un pH de 5.88, a una temperatura de 40.28 ºC, lo cual indica que se encuentra en el rango establecido para que haya una descomposición a partir de la séptima semana. Así mismo, para el porcentaje de humedad el T4 (*Saccharomyces spp*) obtuvo un promedio de 27.46 % llegando a un rango establecido para la descomposición. En la relación C/N, el T6

(*Lactobacillus spp*) obtuvo un porcentaje de 12.3 %, este tratamiento obtuvo una mayor descomposición, mientras que T5 (*Lactobacillus spp*) con porcentaje de 21.8 %, nos indica que no tuvo una descomposición completa.

Por otra parte, Balladares *et al*., (2021), ejecutó un trabajo en la provincia El Oro (Ecuador), para determinar el efecto del biochar como enmienda edáfica solo y en combinación con otras enmiendas en la calidad sensorial del cacao CCN-51, se aplicaron los tratamientos en diez plantas al azar por cada bloque, las dosis fueron: Biochar 100g + Gallinaza 50g (T1), Biochar 100g + Fossil Shell Agro 5g + Gallinaza 50 g (T2), Biochar 50g + Fossil Shell Agro 10g + Gallinaza 50g (T3), Fossil Shell Agro 10g + Gallinaza 50g (T4), Silicato de calcio 50g + Gallinaza 50g (T5), Cal Agrícola 50g + Biochar 50g + Gallinaza 50g (T6) y Testigo sin dosis, al mes de la última aplicación de los tratamientos, se cosecharon las mazorcas sanas y maduras, se realizó el quiebre de las mazorcas, los granos fueron llevados directamente al fermentador. El método de fermentación usado fue el de cajón de madera a un solo nivel, El proceso de secado se realizó hasta obtener una humedad de 7 a 8%. Se utilizó el SPSS para el procesamiento estadístico de los datos, el resultado de los análisis indicó que la calidad sensorial del licor de cacao, en el T4 fue el mejor calificado.

Igualmente, Núñez & López (2020), ejecutaron un ensayo en las localidades de Pastaza y Napo (Ecuador), para determinar el efecto de dos bioles sobre los parámetros morfológicos y componentes del rendimiento del cultivo de cacao. El diseño utilizado fue en BCA con 4 repeticiones y cuatro tratamientos (T1: Biol 1 Estiércol, T2: Biol 2 Microorganismos, T3: NPK y T4: Control). Los resultados demostraron que, el mejor efecto de los bioles sobre las variables morfológicas en el cultivo de cacao se manifestó en un mayor incremento en las variables longitud de las ramas, diámetro del tallo y numero de ramas laterales proporcionado por el Tratamiento 1 (Biol de estiércol); el número de cojines florales y numero de hojas fueron favorecido por el Tratamiento 3 (NPK) que género los mejores resultados, y por último, el Tratamiento 2 (Biol 2 microorganismo de montaña) dio lugar a un incremento mayor del número de frutos por planta.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Villar (2023), realizó una investigación en la provincia de Leoncio Prado (Huánuco), para evaluar el efecto del compost y EM en la calidad del suelo sembrado con cacao, bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DCA). Los tratamientos fueron: T1(testigo), T2(Compost), T3(ME 10%) y T4(Compost + ME), con 4 repeticiones por tratamiento. Los resultados no muestran diferencias significativas para la textura, densidad aparente y resistencia a la penetrabilidad. Los indicadores químicos evaluados todos presentan diferencias altamente significativas, excepto, pH. Además, el T4 (compost + ME) presentan valores de pH que se encuentran en muy ácido y ácido, niveles bajo y medios en MO, P y N, niveles medios en K, Ca y Mg y niveles bajos en CIC.

Por otra parte, Flores (2022), realizó un ensayo en el distrito de Chulucanas (Piura), con el propósito de determinar el efecto de un plan integral de fertilización y enmiendas orgánicas, en la disminución en la absorción de Cd e influencia en los indicadores del rendimiento del cultivo de cacao en suelos con altos contenidos de Cd y bajos niveles de fertilidad, mediante la aplicación de 9 tratamientos incluyendo al testigo con 3 repeticiones, en un diseño estadístico 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 resultados se observó que, el tratamiento T8 presentó un mayor porcentaje de disminución de Cd (44.7%), respecto a los demás tratamientos. La concentración de Cd foliar de 1.637 se redujo a 1.171 ppm, con un promedio de reducción de 31 %, para todos los tratamientos. Respecto al rendimiento, el número de frutos por planta se incrementó en forma significativa, el mejor tratamiento fue el T8, ya que, para lograr 1 kg de almendra seca antes de la aplicación de los tratamientos, se necesitaron 28 mazorcas y luego de la aplicación sólo 18 mazorcas, el peso promedio por mazorca, peso seco de almendra/mazorca, peso de 100 semillas frescas y número de semillas promedio/mazorca fueron de: 508.9 g, 56 g, 279 g y 37 semillas, respectivamente

De igual modo, Lucano (2021), evaluó la calidad y eficiencia de un biol elaborado a partir de residuos de cosecha de cacao sobre un clon de cacao fino de aroma (TSH-565) en una parcela con arreglo agroforestal, ubicada en el distrito de Campo Verde (Ucayali), bajo un diseño BCA con tres repeticiones y cinco tratamientos aplicados a nivel de copa de árbol. El tratamiento control consistió en una única aplicación de la fertilización que realiza el productor de 1 kg de gallinaza, 250 g roca fosfórica y 250 g de dolomita, el T1 en la aplicación de biol diluido en agua a una concentración de 10%, T2 al 15%, T3 al 20% y para el T4 se combinó biol al 15% adicionando la fertilización del productor. El biol elaborado posee un alto contenido nutricional de macro y micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg), salinidad y huminas. Por otro lado, el contenido de N y K en el suelo no evidenciaron variaciones significativas entre tratamientos, a excepción del P donde si hubo. Los rendimientos más altos para grano seco fueron obtenidos en T1 y T2 con 366 y 380 kg/ha, siendo los más bajos en el control y T3 con 185 y 249 kg/ha, respectivamente.

En cambio, García (2018), evaluó en Satipo (Junín), el efecto de la dilución óptima para la fertilización en drench en las características morfológicas del cultivo de cacao criollo. La metodología utilizada fue experimental, se sembró plantas de cacao en bolsas de 3 kg, a las que se aplicó fertilización en drench, se utilizó el diseño completamente al azar con cinco dosis: 50, 60, 70, 80 y 100 % de fertilizantes aplicados en drench con tres repeticiones. Los resultados indican que al aplicar el 100 % de fertilizantes en drench mayor es el número de hojas (19,20 unidades), mayor diámetro de tallo (0,8 cm), mayor altura de plantones de cacao (81,4 cm), mayor área foliar (157,6 cm2), mayor tamaño radicular (41,9 cm), mayor peso fresco de raíces (7,2 g) y mayor peso seco radicular (1,2 g). La dosis óptima rentable al fertilizar en drench, para el cultivo de cacao es 111,30 % de la dosis aplicada.

2.1.3 Antecedentes locales

Rada (2023), estableció un ensayo en Pucallpa, con la finalidad de probar el efecto de tres dosis de fertilización orgánico-mineral usando como fuente a Bio CNPK energético 9-19-9, en el crecimiento vegetativo de plántulas de cacao clon

IMC 67 en fase de vivero en Pucallpa. Los tratamientos fueron: (T1) testigo, (T2) 30 g de Bio CNPK 9-19-9 por bolsa, (T3) 40 g de Bio CNPK 9-19-9 por bolsa y (T4) 50 g de Bio CNPK 9-19-9 por bolsa, bajo un diseño completo al azar con 4 repeticiones. Las diferentes dosis se aplicaron en dos oportunidades, la primera fracción se efectuó a los 18 días después de la siembra y la segunda fracción de las dosis, se aplicó a los 45 días después de la primera aplicación. Los resultados nos indican que, después de tres meses de manejo en vivero, las plántulas de cacao respondieron mejor cuando se aplicaron las dosis de 40 y 50 g de Bio CNPK 9-19-9, en las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas por plántula, longitud y ancho de hoja, mientras que con la dosis de 50 g de Bio CNPK 9-19-9, se logró los mejores pesos de biomasa fresca y seca total y de área foliar.

Por su parte, Monsalve (2023), desarrolló un ensayo en Pucallpa, con el propósito de evaluar el crecimiento en fase de vivero del cultivo de cacao, al aplicar dos bioles a concentraciones de 10% y 20% cada uno y un testigo sin aplicación, bajo un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Los insumos colectados para la elaboración del biol 1 fueron 600 mg de biota de cacao (10%), 900 mg de melaza (5%), 750 mg de leche, yogurt natural y queso (15%) y 15 ml de agua (70%), mientras que, para el biol 2 fueron 600 mg de biota de cacao (10%), 600 mg de estiércol de vacuno (10%), 900 mg de melaza (5%), 750 mg de leche, yogurt natural y queso (15%) y 10 ml de agua (60%). En ambos casos se hizo tres aspersiones foliares. Se evaluó altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas a los 30, 60 y 90 días después del repique, así como área foliar por planta, longitud y peso de raíces al finalizar el ensayo. Los resultados indican que, las dosis de biol 1 al 20 % y biol 2 al 10 % de concentración destacaron por la mejor respuesta en altura de planta en fase de vivero, con promedios de 31.1 y 31.2 cm, cada uno. Igualmente, las dosis de biol 1 al 10 y 20 % y biol 2 al 10 y 20 % tuvieron una respuesta positiva en la evaluación del diámetro de tallo en fase de vivero, con 0.70, 0.69, 0.69 y 0.66 cm, respectivamente. Finalmente, no hubo respuesta significativa al aplicarse los dos bioles en sus dos concentraciones en las variables número de hojas por planta, área foliar por planta, longitud y peso de raíces en la fase de vivero.

