UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE TRES BIOLES EN EL CRECIMIENTO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN VIVERO EN NUEVO SAN PEDRO DISTRITO DE CAMPO VERDE

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

CARLOS ALBERTO PASTRANA DEL ÁGUILA

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 **CARLOS ALBERTO PASTRANA DEL ÁGUILA**, denominada: **"RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE TRES BIOLES EN EL CRECIMIENTO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis Jacq*) EN VIVERO EN NUEVO SAN PEDRO DISTRITO DE CAMPO VERDE"**, 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 UNANIMIDAD** con el calificativo **(18) DIECIOCHO.**

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, 1 de julio de 2025.

.....
Ing. Luis Alberto Díaz Sandoval, M.Sc.
Presidente

.....
Ing. Isaías González Ramírez
Miembro

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

.....
Dr. Carlos Alberto Ramírez Chumbe, Ing.
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.

ACTA DE APROBACION DE TESIS

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. Luis Alberto Díaz Sandoval, M.Sc. .....
Presidente

Ing. Isaías González Ramírez .....
Miembro

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

Ing. Carlos Alberto Ramírez Chumbe, Dr. .....
Asesor

Bach. Carlos Alberto Pastrana del Águila .....
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/279-2025**.

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

"**RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE TRES BIOLES EN EL CRECIMIENTO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis Jacq*) EN VIVERO EN NUEVO SAN PEDRO DISTRITO DE CAMPO VERDE**"

Autor(es)	:	**PASTRANA DEL AGUILA, CARLOS ALBERTO**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**Dr. RAMIREZ CHUMBE, CARLOS ALBERTO**

Presenta un **porcentaje de similitud de 6 %,** 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: 30/05/2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI Dirección General de Producción Intelectual

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, Carlos Alberto Pastrana del Aguila

Autor de la tesis titulada : "Respuesta a la aplicación de tres bioles en el crecimiento de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq) en vivero en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde"

Sustentada el año: 2025

Asesor(a): Dr. Carlos Alberto Ramírez Chumbe

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: 1 / 07 / 2025

Email: carlospastrana015@gmail.com Firma:

Teléfono: 991 289 034 DNI: 70025982

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

DEDICATORIA

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, cuyo sustento y dirección han hecho posible este logro. A Jesucristo, que, de él, por él y para él son todas las cosas, y en él todas las cosas subsisten; a Él encomiendo mis esfuerzos y elevo mi gratitud por su gracia inmerecida.

A mi padre, Alberto Pastrana, cuya dedicación y apoyo inquebrantable han sido mi mayor inspiración. A mi madre, Antonia del Águila, por inculcarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Gracias a ustedes, y por ustedes, este logro es una realidad.

A mi esposa, Jessy, mi compañera de vida. Tu amor, paciencia y aliento han sido mi refugio y mi mayor motivación en este camino. Gracias por caminar a mi lado, por sostenerme y por compartir conmigo cada sueño. A mi hijo Drake, mi mayor bendición y fuente de inspiración, quien me impulsa a seguir adelante con determinación y fe.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profunda gratitud a la Universidad Nacional de Ucayali por darme la oportunidad de ser parte de esta prestigiosa institución. A lo largo de mi formación, he contado con un invaluable respaldo académico, reflejado en la excelencia y dedicación de sus docentes, cuyo conocimiento y guía han sido fundamentales para alcanzar este importante logro.

A todos los docentes y miembros del personal administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Agronomía, expreso mi más profundo agradecimiento por su dedicación, compromiso y vocación en brindar una formación de excelencia.

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento al Dr. Carlos Alberto Ramírez Chumbe por su compromiso, motivación y asesoría durante el proceso de la ejecución del proyecto de investigación.

A mis compañeros de estudio, con quienes compartí vivencias inolvidables a lo largo de mi vida universitaria.

INDICE GENERAL

Pág.