De igual forma, Martínez (2018), evaluó en Aguaytía, el efecto de tres dosis de abono foliar líquido “biol” (Hummax), en la fase de vivero del cultivo de cacao. Cada tratamiento tuvo 50 plantones de cacao, los cuales fueron distribuidos bajo un diseño DCA. Los tratamientos fueron: T0 = sin aplicación, T1 =aplicación de biol vía foliar (2.5%), T2= aplicación de una dosis foliar de la mezcla de biol (5%), T3= aplicación foliar en la dosis (7.5%); y durante todo el experimento se realizaron 10 aplicaciones consecutivas, a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70 días después de la siembra en la bolsa del vivero. Los resultados indican que, la aplicación de biol al 7.5%, generó mejores promedios de altura de planta, diámetro de tallo, longitud de tallo, número de hojas, longitud de hoja y ancho de hoja, siendo el tratamiento testigo (sin aplicación de biol) el que presentó los más bajos promedios de desarrollo vegetativo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Origen de la especie

Morón (2018), señala que el cacao es una planta originaria de América, encontrada de manera natural en las áreas de bosques. Nuestros antepasados utilizaron el cacao para preparar bebidas, dulces y principalmente como dinero (trueque) con el que se podía comprar otros productos; esto hizo que aumentara la necesidad de tener más producto y dio inicio al cultivo de cacao en plantaciones cuidadas por el hombre.

2.2.2 Taxonomía

Castro (2015), menciona que la clasificación botánica más aceptada para el cacao es como sigue:

Reino : Plantae
División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Orden : Malvales
Familia : Sterculiaceae

Género : *Theobroma*

Especie : cacao L.

2.2.3 Características generales

Según el MINAGRI (2016) el árbol del cacao se cultiva en las regiones tropicales. Es comercialmente cultivada entre 15° al norte y 15° al sur de la línea ecuatorial. Sin embargo, se puede encontrar hasta las latitudes subtropicales entre 23°26’ (límite del trópico de Cáncer) al norte y 23°26’ (límite del trópico de Capricornio) al sur de la línea ecuatorial. El rango de temperatura promedio anual va de 23° a 30° C, siendo el óptimo de 25° C. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1 200 msnm, siendo el óptimo de 500 a 800 msnm. Asimismo, necesita humedad relativa anual promedio entre el 70% y 80%.

La precipitación pluvial mínima y máxima manejable es de 1 400 y 3 000 mm, respectivamente y óptima de 1 500 a 2 500 mm, con un alto grado de distribución 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.

El cultivo del cacao requiere estar libre de vientos fuertes persistentes a lo largo del ciclo productivo: es importante la prevención con árboles forestales como cortina rompe viento. La luminosidad es variable dependiendo del ciclo productivo en el que se encuentre, siendo del 40% al 50% para el cultivo en crecimiento (menor de 4 años) y del 60 al 75% para plantación en producción (mayor de 4 años).

De acuerdo a sus propiedades físicas, se establece bien en suelos de profundidad: de 0,60 a 1,50 metros. Con una textura del suelo franco, franco-arcilloso, franco arenoso. Asimismo, no es recomendable suelos finos o muy gruesos. Presenta poca tolerancia a suelos arcillosos pesados debido a una baja aireación y filtración del agua. Se observa la porosidad de los suelos de 20 a 60% con buena retención de humedad. Un buen drenaje es esencial y deseable. El

manto freático deberá estar a una profundidad mayor de 1,5 m, con topografías planas, ligeramente onduladas, con pendiente no mayor de 25%.

El árbol del cacao puede crecer hasta 10 m de altura cuando está a la sombra de altos árboles forestales. El fruto mide de 15 a 25 cm de largo y contiene de 30 a 40 semillas que se convierten en el grano del cacao después de ser fermentadas y secadas. Las mazorcas brotan del tronco principal y de las ramas de la copa. El cacaotal comienza a producir en cinco años.

Según Oblitas, (2015), el cacao es un cultivo de elevada exigencia nutricional para la formación de la estructura de la planta y los nutrientes más importantes considerados en la fertilización son el N, seguido por el K y en tercer lugar el P.

A su vez, Sánchez (2018), señala la cantidad de fuentes de nutrientes para la instalación del cultivo en la Tabla 1.

Tabla 2. ***Cantidad de fuentes de nutrientes para la instalación del cultivo.***

Fuentes	A la siembra	
	Por planta (g)	Por ha (kg)
Compost (N y MO)	200 ó mas	222,5 ó mas
Magnocal	25	28
Roca Fosfórica	100	112
Ulexita	0,3	0,35
TOTAL	125 a 325 g	142 a 363 kg.

2.2.4 El biol

Jiménez (2012) menciona que el biol es un abono orgánico, liquido resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: guano y rastrojo en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las

plantas haciéndolas más rigurosas y resistentes. La técnica empleada para lograr este propósito son los biodigestores.

Por su parte, Lavinia (2014) nos menciona que, el biol es un abono orgánico a partir, de desechos de cultivos y desechos animales o humanos tales como la orina y el excremento, el cual existen 3 tipos de formas de biol como biol líquido, biol seco y biol en forma de compostaje. De esta manera, el biol se puede utilizar para desarrollar un suelo fértil y saludable para la producción de cultivos de una manera limpia y 20 económica, lo cual, aumenta la rentabilidad de los cultivos en un promedio del 25%.

Así mismo, Jara *et al*., (2021), menciona que, el término biol se refiere generalmente a un líquido fermentado o fertilizante foliar compuesto principalmente de estiércol y agua como ingredientes básicos. Con gran variabilidad de recetas para la fabricación de biol. Esto se debe a que cada receta utiliza materiales que están fácilmente disponibles y a un bajo costo

Para Olortegui (2014), el biol es un fertilizante orgánico líquido producido por la fermentación anaeróbica de compuestos orgánicos, cuyo proceso proviene de la actividad microbiana intensiva de tal manera aumenta las cantidades de nutrientes.

2.2.5 Los microorganismos nativos

En el suelo existe un ecosistema complejo y dinámico en el que conviven numerosos organismos que interactúan entre sí, dando lugar a diversas asociaciones. Centrándonos en los cultivos, las plantas establecen en la rizosfera relaciones con microorganismos nativos. Estas relaciones, en su mayoría, son simbióticas, es decir, esta conexión permite a las plantas nutrirse de manera más eficaz y a los microorganismos nativos, por su parte, desarrollar poblaciones con grandes reservas de nutrientes. Toda esta interacción se traduce en una renovación y mejora en las características del suelo (Herogra, 2022)

Los microorganismos nativos que se encuentran en el suelo poseen unas capacidades, estudiadas y algunas aún por hacerlo, que les permiten la mejora del suelo y la promoción del crecimiento vegetal. En la agricultura, la capacidad de los microorganismos nativos no solo se basa en la formación de agregados y mejora de la parte física del suelo, sino que, también, en la parte biológica y molecular (Herogra, 2022).

2.3. Definiciones conceptuales

- **Cacao**

Es una fruta tropical que proviene del árbol del cacao y se utiliza para hacer chocolate. Es rico en antioxidantes y flavonoides, y se cree que tiene varios beneficios para la salud.

- **Crecimiento vegetal**

Es el proceso por el cual las plantas aumentan de tamaño y se desarrollan a lo largo de su vida. Se produce por medio de la división y el crecimiento celular.

- **Aplicación foliar**

La aplicación foliar aporta una nutrición rápida y en el acto para asegurar los más altos y mejores rendimientos. Y una efectiva corrección de deficiencias de nutrientes. Cuando se efectúa en etapas específicas del crecimiento del cultivo, llega a potenciar el desarrollo del rendimiento y mejora la calidad.

- **Biol**

Es un abono orgánico líquido, también conocido como biofertilizante, que se produce a partir de la fermentación de materia orgánica como estiércol animal y residuos vegetales en un ambiente sin oxígeno (anaeróbico).

- **Concentración**

Es la magnitud que expresa la cantidad de una sustancia por unidad de volumen, y cuya unidad en el sistema internacional es el mol por metro cúbico (mol(es) por metro cúbico).

- **Microorganismos eficientes nativos**

Los microorganismos eficientes nativos (MEN) son un conjunto de microorganismos beneficiosos que se encuentran en la naturaleza. Se utilizan en agricultura, ganadería y tratamiento de aguas residuales. Son seres vivos microscópicos. Están formados por bacterias ácido lácticas, levaduras, actinobacterias y hongos filamentosos, se producen a partir de material del lugar y se benefician mutuamente y generan sinergia

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método de investigación fue científico, considerado como una estrategia que consiste en crear una interrelación sistemática de hechos, mediante la experimentación, observación y lógica de los postulados aceptados (Torres, 2013)

3.2. Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación fue experimental y el nivel de investigación fue aplicada con manipulación de variables, porque las mediciones se basan en una escala de razón e intervalo, usando la estadística paramétrica (Torres, 2013).

3.2.1. Población y muestra

La población estuvo compuesta de 144 plantas de cacao CCN 51 recién sembrado en tresbolillo a una densidad de 3 m entre hileras por 3 m entre plantas de cacao.

La muestra estuvo representada por 24 plantas de cacao CCN 51 recién sembradas por unidad experimental en sistema tresbolillo a una densidad de 3 m entre hileras por 3 m entre plantas, lo cual corresponde a 2 plantas centrales por una de las 12 unidades experimentales.

3.3. Componentes en estudio

Los componentes en estudio fueron desarrollados en función del diseño de muestreo aleatorizado de los tratamientos, tomando en cuenta el número de plantas por cada unidad experimental, y el número de plantas netas evaluadas por cada unidad experimental.

En nuestro caso, las variables evaluadas por efecto de los diferentes niveles de biol, fueron los componentes de crecimiento del cacao como son altura de planta, diámetro de tallo, numero de hojas por planta y área foliar por planta, cuyo registro de datos se hizo a los 30, 60, 90 y 120 días de iniciado el ensayo

3.4. Tratamientos en estudio.

Las variables independientes fueron:

T_1 = testigo sin aplicación de biol
T_2 = biol a la dosis de 5 % de microorganismos nativos
T_3 = biol a la dosis de 10 % de microrganismos nativos
T_4 = biol a la dosis de 15 % de microrganismos nativos

Las variables dependientes fueron:

Altura de planta
Diámetro de tallo
Numero de hojas por planta
Área foliar

La operacionalización de las variables independientes se realizó de la siguiente forma:

Primero, se desarrolló la preparación del biofertilizante sólido, que consiste en obtener los microorganismos benéficos extrayendo 100 kg de hojarasca de un bosque y luego se compró 100 kg de polvillo de arroz y 8 kg de melaza.

Con estos materiales se procedió a efectuar la mezcla en un área limpia, de la hojarasca con el polvillo de arroz, y luego se agregó el agua junto con la melaza. Se efectuó la “prueba del puño” para verificar el exceso de humedad.

Una vez obtenida la mezcla, se vació en un timbo de 100 l de capacidad, herméticamente sellado por espacio de 30 días como mínimo, para facilitar la fermentación y propagación de los microorganismos benéficos.

Después de este periodo, se verificó la calidad de la fermentación, midiendo el pH del producto y el olor característico.

Luego de verificados estos parámetros, se retiró 5 kg del abono solido para activar el bidón cuya capacidad fue de 200 l del biol, mezclando 8 kg de melaza con 10 l de leche y 180 l de agua, dejando un espacio libre en el bidón para facilitar el proceso de respiración anaeróbica, para lo cual se coloca una manguera de plástico en la tapa del bidón con su respectivo sello de agua para favorecer este proceso, sellando herméticamente el bidón.

Según el Informe de Ensayo N° 0608-2023/AB/LABSAF-Pucallpa, los resultados proximales del biol indican que tiene un pH de 4.2 (fuertemente ácido), 3.5 % de N total, 4.44 mg/l de P total, 43.9 mg/l de Ca total, 61.2 mg/l de Mg y 442.5 mg/l de K total, los cuales señalan que se trata de un biofertilizante liquido apto para su aplicación foliar (ver Anexo 01)

Posteriormente, se procedió a la aplicación foliar de cada biol, tomando en cuenta las concentraciones de cada tratamiento a probar, con ayuda de una bomba de mochila de 20 litros de capacidad en tres ocasiones, al inicio del ensayo, a los 60 y 120 días después de la primera aplicación.

3.5. Diseño experimental.

Para la evaluación de las variables dependientes, se usó el diseño de BCA con 4 tratamientos y 3 repeticiones, y cuando hubo diferencias entre tratamientos, se aplicó la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$)

El modelo matemático fue expresado de la siguiente manera:

$$Yij: u + Ti + Bj + Eij$$

En donde:

Yij = Es el valor observado en la unidad experimental de la j-ésima repetición a la cual se aplicó el i-ésimo tratamiento.
U = Es el efecto de la media general.
Ti = Es el efecto del i-ésimo tratamiento.
B = Es el efecto de la j-ésima repetición.
£ij = Es el efecto aleatorio del error experimental

Tabla 3. ***Análisis de varianza***

Fuentes de variación	Grados de libertad
Repeticiones	2
Tratamientos	3
Error experimental	6
Total	11

Características del campo experimental.

Campo experimental.

Largo (m) : 48 m
Ancho (m) : 45 m
Área total (m^2) : 2160 m^2
N° total de plantas : 144 plantas

Bloques o repeticiones.

Número	:	3
Largo	:	48 m
Ancho	:	15 m
Área total	:	720 m^2
Número de plantas	:	48 plantas

Tratamientos.

Largo	:	15 m
Ancho	:	12 m
Área total	:	180 m^2
Número de plantas	:	12 plantas

Tabla 4. ***Croquis experimental***

	Tratamientos			
Repeticiones	R1T3	R1T2	R1T4	R1T1
	R2T1	R2T4	R2T2	R2T3
	R3T4	R3T3	R3T1	R3T2

3.6 Ejecución del experimento

3.6.1. Ubicación y duración del estudio

El ensayo se ejecutó en la parcela de la productora Doris Contreras Arozamena, ubicada en el caserío Juanjuí en el distrito de Neshuya, en las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: 8°38′22″S
Longitud: 74°57′53″O
Altitud: 193 msnm

3.6.2. Condiciones ambientales

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-Camacho, 2017).

Las condiciones climáticas para la zona de Neshuya son:
Temperatura máxima anual 36.5°C
Temperatura media anual 26.9°C
Temperatura mínima anual 17.4°C
Precipitación promedio anual 1712 mm

Respecto al suelo, tiene una textura franco arenosa, el pH del suelo es 4.4 (fuertemente ácido), con un bajo contenido de materia orgánica (1.2 %). Respecto al contenido de P es también muy bajo (menor a 0.4 mg/kg). En relación a las bases cambiables Ca (0.39 mg/kg), Mg (0.33 mg/kg) y K (0.18 mg/kg) y la CIC (1.55 mg/kg), en general tienen valores muy bajos, mientras que la saturación de Al llegó a 38.66 %, demostrando un mediano grado de toxicidad, según se reporta en el Informe de Ensayo N° 010023/25 / SU /LABSAF/ PUCALLPA

Tabla 5. Resultados del análisis del suelo por tratamiento.

Variable	Tratamientos			
	Testigo	Biol al 5 %	Biol al 10 %	Biol al 15 %
pH	4.4	4.3	5.8	6.4
Materia orgánica (%)	1.2	1.6	1.8	2.1
P (mg/kg)	<0.4	<0.4	<0.4	2.0
K (mg/kg)	0.18	0.31	0.82	0.83
Ca (mg/kg)	0.39	1.13	4.70	4.75
Mg (mg/kg)	0.33	0.48	1.48	1.48
Al (mg/kg)	0.50	<0.50	<0.50	<0.50
CIC (mg/kg)	1.55	2.58	7.07	7.13
PAC (%)	38.60	23.25	0.00	0.00

Como se indica en la Tabla 2, el incremento más significativo se aprecia con los tratamientos donde se aplicó los bioles al 10 y 15% de EM nativos, respecto al pH, materia orgánica, P total, K intercambiable, Ca y Mg cambiables, CIC, y por otro lado, la reducción de la acidez intercambiable llegó a niveles de 0.00 %, cuando se aplicó dichos tratamientos.

3.6.3. Proceso experimental

La ejecución del trabajo de investigación se inició en el mes de enero del 2024, realizando la captura de los microorganismos nativos en las áreas aledañas del bosque circundante.

Posteriormente, en el mes de abril del 2024, se procedió a la preparación de los microorganismos sólidos, su activación y el traslado de una muestra del biofertilizante liquido al Laboratorio del INIA Pucallpa, para su análisis respectivo.

En el mes de mayo del mismo año, se realizó la delimitación del terreno y el conteo de las plantas de cacao contempladas en el ensayo.

En el mes de junio del 2024, se realizó las evaluaciones biométricas del cultivo, antes de realizar la primera aplicación del biofertilizante al 5, 10 y 15 %

En el mes de julio del 2024, se realizó las evaluaciones biométricas del cultivo, antes de realizar la segunda aplicación del biofertilizante al 5, 10 y 15 %.

En el mes de agosto del 2024, se realizó la tercera evaluación de los parámetros biométricos, antes de realizar la tercera aplicación del biofertilizante al 5, 10 y 15 %. En este mismo mes, se realizó la evaluación del área foliar por planta por cada uno de los tratamientos

3.6.4. Variables evaluadas

Las variables dependientes fueron evaluadas de la siguiente forma:

- **Altura de planta de cacao**

Esta operación se efectuó antes de cada aplicación foliar del biol por tratamiento, es decir, a los 30, 60, 90 y 120 días de iniciado el ensayo, para lo cual, se seleccionó 2 plantas de cacao CCN 51 de cada unidad experimental y se midió su altura con ayuda de una regla graduada de madera, desde la base del suelo hasta el extremo superior de cada planta.

- **Diámetro de tallo del cacao**

Esta operación se efectuó antes de cada aplicación foliar del biol por tratamiento, es decir, a los 30, 60, 90 y 120 días, seleccionando 2 plantas de cacao CCN 51 de cada unidad experimental y se midió su diámetro, colocando el vernier a 10 cm de la base del tallo en cada planta seleccionada.

- **Numero de hojas por planta de cacao**

Esta operación se efectuó antes de cada aplicación foliar del biol por tratamiento, es decir, a los 30, 60, 90 y 120 días, para lo cual, se tomó en cuenta a las 2 plantas seleccionadas por cada unidad experimental, a las que se contabilizó el número de hojas por planta.