CARATULA…..……..…….. i

APROBACIÓN…….…….. iii

DEDICATORIA…….…… vi

AGRADECIMIENTO…….…….. vii

INDICE GENERAL…….……... viii

RESUMEN……..…… xi

ABSTRACT……..…….. xii

LISTA DE TABLAS…….……..…… xiii

LISTA DE FIGURAS…….…… xiv

LISTA DE ANEXOS…….. xv

INTRODUCCION…….……..…… 1

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA……..……. 3

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

1.2. Formulación del problema general y específicos...……..... 4

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

1.3.1 Objetivo general …… 5

1.3.2. Objetivo específico…….…… 5

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis …….. 5

1.4.1. Hipótesis general…..……. 5

1.4.2. Hipótesis especifica ……. 6

1.5. Operacionalización de las variables……. 7

1.6. Justificación e importancia……. 8

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO…… 10

2.1. Antecedentes de la investigación..…… 10

2.1.1. Antecedentes Internacionales…….…….. 10

2.1.2. Antecedentes Nacionales……..…….…… 13
2.1.3. Antecedentes Locales ……..…….…… 14
2.2. Bases teóricas……..…… 14
2.2.1. Cultivo de palma aceitera…… 14
2.2.2. El biol ……. 19
CAPITULO III. METODOLOGÍA……..…… 22
3.1 Tipo de investigación ……. 22
3.2. Ubicación y duración del estudio 22
3.3. Duración del ensayo ……..... 23
3.4. Material y equipo …..……. 23
3.5. Variables estudiadas …….. 24
3.5.1. Variable independiente…… 24
3.5.2. Variable dependiente…….. 25
3.6. Población y muestra ……..... 26
3.6.1. Población…….. 26
3.6.2. Muestra…….. 27
3.7. Diseño experimental …… 27
3.7.1. Análisis paramétrico……. 27
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..……..... 29
4.1. Respuesta de tres bioles en la altura de plantas de palma aceitera…….. 29
4.2. Respuesta de tres bioles en el diámetro de plantas de palma aceitera…….. 31
4.3. Respuesta de tres bioles en la longitud de peciolo en plantas de palma aceitera……. 34
4.4. Respuesta de tres bioles en la longitud del raquis en plantas de palma aceitera……. 37
4.5. Respuesta de tres bioles en el número de raíces en plantas de palma aceitera……. 39

4.6. Respuesta de tres bioles en la longitud de raíces en plantas de palma aceitera……. 41
CAPITULO V. CONCLUSIONES…….…….. 45
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES ……..... 46
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS ……..……. 47
ANEXOS……. 54

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, titulado “Respuesta a la aplicación de tres bioles en el crecimiento de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en vivero en Nuevo San Pedro, distrito de Campo Verde”, tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres bioles en el crecimiento de palma aceitera en Campo Verde. El tipo de investigación fue experimental; se utilizó un diseño completamente al azar y la prueba de Tukey con una significancia de 0.05. El estudio evaluó tres bioles (T4: BIO YON, T3: Humus líquido de lombriz, T2: BIOL P-86) y un testigo (T1: Yaramila Hydran) en seis variables de crecimiento de palma aceitera en vivero mediante ANOVA. Los resultados mostraron que T4 (BIO YON) fue superior en altura (133.3 cm; R^2 = 98.48 %), diámetro (8.99 cm; R^2 = 85.47 %), raquis (75.8 cm; R^2 = 97.67 %), número de raíces (36 unidades; R^2 = 97.65 %) y longitud de raíces (140 cm; R^2 = 98.42 %), con valores F entre 70.57 y 3665.62, que confirmaron diferencias significativas (p = 0.00). T3 destacó en longitud de pecíolo (33.1 cm; R^2 = 94.96 %), mientras que T1 (testigo) registró los valores más bajos en todas las variables (altura de 121.9 cm, raíces con 24 unidades). Los altos coeficientes de determinación ($R^2 \geq 85.47$ %) y la consistencia estadística respaldan la eficacia de los bioles, especialmente T4: BIO YON, para optimizar el desarrollo de la palma en vivero.

Palabras claves: Palma aceitera, vivero, bioles y crecimiento inicial.

ABSTRACT

This experimental study, titled “Response to the Application of Three Biols on Oil Palm (Elaeis guineensis Jacq.) Growth under Nursery Conditions in Nuevo San Pedro District, Campo Verde,” evaluated the effects of three organic biostimulants [T4: BIO YON, T3: Earthworm Liquid Humus, T2: BIOL P-86] against a control (T1: Yaramila Hydran) on six morpho-agronomic variables of oil palm seedlings. Using a completely randomized design (CRD) with ANOVA and Tukey’s test ($\alpha = 0.05$), T4 (BIO YON) demonstrated statistically superior performance ($p < 0.001$) in plant height (133.3 cm; $R^2 = 98.48$ %), stem diameter (8.99 cm; $R^2 = 85.47$ %), rachis length (75.8 cm; $R^2 = 97.67$ %), root count (36 units; $R^2 = 97.65$ %), and root length (140 cm; $R^2 = 98.42$ %), supported by critical F-values (70.57–3665.62). T3 excelled in petiole length (33.1 cm; $R^2 = 94.96$ %), while the control (T1) recorded the lowest values across all parameters (e.g., height: 121.9 cm; roots: 24 units). High coefficients of determination ($R^2 \geq 85.47$ %) and statistical consistency validate the efficacy of the biols, particularly T4, in optimizing nursery-stage oil palm development.