- **Área foliar por planta de cacao**.

Esta labor se realizó a los 120 días de iniciado el ensayo, para lo cual se cortó 4 hojas completas de cada una de las dos plantas seleccionadas de cacao por cada unidad experimental y mediante el método de la silueta, se dibujó los bordes de ambas hojas y se colocaron sobre un papel milimetrado, y luego se procedió a estimar el área foliar por planta expresado en cm^2.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS

4.1. Altura de planta

Para la evaluación por altura de planta a los 30 días después de iniciado el ensayo (Tabla 3), el análisis de variancia no detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos probados, donde el valor de F calculado para la fuente tratamientos no supera la Pr > F y el coeficiente de variabilidad llega a 21.23 %, el que se encuentra dentro del rango de aceptación, según Calzada (1970).

Tabla 6. ANVA de Altura de planta a los 30 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	3.66	1.83	0.12	0.88 ns
Tratamientos	3	31.08	10.36	0.67	0.59 ns
Error	6	92.18	15.36		
Total	11	126.92			
CV = 21.23 %			R^2 = 0.27		

Igualmente, en la evaluación de altura de planta a los 60 días de iniciado el ensayo (Tabla 4), tampoco se evidenció diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, donde el coeficiente de variabilidad es de 18.41 %.

Tabla 7. ANVA de Altura de planta a los 60 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	4.62	2.31	0.16	0.85 ns
Tratamientos	3	36.31	12.10	0.83	0.52 ns
Error	6	87.59	14.59		
Total	11	128.53			
CV = 18.41 %			R^2 = 0.31		

Por otro lado, en la evaluación de altura de planta a los 90 días de iniciado el ensayo (Tabla 5), la tendencia fue igual a las evaluaciones anteriores, es decir, no se apreciaron diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, donde el valor de F calculado para la fuente tratamientos no supera el valor de la Pr > F y el coeficiente de variabilidad registra 14.88 %, considerado aceptable para ensayos de campo, como refiere Calzada (1970).

Tabla 8. ANVA de Altura de planta a los 90 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	7.29	3.64	0.31	0.74 ns
Tratamientos	3	37.75	12.58	1.07	0.43 ns
Error	6	70.87	11.81		
Total	11	115.91			
	CV = 14.88 %		R^2 = 0.38		

Finalmente, en la evaluación de altura de planta a los 120 días después de iniciado el ensayo (Tabla 6), la tendencia tuvo un comportamiento similar a las evaluaciones anteriores, es decir, no se apreciaron diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, ya que el valor de F calculado para la fuente tratamientos no supera la Pr > F y el coeficiente de variabilidad llega a 17.90 %, considerado aceptable para ensayos de campo, como refiere Calzada (1970).

Tabla 9. ANVA de Altura de planta a los 120 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	4.04	2.02	0.10	0.90 ns
Tratamientos	3	62.41	20.80	0.99	0.45 ns
Error	6	125.95	20.99		
Total	11	192.41			
	CV = 17.90 %		R^2 = 0.34		

Sin embargo, al efectuar la prueba de Duncan ($p<0.05$), las diferencias sólo numéricas empiezan a observarse a partir de los 60 días después de iniciado el ensayo y posteriormente en las siguientes evaluaciones, donde el tratamiento Biol al 15 % de EM nativos, registra los promedios más altos con 23.1, 25.5 y 28.8 cm de altura de planta, a los 60, 90 y 120 días de iniciado el ensayo. Tabla 7.

Tabla 10. Altura de planta por tratamiento y por evaluación

N°	Tratamientos	Altura de planta (cm)			
		30 dds	60 dds	90 dds	120 dds
1	Testigo sin aplicar	19.0 a	21.0 a	23.0 a	24.5 a
2	Biol al 5 % de EM nativos	15.8 a	18.2 a	20.5 a	22.6 a
3	Biol al 10 % de EM nativos	18.6 a	20.5 a	23.3 a	26.3 a
4	Biol al 15 % de EM nativos	20.2 a	23.1 a	25.5 a	28.8 a

(*) letras iguales en la columna indican no diferencias estadísticas entre tratamientos

En el caso del tratamiento testigo, el incremento de altura de planta fue mínimo conforme pasó el tiempo de evaluación, lo cual no sucede con la aplicación de los bioles a las concentraciones de 10 y 15 % de EM nativos, ya que, mientras se desarrollaron las evaluaciones, la altura de planta tuvo un mejor comportamiento por efecto de la aplicación de las aplicaciones foliares.

Estos resultados indican que, probablemente, las diferentes concentraciones del biol con EM nativos no han impactado favorablemente en la altura de planta del cacao en las evaluaciones efectuadas a lo largo del ensayo, lo cual sugiere que, la variabilidad atribuida a las concentraciones resultó no significativa.

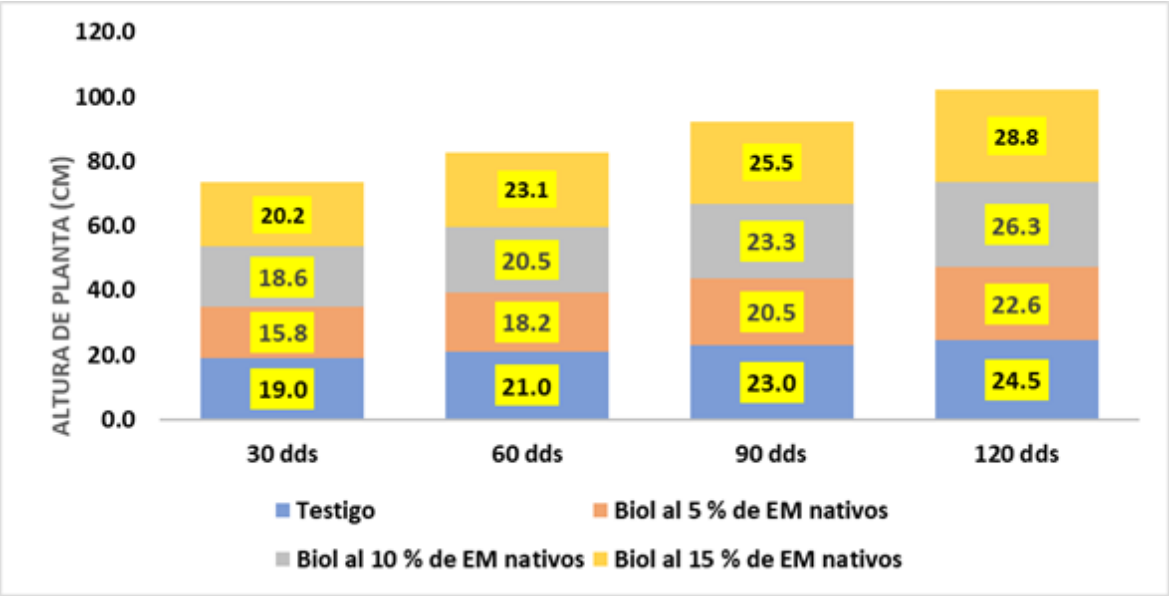


Figura 1. Altura de planta por tratamiento y por evaluación.

4.2. Diámetro de tallo

Para la evaluación del diámetro de tallo a los 30 días después de iniciado el ensayo (Tabla 8), el análisis de variancia no detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos probados, donde el valor de F calculado para la fuente tratamiento no supera la Pr > F y el coeficiente de variabilidad registra un valor de 41.3 %, considerado aceptable para ensayos de campo (Calzada, 1970).

Tabla 11. ANVA de Diámetro de tallo a los 30 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.57	0.28	0.27	0.77
Tratamientos	3	0.21	0.07	0.07	0.97
Error	6	6.32	1.05		
Total	11	7.11			
	CV = 41.3 %		R^2 = 0.11		

Por otro lado, al evaluarse el diámetro de tallo a los 60 días después de iniciado el ensayo (Tabla 9), el análisis de variancia no detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos probados, y donde el valor de F calculado no

supera el registro de la Pr > F y el coeficiente de variabilidad llega a 19.97 %, considerado aceptable para ensayos de campo, como refiere Calzada (1970).

Tabla 12. ANVA de Diámetro de tallo a los 60 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.54	0.27	0.62	0.56 ns
Tratamientos	3	1.35	0.45	1.04	0.44 ns
Error	6	2.60	0.43		
Total	11	4.50			
	CV = 19.97 %		R^2 = 0.42		

De igual forma, el análisis de variancia para diámetro de tallo a los 90 días después de iniciado el ensayo (Tabla 10), el análisis de variancia no evidenció diferencias estadísticas entre los tratamientos probados y donde el valor de F calculado para la fuente tratamientos no supera el valor de la Pr > F, mientras que el coeficiente de variabilidad fue de 20.94 %, considerado aceptable para ensayos de campo, como refiere Calzada (1970).

Tabla 13. ANVA de Diámetro de tallo a los 90 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.85	0.42	0.68	0.54 ns
Tratamientos	3	0.83	0.94	1.51	0.30 ns
Error	6	3.75	0.62		
Total	11	7.44			
	CV = 20.94 %		R^2 = 0.49		

De manera similar, al desarrollar el análisis de variancia para diámetro de tallo a los 120 días después de iniciado el ensayo (Tabla 11), el análisis de variancia no evidenció diferencias estadísticas entre los tratamientos probados, donde el valor de F calculado para la fuente tratamientos no supera el valor de la

Pr > F y el coeficiente de variabilidad fue de 21.12 %, considerado aceptable para ensayos de campo, según refiere Calzada (1970).