Keywords: Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq), nursery, biols, initial growth.

LISTA DE TABLAS

En el texto		Pág.
Tabla 1.	Operacionalización de las variables en estudios…….	7
Tabla 2.	Variables en estudio…….	23
Tabla 3.	Análisis de variancia de la investigación en estudio ……	27
Tabla 4.	Croquis de distribución por tratamiento ……	24
Tabla 5.	Evaluación de la efectividad de tres bioles en el crecimiento (altura) de la palma aceitera en vivero ……	29
Tabla 6.	Evaluación de la efectividad de tres bioles en el diámetro de palma aceitera en vivero……	32
Tabla 7.	Evaluación de la efectividad de tres bioles en la longitud del peciolo en plantas de palma aceitera en vivero……	35
Tabla 8.	Evaluación de la efectividad de tres bioles en la longitud del raquis en plantas de palma aceitera en vivero……..	38
Tabla 9.	Evaluación de la efectividad de tres bioles en el número de raíces en plantas de palma aceitera en vivero……	39
Tabla 10.	Evaluación de la efectividad de tres bioles en la longitud de raíces en plantas de palma aceitera en vivero……	42

LISTA DE FIGURAS

En el Texto **Pág.**

Figura 1. Ubicación del área experimental en estudio……. 22

Figura 2. Variación de la efectividad de tres bioles en el crecimiento (altura) de la palma aceitera en vivero…… 30

Figura 3. Variación de la efectividad de tres bioles en el diámetro de plantas de palma aceitera en vivero……. 34

Figura 4. Variación de la efectividad de tres bioles en la longitud del peciolo en plantas de palma aceitera en vivero……. 36

Figura 5. Variación de la efectividad de tres bioles en la longitud del raquis en plantas de palma aceitera en vivero…… 38

Figura 6. Variación de la efectividad de tres bioles en el número de raíces en plantas de palma aceitera en vivero…… 41

Figura 7. Variación de la efectividad de tres bioles en la longitud de las raíces en plantas de palma aceitera en vivero…. 43

LISTA DE ANEXOS

En el texto **Pág.**

Anexo 1. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en el crecimiento (altura) de la palma aceitera en vivero…….. 53

Anexo 2. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en el crecimiento (diámetro) de la palma aceitera en vivero……. 53

Anexo 3. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en la longitud del peciolo en plantas de palma aceitera en vivero……. 53

Anexo 4. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en la longitud del raquis en plantas de palma aceitera en vivero……. 54

Anexo 5. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en el número de raíces en plantas de palma aceitera en vivero…….. 54

Anexo 6. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en la longitud de raíces en plantas de palma aceitera en vivero……. 54

Anexo 7. Vista general del vivero de palma aceitera en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde…….. 55

Anexo 8. Distribución de plantas de palma aceitera en vivero….. 55

Anexo 9. Humus liquido utilizado en plantas de palma aceitera en vivero…….. 56

Anexo 10. Distribución de plantas de palma aceitera en vivero en el tratamiento dos ……. 56
Anexo 11. Distribución de plantas de palma aceitera en vivero en el tratamiento tres……. 57
Anexo 12. Distribución de plantas de palma aceitera en vivero en el tratamiento cuatro……. 57
Anexo 13. Distribución de plantas de palma aceitera en vivero en el tratamiento uno…….. 58
Anexo 14. Evaluación de plantas de palma aceitera en vivero en el tratamiento dos…….. 58
Anexo 15. Evaluación de la longitud del peciolo en palma aceitera. 59
Anexo 16. Aplicación del biol al tratamiento cuatro…… 59
Anexo 17. Inspección del ingeniero Isaías al área experimental del vivero…….. 60
Anexo 18. Inspección del ingeniero Isaías y Luis al área experimental del vivero……. 60
Anexo 19. Evaluación del diámetro de estipe en el área experimental del vivero…….. 61
Anexo 20. Evaluación de la longitud de raíz en el área experimental del vivero del T4…… 61
Anexo 21. Evaluación de la longitud de raíz en el área experimental del vivero del T2…… 62
Anexo 22. Evaluación de la longitud de raíz en el área experimental del vivero del T1…… 77

INTRODUCCION

La palma aceitera (*Elaeis guineensis*) se ha consolidado como un cultivo estratégico en la agricultura regional, destacándose por su elevada rentabilidad y su contribución al desarrollo económico. Además, su versatilidad permite integrar prácticas agrícolas sostenibles, convirtiéndola en una alternativa clave frente a cultivos de alto impacto ambiental. En el distrito de Campo Verde, y en particular en la localidad de Nuevo San Pedro, el establecimiento de plantaciones enfrenta diversos desafíos, especialmente durante la etapa de vivero, etapa crítica para el éxito agronómico del cultivo en campo definitivo.