Tabla 14. ANVA de Diámetro de tallo a los 120 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.71	0.35	0.48	0.63 ns
Tratamientos	3	3.58	1.19	1.63	0.27 ns
Error	6	4.40	0.73		
Total	11	8.70			
	CV = 21.12 %		R^2 = 0.49		

Sin embargo, la prueba de Duncan ($p<0.05$), expresa que, las diferencias numéricas empiezan a observarse a partir de los 60 días después de iniciado el ensayo y posteriormente en las siguientes evaluaciones y, donde el tratamiento Biol al 15 % de EM nativos, registra los promedios más altos en la variable diámetro de tallo, con 3.76,4.56 y 4.83 cm, a los 60, 90 y 120 días de iniciado el ensayo, respectivamente. Tabla 12.

Tabla 15. Promedio del diámetro de tallo por tratamiento y por evaluación

N°	Tratamientos	Diámetro de tallo (cm)			
		30 dds	60 dds	90 dds	120 dds
1	Testigo sin aplicar	2.35 a	3.13 a	3.53 a	3.66 a
2	Biol al 5 % de EM nativos	2.30 a	2.86 a	3.26 a	3.53 a
3	Biol al 10 % de EM nativos	2.43 a	3.43 a	3.73 a	4.10 a
4	Biol al 15 % de EM nativos	2.53 a	3.76 a	4.56 a	4.93 a

(*) letras iguales en la columna indican no diferencias estadísticas entre tratamientos

En el caso del tratamiento testigo, el incremento de altura de planta fue mínimo conforme pasa el tiempo de evaluación, variando de 2.35 cm a los 30 días hasta llegar a 3.66 cm a los 120 días de iniciado el ensayo, mientras que, los tratamientos donde se aplicó los bioles a las concentraciones de 5 y 10 % de EM nativos, empezaron con diámetros de tallo de 2.30 y 2.43 cada uno y registraron 3.53 y 4.10 cm al finalizar el ensayo, lo cual puede ser atribuido a la eficiencia de la fertilización foliar con los biofertilizantes líquidos a dichas concentraciones.

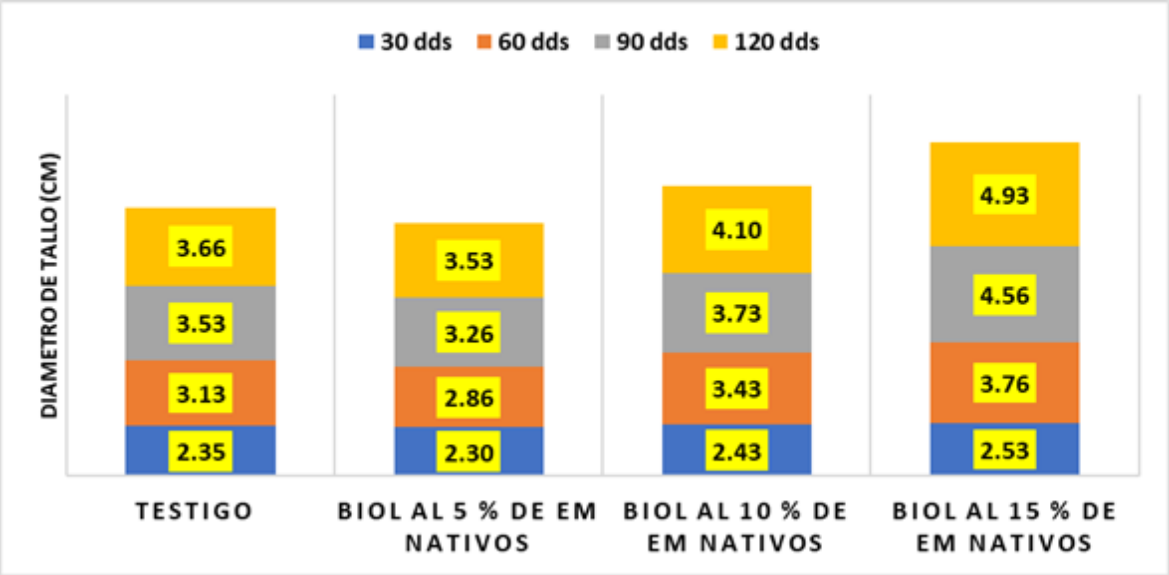


Figura 2. Diámetro de tallo por tratamiento y por evaluación.

Por otro lado, aun cuando los resultados obtenidos a lo largo de las cuatro evaluaciones, indican que el impacto de las concentraciones de biol con EM nativos no ha sido favorable estadísticamente, es preciso indicar que, conforme se ha incrementado el porcentaje de EM nativos en el contenido del biol, el incremento en diámetro de tallo de las plantas de cacao ha tenido una respuesta ascendente, especialmente a las concentraciones de 10 y 15 % de EM nativos, lo cual nos explica el impacto positivo de la aplicación de los tratamientos donde aplicaron los bioles, respecto al testigo.

4.3. Número de hojas por planta

La evaluación del número de hojas por planta efectuada a los 30 días de inicio del ensayo (Tabla 13), determinó que no se presentaron diferencias

estadísticas entre los tratamientos estudiados, donde el valor de F calculado para la fuente tratamiento no supera el valor de la Pr > F y el coeficiente de variabilidad llega a 24.78 %, considerado aceptable para ensayos de campo (Calzada, 1970).

Tabla 16. ANVA de Número de hojas a los 30 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.16	0.08	0.04	0.95 ns
Tratamientos	3	8.66	2.88	1.46	0.31 ns
Error	6	11.83	1.97		
Total	11	20.66			
	CV = 24.78 %		R^2 = 0.42		

A los 60 días de empezado el ensayo (Tabla 14), tampoco se registró diferencias estadísticas entre los tratamientos, donde el valor de F calculado para la fuente tratamiento no supera el valor de la Pr > F y el coeficiente de variabilidad alcanza a 28.48 %, siendo aceptable para ensayos de campo (Calzada, 1970).

Tabla 17. ANVA de Número de hojas a los 60 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.66	0.33	0.05	0.94 ns
Tratamientos	3	59.00	19.66	3.11	0.11 ns
Error	6	38.00	6.33		
Total	11	97.66			
	CV = 28.48 %		R^2 = 0.61		

Similar comportamiento se presentó en la evaluación del número de hojas por planta a los 90 días de iniciado el ensayo (Tabla 15), donde no se evidenció diferencias significativas entre los tratamientos, y el valor de F calculado para la fuente tratamiento no supera el valor de la Pr > F y el coeficiente de variabilidad

fue de 26.89 %, habiendo sido aceptable para ensayos de campo, según refiere Calzada (1970).

Tabla 18. ANVA de Número de hojas a los 90 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.50	0.25	0.03	0.97 ns
Tratamientos	3	43.58	14.52	1.74	0.25 ns
Error	6	50.16	8.36		
Total	11	94.25			
	CV = 26.89 %		R^2 = 0.46		

En la evaluación final del número de hojas por planta (Tabla 16), no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos, donde el valor de F calculado para la fuente tratamientos no supera el valor de Pr > F, registrando a la vez, un coeficiente de variabilidad de 27.13 %, calificado como aceptable para ensayos de campo, según refiere Calzada (1970).

Tabla 19. ANVA de Número de hojas a los 120 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	26.16	13.08	0.85	0.47 ns
Tratamientos	3	102.91	34.30	2.24	0.18 ns
Error	6	91.83	15.30		
Total	11	220.91			
	CV = 27.13 %		R^2 = 0.58		

Aun cuando no hubo diferencias significativas entre los tratamientos probados en las cuatro evaluaciones efectuadas, en la Tabla 17, se observa diferencias numéricas a partir de los 30 días de iniciado el ensayo, donde destaca la aplicación del biol con 15 % de EM nativos, con un promedio de 7 hojas por

planta, manteniendo su superioridad a los 60, 90 y 120 días después de iniciado el ensayo, con 11.6, 13.3 y 17 hojas por planta, respectivamente.

Tabla 20. Promedio del número de hojas por tratamiento y por evaluación

N°	Tratamientos	Numero de hojas por planta			
		30 dds	60 dds	90 dds	120 dds
1	Testigo sin aplicar	4.6 a	6.6 a	8.3 a	9.6 a
2	Biol al 5 % de EM nativos	5.6 a	6.6 a	9.6 a	14.3 a
3	Biol al 10 % de EM nativos	5.3 a	10.3 a	11.6 a	16.6 a
4	Biol al 15 % de EM nativos	7.0 a	11.6 a	13.3 a	17.0 a

(*) letras iguales en la columna indican no diferencias estadísticas entre tratamientos

Similar comportamiento se registró al aplicarse las concentraciones de 5 y 10 % de EM nativos, quienes al inicio reportaron 5.6 y 5.3 hojas por planta, llegando a producir hasta 14.3 y 16.6 hojas por planta en la evaluación final, mientras que, en el tratamiento testigo reportó 4.6 hojas por planta a los 30 días de iniciado el ensayo, finalizando con 9.6 hojas por planta a los 120 días. Tabla 17.

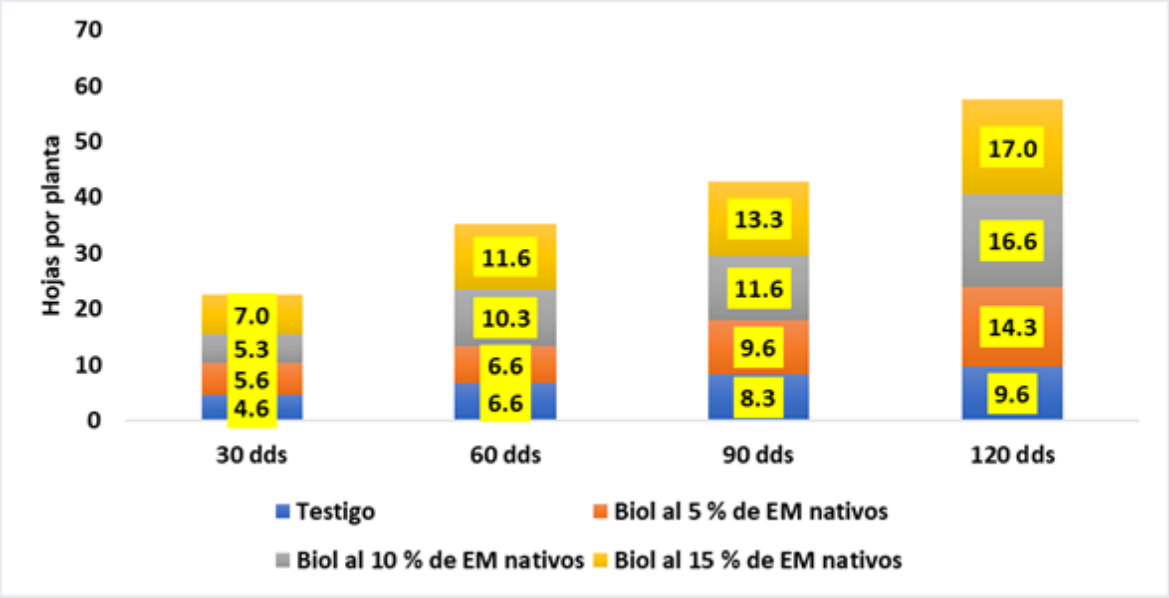


Figura 3. Número de hojas por planta por tratamiento y por evaluación.

De forma análoga a las evaluaciones de altura de planta y diámetro de tallo, los resultados obtenidos sobre el número de hojas por planta a lo largo de las cuatro evaluaciones, indican que, numéricamente, el impacto de las concentraciones de biol con EM nativos ha sido favorable, especialmente con las aplicaciones de 10 y 15 % de EM nativos en el contenido del biol, lo que nos da a entender el impacto positivo de la aplicación de los tratamientos donde aplicaron los bioles, respecto al testigo.

4.4. Área foliar por planta

Los resultados del análisis de variancia para área foliar por planta muestran que la variabilidad expresada alcanza el 22 %, detectando que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, donde el valor de F calculado para la fuente tratamientos no supera el valor de Pr > F, conforme se aprecia en la Tabla 18.

Tabla 21. ANVA de Área foliar por planta a los 120 días de iniciado el trabajo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	3.10	1.55	0.60	0.57 ns
Tratamientos	3	43.84	14.61	5.65	0.03 ns
Error	6	15.51	02.58		
Total	11	62.46			
	CV = 22.00 %		R^2 = 0.75		

La prueba de Duncan (p<0.,05) para la variable área foliar por planta, determinó la superioridad numérica de los tratamientos donde se aplicó el biol a la concentración de 15 y 10 % de EM nativos, con 8.93 y 8.40 cm^2 de área foliar, cada uno, mientras que, con el biol a la concentración de 5 %, se obtuvo 7.83 cm^2 de área foliar, frente al testigo si aplicar, quien registró 4.06 cm^2 de área foliar por planta. Tabla 19.

Tabla 22. Promedio del área foliar por tratamiento y por evaluación

N°	Tratamientos	Área foliar (cm^2)	significación
1	Testigo sin aplicar	4.06	b
2	Biol al 5 % de EM nativos	7.83	a
3	Biol al 10 % de EM nativos	8.40	a
4	Biol al 15 % de EM nativos	8.93	a

(*) letras iguales en la columna indican no diferencias estadísticas entre tratamientos

Esta Tabla también explica que, como producto de los mayores promedios encontrados en la variable número de hojas por planta, probablemente haya influenciado en la obtención de una mayor área foliar, respecto a las aplicaciones de los bioles al 10 y 15 % de EM nativos, proporcionando una valiosa información para discutir formalmente los resultados obtenidos en esta variable.

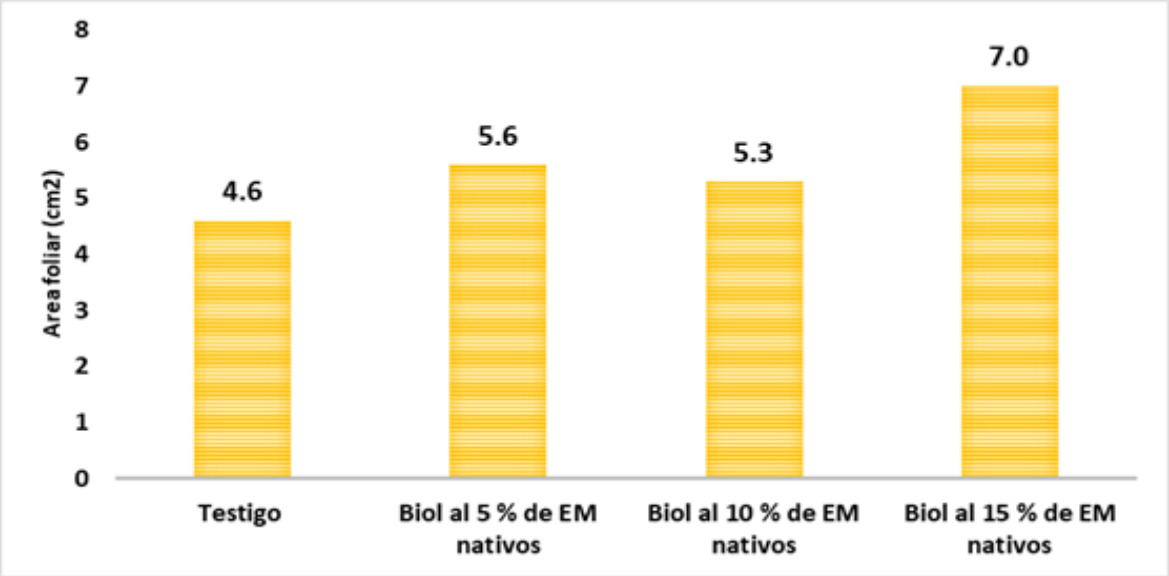


Figura 4. Area foliar por tratamiento y por evaluación

CAPÍTULO V.

DISCUSIÓN

Respecto al contenido proximal del biol con diferentes concentraciones de EM nativos, los resultados indican que, muestra un pH de 4.2 (fuertemente ácido), 3.5 % de N total, 4.44 mg/l de P total, 43.9 mg/l de Ca total, 61.2 mg/l de Mg y 442.5 mg/l de K total, los cuales señalan que se trata de un biofertilizante liquido apto para su aplicación foliar.

Antes de la aplicación de los bioles a diferentes concentraciones de EM nativos, el suelo presentó una textura franco arenosa, un pH fuertemente acido (4.4), muy bajo contenido de materia orgánica (1.2 %), así como de P disponible (menor a 0.4 mg/kg) y de bases intercambiables como Ca (0.39 mg/kg), Mg (0.33 mg/kg) y K (0.18 mg/kg) y la CIC (1.55 mg/kg), mientras que la saturación de Al llegó a 38.66 %, demostrando un mediano grado de toxicidad.

Al finalizar el ensayo, los resultados del análisis de suelo donde se aplicaron los bioles a diferentes concentraciones de EM nativos indican que, el incremento más significativo se aprecia con los tratamientos donde se aplicó los bioles al 10 y 15%, respecto al pH, materia orgánica, P total, K intercambiable, Ca y Mg cambiables, CIC, y por otro lado, la reducción de la acidez intercambiable llegó a niveles de 0.00 %, cuando se aplicó dichos tratamientos.

En lo que respecta a altura de planta, los resultados indican que, probablemente, las diferentes concentraciones del biol con EM nativos no han impactado favorablemente en la altura de planta del cacao en las evaluaciones efectuadas a lo largo del ensayo, lo cual sugiere que, la variabilidad atribuida a las concentraciones resultó no significativa.

Por otro lado, aun cuando los resultados obtenidos a lo largo de las cuatro evaluaciones, indican que el impacto de las concentraciones de biol con EM nativos no ha sido favorable estadísticamente en relación a la variable diámetro de tallo, su incremento numérico ha demostrado una respuesta ascendente,

especialmente a las concentraciones de 10 y 15 % de EM nativos, lo cual nos explica el impacto positivo de la aplicación de los tratamientos donde aplicaron los bioles, respecto a la performance del tratamiento testigo.

Similar a las evaluaciones de altura de planta y diámetro de tallo, los resultados obtenidos sobre el número de hojas por planta a lo largo de las cuatro evaluaciones, indican que, numéricamente, el impacto de las concentraciones de biol con EM nativos ha sido favorable, especialmente con las aplicaciones de 10 y 15 % de EM nativos en el contenido del biol, lo que nos da a entender el impacto positivo de la aplicación de los tratamientos donde aplicaron los bioles frente al comportamiento del tratamiento testigo

Finalmente, para el área foliar por planta, los resultados explican que, como producto de los resultados encontrados en la variable número de hojas por planta, probablemente este factor ha influenciado en la obtención de una mayor área foliar, respecto a las aplicaciones de los bioles al 10 y 15 % de EM nativos, proporcionando una valiosa información para discutir formalmente los resultados obtenidos en esta variable.