Durante esta fase inicial, el crecimiento y vigor de las plántulas se ve condicionado por factores como el tipo de sustrato, el manejo hídrico, la disponibilidad de nutrientes y la edad al trasplante. Diversas investigaciones han demostrado que el uso de fertilizantes orgánicos y abonos foliares puede mejorar significativamente el desarrollo de las plántulas de palma aceitera (Torres et al., 2023). Asimismo, se ha identificado que el trasplante de palmas con menos de 9 meses suele estar asociado a un crecimiento limitado en campo, subrayando la importancia de una adecuada gestión en vivero (Jiménez & Arias, 2024).

En particular, se ha observado que las palmas presentan una curva de absorción de nutrientes exponencial durante la fase de vivero, con tasas óptimas de captación para elementos clave como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio (Garbanzo León et al., 2018). Además, estudios comparativos entre híbridos OxG (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) y Tenera DxP han evidenciado diferencias morfológicas importantes, donde el primero destaca por su mayor acumulación de biomasa y su mejor adaptación a condiciones de alta humedad edáfica (Ibarra & Reyes, 2015).

En este contexto, la aplicación de bioles surge como una opción agroecológica prometedora para favorecer el crecimiento de la palma aceitera en etapa de vivero,

reduciendo la dependencia parcial o total de fertilizantes sintéticos ya que promueve un manejo más sostenible al reutilizar materiales orgánicos disponibles en el entorno local.

Por ello, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad de tres tipos de bioles en el crecimiento de plántulas de palma aceitera en fase de vivero, midiendo variables agronómicas clave como altura de planta, longitud del raquis y pecíolo, diámetro del estipe, longitud y número de raíces. Al establecer esta relación, se pretende generar información técnica que contribuya al desarrollo de prácticas sostenibles y eficientes, adaptadas a las condiciones del distrito de Campo Verde. De esta manera, se busca beneficiar directamente a los productores locales, promoviendo un manejo eficiente del vivero, incrementando la calidad de las plántulas, y fortaleciendo un modelo agrícola que sea económicamente viable, ambientalmente sustentable y socialmente justo.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema

El cultivo de la palma aceitera (Elaeis guineensis) es esencial para la economía de la región de Ucayali, especialmente en el distrito de Campo Verde, donde constituye el principal producto agrícola. En Perú, existen alrededor de 100,000 hectáreas dedicadas a este cultivo, con 55,000 hectáreas en Ucayali y 45,000 hectáreas en San Martín y otras regiones. Más del 60% de estas áreas pertenecen a pequeños agricultores organizados en cooperativas. Además de su relevancia económica, la palma aceitera contribuye a la reforestación de áreas degradadas anteriormente utilizadas para cultivos ilícitos, promoviendo la recuperación ambiental y ofreciendo alternativas sostenibles para los agricultores locales (Acosta, 2024).

No obstante, el crecimiento y desarrollo inicial de las plántulas en vivero pueden verse afectados por diversos factores, incluyendo la disponibilidad y calidad de los fertilizantes utilizados. En este contexto, los bioles, productos resultantes de la fermentación anaeróbica de materia orgánica, han sido propuestos como una alternativa sostenible para mejorar el crecimiento vegetal. Estudios previos han demostrado que la aplicación de bioles puede incrementar el rendimiento de diversos cultivos; por ejemplo, una investigación determinó que una mayor dosis de biol resultó en un aumento del 19.42% en el rendimiento de un cultivo específico. Sin embargo, la efectividad específica de los bioles en el crecimiento de la palma aceitera en vivero, particularmente en las condiciones agroclimáticas de Nuevo San Pedro, distrito de Campo Verde, aún no ha sido suficientemente evaluada.

El presente estudio tiene como objetivo determinar la respuesta de la palma aceitera en vivero a la aplicación de tres bioles diferentes, analizando su impacto en variables clave de crecimiento como la altura de planta, longitud del raquis y pecíolo, diámetro del estipe, longitud y número de raíces. Estas variables son fundamentales para predecir el éxito del trasplante y el desarrollo posterior de la planta en campo

definitivo. Investigaciones previas han indicado que el uso de fertilizantes orgánicos, como el vermicompost combinado con lixiviados, puede ser efectivo en la producción de plantas de palma aceitera en vivero destinadas a la siembra en campo. Sin embargo, la información específica sobre el uso de bioles en la palma aceitera en las condiciones de Nuevo San Pedro es limitada, lo que justifica la necesidad de esta investigación.