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los objetivos del ensayo, se concluye:

- Al finalizar el trabajo, los resultados del análisis de suelo donde se aplicaron los bioles a diferentes concentraciones de EM nativos indican que, el incremento más significativo se aprecia con los tratamientos donde se aplicó los bioles al 10 y 15%, respecto al pH, materia orgánica, P total, K intercambiable, Ca y Mg cambiables, CIC, y por otro lado, la reducción de la acidez intercambiable llegó a niveles de 0.00 %, cuando se aplicó dichos tratamientos.

- No hubo diferencias estadísticas en los indicadores de crecimiento del cultivo de cacao cuando se aplicaron las concentraciones de biol con microorganismos nativos respecto al tratamiento control, sin embargo, numéricamente, las dosis de biol al 10 y 15 % de microorganismos nativos tuvieron una mejor influencia en las variables de crecimiento del cultivo de cacao a los 30, 60, 90 y 120 días después de su aplicación.

- El biol preparado con diferentes concentraciones de microorganismos nativos registró un pH de 4.2 (fuertemente ácido), 3.5 % de N total, 4.44 mg/l de P total, 43.9 mg/l de Ca total, 61.2 mg/l de Mg y 442.5 mg/l de K total, los cuales señalan que se trata de un biofertilizante liquido apto para su aplicación foliar.

CAPITULO VII.

RECOMENDACIONES

Conforme a las conclusiones del ensayo, se recomienda:

- Desarrollar nuevas investigaciones probando las concentraciones de 10 y 15 % de biol con microrganismos nativos en las etapas de floración y maduración del cultivo de cacao clon CCN 51

- Comparar el efecto de las concentraciones del biol con microorganismos nativos con otros bioles similares para determinar el efecto en el suelo y en las variables de crecimiento y desarrollo del cultivo de cacao.

- Difundir los resultados de la investigación sobre el efecto de las concentraciones del biol con microorganismos nativos en diferentes escenarios y en publicaciones locales y regionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agraria.pe. Agencia Agraria de noticias. Consultado en línea. 11 de junio del 2023. Disponible: https://agraria.pe/noticias/midagri-produccion-nacional-de-cacao-en-grano-alcanzo-las-17-31672

Agraria pe. Producción nacional de cacao en grano alcanzó las 170.000 toneladas en 2022. Consultado en línea. Disponible: https://agraria.pe/noticias/midagri-produccion-nacional-de-cacao-en-grano-alcanzo-las-17-31672ª

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. Consultado 12 de noviembre 2023. Disponible en: https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-9.pdf

Balladares, F; Quevedo, L; García, R. 2021. Efectos de biochar como enmienda edáfica en la calidad sensorial del cacao CCN-51 en el sector de Río Negro. In Revista Científica Agroecosistemas. Vol 9 Num 2. Disponible: https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/471

Castro, C. (2015). Evaluación de la Fenología Reproductiva y Dinámica de Producción del Cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.) CCN – 51, en el Distrito de Irazola. Tesis Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia Peruana. Disponible: https://repositorio.unia.edu.pe/items/19fd1a12-a191-4d66-ad06-ff41d165eb67

Flores, S. (2022). Efecto de la fertilización y enmiendas orgánicas en la disminución de absorción de Cd en cultivo de cacao (Theobroma cacao L.), Sector Palo Blanco- Chulucanas-Morropón- Piura-Perú. Tesis Universidad Nacional de Piura. Consultado en línea 12 de enero del 2025.Disponible: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_5246331053909c150d4dbf50412e57b4

Herogra. (2022). La importancia de los microorganismos en el suelo. Consultado en línea. Disponible: https://herograespeciales.com/la-importancia-de-los-microorganismos-en-el-suelo/

Jara, J; Gallegos, J; Cruz, A. (2021). Elaboración y caracterización de bioles de residuos orgánicos. Universidad de Costa Rica. Disponible: https://www.redalyc.org/journal/666/66670035008/html/

Jiménez, J. (2012). Efecto de la aplicación de dos abonos foliares en la producción orgánica de tres cultivares de espinaca (Spinacia oleracea L.). Universidad Nacional Agraria La Molina. Programa de Hortalizas. Lima. Disponible:https://www.lamolina.edu.pe/facultad/agronomia/programa/hortalizas/Investigacion/Tesis/Tesis%20Sustentadas/Resumen%20Julio%20Jimenez.pdf

Lavinia, H. (2014). El biol: fertilizante supremo. Estudio sobre el biol, sus usos y resultados. Hivos. Documento de trabajo. Disponible: Bioslurry_a supreme fertiliser_HIVOS2014_esp.pdf

Lucano, D. (2021). Eficiencia de un biol elaborado a partir de residuos de cosecha en la producción del cacao (Theobroma cacao L.), clon TSH 565 en una plantación orgánica agroforestal. Tesis Universidad Científica del Sur. Disponible:https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USUR_12cbf0da42dbab8ac304ceef04153637

Martínez, A. (2018). Efecto de tres dosis de abono foliar líquido “biol” en la fase de vivero del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.), en la Junta Vecinal de Pampa Yurac, distrito y provincia de Padre Abad. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. 79 p.

MINCETUR. (2023). Ucayali. Reporte de comercio regional. Consultado em línea. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5534633/4924060-rcr-ucayali-i-semestre-2023.pdf

Monsalve, P. 2023. Respuesta de fuentes y dosis de bioles en el crecimiento en fase de vivero del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el distrito de Callería. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa 68 p.

Morón, S. (2018). Evaluación de la incidencia de enfermedades en frutos de cacao (Theobroma cacao L.) clon CCN 51 en una plantación de producción orgánica. Tesis Universidad Nacional Agraria de la Selva. Disponible: https://repositorio.unas.edu.pe/items/ea078a37-e824-42df-bb5a-1bf049e23e08

Noboa, B. (2022). Uso de microorganismos eficientes para acelerar la descomposición de residuos vegetales de cacao (Theobroma cacao L.), Echeandía- Bolívar. Tesis Universidad Agraria del Ecuador. Disponible: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/NOBOA%20GAVILANES%20BYRON%20ALEXANDER.pdf

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.). Tesis Universidad Estatal Amazónica. Puyo – Ecuador. Consultado en línea 12 de enero del 2025. Disponible en: https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/628/1/T.AGROP.B.UEA.1148

Olortegui, P. (2014). Efecto de la aplicación de tres dosis de bioles en el crecimiento de Almendro (Terminalia catappa Linn) en fase de vivero - Tingo María. Tesis Universidad Nacional Agraria de la Selva. Consultado en línea. Disponible: https://repositorio.unas.edu.pe/items/5660529b-ab07-4661-a57e-ab059f0f6302

Parco, M; Camacho, A; Parco, J; Dionisio, F. 2022. Efecto de niveles de aplicación de guano de islas en incremento de frutos de cacao. In Tecnología en marcha. Vol 3 N° 2.pgs 105-114. Disponible: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/5595

Rada, T. 2023. Aplicación de tres dosis de bio CNPK energético 9-19-9 en el crecimiento de plántulas de cacao (Theobroma cacao L.) Clon IMC 67 en Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 82 p.

Ramos, R. 2019. Factor sustrato y cobertura en la germinación y desarrollo inicial de patrones de cacao (Theobroma cacao L.) en vivero, finca experimental La Represa. Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. 87 p.

Torres, J. 2013. Métodos estadísticos para la investigación experimental. Impreso Compugraf S.R.L. Chachapoyas Perú. Disponible: https://es.scribd.com/document/431062455/METODOS-ESTADISTICOS

Vera, J. & Salazar, M. 2021. Aplicación de siete bioles sobre el desarrollo agronómico en cacao (Theobroma cacao L.) de origen sexual y asexual en etapa productiva en la finca experimental La Represa. Centrosur Agraria. Consultado en línea 05 de octubre del 2024. Disponible: https://www.centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/124

Villar, N. (2023). Efecto del compost y EM (Microorganismos Eficientes) en la calidad del suelo del Theobroma cacao L. (cacao) en el caserío La Florida, Castillo Grande, Leoncio Prado. Tesis Universidad Nacional Agraria de la Selva. Disponible: https://repositorio.unas.edu.pe/items/fe7cf667-b6c3-4909-bf5a-5e79cec15bb1

ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis nutricional del suelo experimental

Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO
N° 06008-23/AB/ LABSAF - PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: EDWARD JHON EDILBERTO CRISANTO ALVA
Propietario / Productor	: EDWARD JHON EDILBERTO CRISANTO ALVA
Dirección del cliente	: CALLE LOS NARANJOS Mz 9 Lt 7 SHIRAMBARI
Solicitado por	: EDWARD JHON EDILBERTO CRISANTO ALVA
Muestreado por	: Cliente
Número de muestra(s)	: 1
Producto declarado	: Biol
Presentación de las muestras(s)	: Frasco de plástico
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: NESHUYA, PADREA ABAD, UCAYALI (*)
Fecha(s) de muestreo	: 2023-01-01 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2023-05-24
Lugar de ensayo	: LABSAF Pucallpa
Fecha(s) de análisis	: del 25/05/2023 al 22/06/2023
Cotización del servicio	: 083-23-PC
Fecha de emisión	: 2023-06-02

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			AB0022-PC-23					
Matriz Analizada			Biol					
Fecha de Muestreo			2023-01-01					
Hora de Inicio de Muestreo (h)			10:00					
Condición de la muestra			Conservada					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			M1					
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
pH (**)	Unid. pH	0.1	4.2					
Conductividad eléctrica (**)	mS/m	1.0	824.0					
Nitrogeno total (**)	%	--	3.5					
P total (**)	mg/L	--	4.44					
Calcio (**)	mg/L	--	43.9					
Magnesio (**)	mg/L	--	61.2					
Potasio (**)	mg/L	--	442.5					

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045 D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH
Conductividad eléctrica	NTP 214.049: 2015. Determinación de conductividad eléctrica
Nitrogeno total	Determinación de nitrogeno total por combustión completa (Análisis elemental)
P total	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). item 7.1.11 AS-11.2000. Determinación de fosforo método Bray
Calcio	Norma Técnica Colombianan 5167. Cuantificación de calcio, potasio, magnesio, en abonos organicos con acetato de amonio 1N
Magnesio	Norma Técnica Colombianan 5167. Cuantificación de calcio, potasio, magnesio, en abonos organicos con acetato de amonio 1N
Sodio	Norma Técnica Colombianan 5167. Cuantificación de calcio, potasio, magnesio, en abonos organicos con acetato de amonio 1N
Potasio	Norma Técnica Colombianan 5167. Cuantificación de calcio, potasio, magnesio, en abonos organicos con acetato de amonio 1N

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

Anexo 2. Resultados del análisis textural del 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

INFORME DE ENSAYO
N° 010023-25 / SU / LABSAF - PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Edward Jhon Elberto Crisanto Alva	
Propietario / Productor	: Edward Jhon Elberto Crisanto Alva	
Dirección del cliente	: Caserío Juanjui	
Solicitado por	: Edward Jhon Elberto Crisanto Alva	
Muestreado por	: El cliente	
Número de muestra(s)	: 4	
Producto declarado	: Suelo	
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa plástica	
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente	
Procedencia de muestra(s)	: Neshuya	
Fecha(s) de muestreo	: 2024-12-20	(***)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2025-01-10	
Lugar de ensayo	: LABSAF PUCALLPA	
Fecha(s) de análisis	: Del 2025-01-13 al 2025-01-21	
Cotización del servicio	: 004-25-PC	
Fecha de emisión	: 2025-01-22	

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			SU0010-PC-2025	SU0011-PC-2025	SU0012-PC-2025	SU0013-PC-2025	0	0
Matriz Analizada			Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de Muestreo			2024-12-20	2024-12-20	2024-12-20	2024-12-20	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)			11:00	11:00	11:00	11:00	-	-
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)			T 1	T 2	T 3	T 4	-	-
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
pH	unid. pH	0,1	4,4	4,3	5,8	6,4	-	-
Materia Orgánica	%	0,3	1,2	1,6	1,8	2,1	-	-
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,5	0,60	0,60	<0,5	<0,5	-	-
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-	-
Textura	-	-	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	58,70	68,70	65,20	60,70	-	-
Arcilla	%	-	16,20	16,20	18,30	18,20	-	-
Limo	%	-	25,10	15,10	16,50	21,10	-	-
Clase Textural	-	-	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso	-	-
Fósforo Disponible (*)	mg/kg	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	2,0	-	-
Calcio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,39	1,13	4,70	4,75	-	-
Magnesio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,33	0,48	1,48	1,48	-	-
Sodio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Potasio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,18	0,31	0,82	0,83	-	-
Potasio Disponible (*)	ppm	3,20	98,00	145,20	364,50	348,00	-	-
Suma de bases intercambiables (*)	cmol (+)/Kg	-	0,95	1,98	7,07	7,13	-	
CICe (*)	cmol (+)/Kg	-	1,55	2,58	7,07	7,13	-	
Saturación de acidez y aluminio (*)	%	-	38,60	23,25	0,00	0,00	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-

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

ICONOGRAFÍA

Figura 5. Recolección de hojarasca del bosque como fuente de microorganismos para su propagación en sustrato sólido



Figura 6. Mezcla de material para la elaboración y propagación de microorganismos



Figura 7. Aplicación de melaza para la propagación de microorganismos sólido



Figura 8. Homogeneización y vaciado de los materiales en un bidón, para su fermentación *controlada* durante un mes

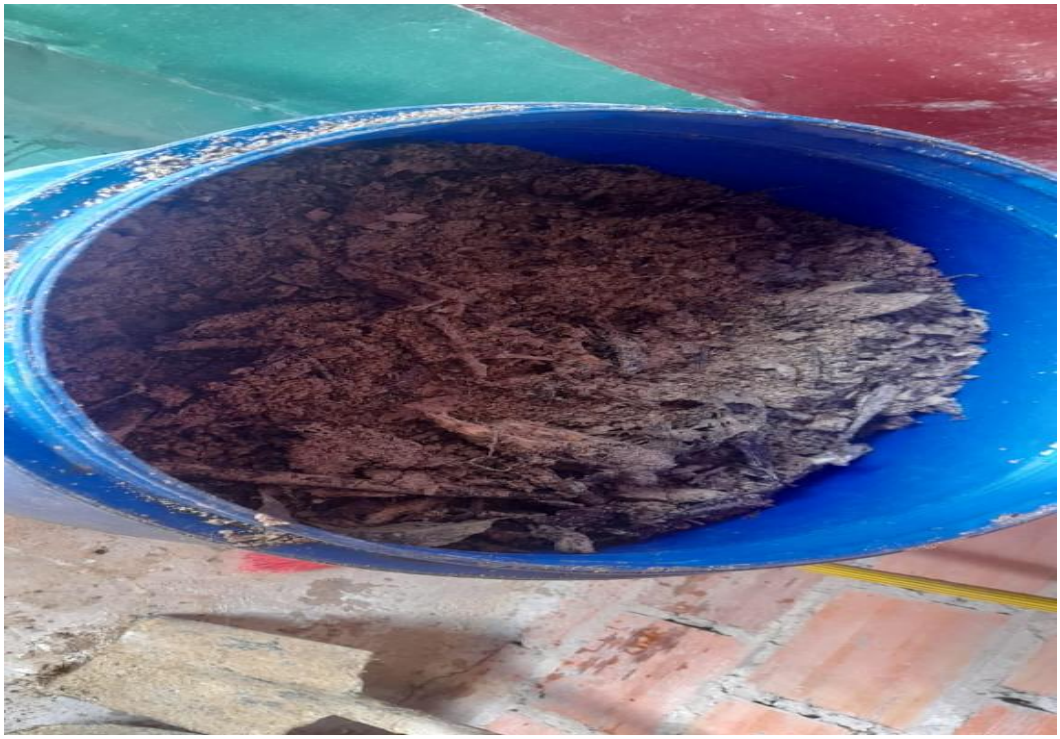


Figura 9. Tras un mes de fermentación del material sólido, se extrajeron 5 kg para la activación de microorganismos líquidos

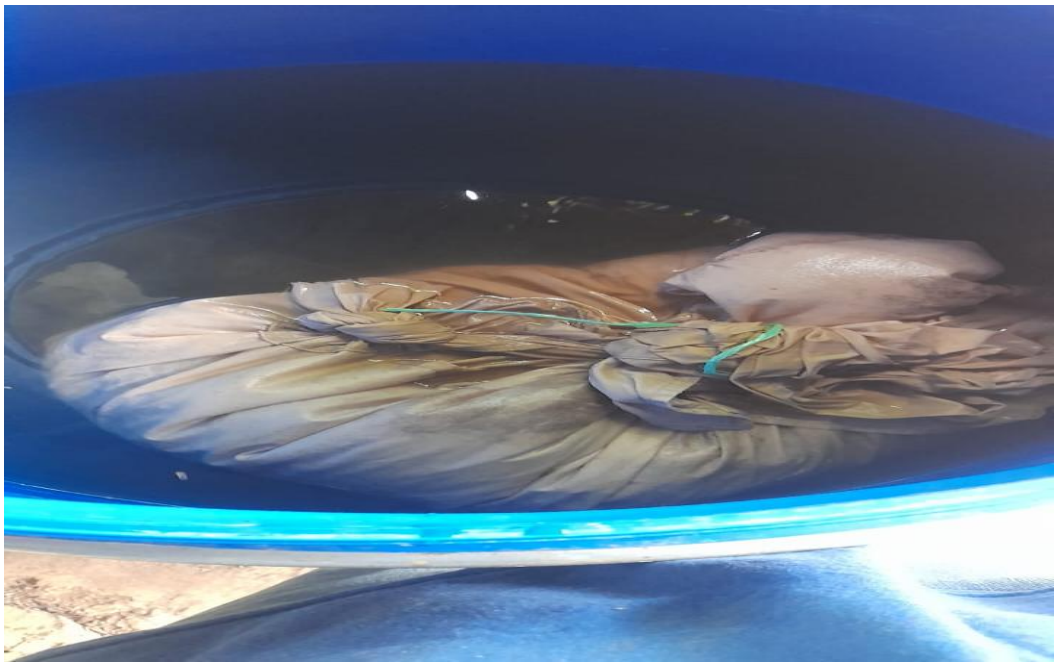


Figura 10. Elaboración y activación de microorganismos nativos en medio líquido



Figura 11. Medición del pH previa al proceso de fermentación o activación de los microorganismos en medio líquido, durante un periodo de un mes



Figura 12. Determinación de concentraciones de microorganismos al 5%, 10% y 15%



Figura 13. Aplicación del biol en los porcentajes al 5, 10,15%



Figura 14. Medición de diámetro de tallo y altura de planta antes de la aplicación



Figura 15. Visita del jurado