Los resultados de este estudio permitirán generar conocimiento técnico-científico sobre el uso de bioles como alternativa de fertilización en vivero, contribuyendo a la optimización del manejo agronómico de la palma aceitera en la región. Además, los hallazgos podrían beneficiar a los productores locales al proporcionar una estrategia más sostenible y económicamente viable para mejorar el crecimiento de las plántulas, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos y promoviendo prácticas agrícolas más amigables con el ambiente. Esto, a su vez, fortalecerá la competitividad del sector palmicultor en Ucayali y contribuirá al desarrollo económico y ambiental sostenible de la región.

1.1. Formulación del problema general y específicos

1.1.1. Problema general

¿Cuál es la respuesta a la aplicación de tres bioles en el crecimiento de palma aceitera en vivero en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la respuesta a la aplicación de tres bioles en el crecimiento radicular de palma aceitera en vivero en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde?

- ¿Cuál es la respuesta a la aplicación de tres bioles en el crecimiento aéreo de palma aceitera en vivero en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde?

- ¿Cuál es el tipo de biol más efectivo para promover el crecimiento de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en etapa de vivero, en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde?

1.2. Objetivo general y objetivos específicos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la respuesta a la aplicación de tres bioles en el crecimiento de la palma aceitera en vivero en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la respuesta a la aplicación de tres bioles en el crecimiento radicular de palma aceitera en vivero en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde.

- Evaluar la respuesta a la aplicación de tres bioles en el crecimiento aéreo de palma aceitera en vivero en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde.

- Determinar el tipo de biol más efectivo para promover el crecimiento de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en etapa de vivero, en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde.

1.3. Hipótesis y/o sistema de hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

H_a: Si aplicamos tres bioles en la palma aceitera en vivero, entonces habrá un efecto significativo en su crecimiento en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde.

H_0: Si aplicamos tres bioles en la palma aceitera en vivero, entonces no habrá un efecto significativo en su crecimiento en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde.

1.3.2. Hipótesis especifica

- La aplicación de diferentes tipos de biol influye significativamente en el crecimiento radicular de la palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en etapa de vivero en la localidad de Nuevo San Pedro, distrito de Campo Verde.

- La aplicación de tres tipos de biol genera diferencias significativas en el crecimiento aéreo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en vivero, en Nuevo San Pedro, distrito de Campo Verde.

- Existe al menos un tipo de biol cuya aplicación promueve un mayor crecimiento integral de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en vivero, en comparación con los otros bioles evaluados, en la localidad de Nuevo San Pedro, distrito de Campo Verde.

1.4. Operacionalización de las variables

Tabla 1.

Operacionalización de las variables en estudio.

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	INSTRUMENTO
Independiente	Aplicación de bioles en el cultivo de palma aceitera	Tipo de biol	T4: (BIO YON). T3: (Humus liquido de lombriz). T2: (BIOL P-86). T1: (Testigo-Yaramila Hydran).	Cuantitativa	Nominal	Registro de campo
Dependiente	Crecimiento de la palma aceitera	Altura de planta	Altura en centímetros	Cuantitativa	Razón	Cinta métrica
	Crecimiento de la palma aceitera	Longitud de raquis	Longitud de raquis en centímetros	Cuantitativa	Razón	Cinta métrica
	Crecimiento de la palma aceitera	Longitud de pecíolo	Longitud de pecíolos en centímetros	Cuantitativa	Razón	Regla o cinta métrica
	Crecimiento de la palma aceitera	Diámetro del estipe	Diámetro en centímetros	Cuantitativa	Razón	Calibrador o vernier
	Desarrollo radicular	Longitud de raíces	Longitud de raíces en centímetros	Cuantitativa	Razón	Cinta métrica
	Desarrollo radicular	Número de raíces	Número total de raíces por planta	Cuantitativa	Razón	Registro de campo

1.5. Justificación e importancia

La expansión del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en la región amazónica peruana, y particularmente en el distrito de Campo Verde, representa una importante fuente de ingresos para los productores locales. Sin embargo, uno de los principales desafíos que enfrenta este cultivo es el crecimiento adecuado de las plántulas durante la fase de vivero. En este sentido, el uso de abonos líquidos orgánicos, como el biol, emerge como una alternativa viable y sostenible frente a los fertilizantes químicos convencionales.

Desde un punto de vista ambiental, Miranda (2018) señala que los abonos orgánicos contribuyen al mejoramiento de la fertilización del suelo a través de la incorporación de nutrientes y microorganismos. Se han desarrollado sistemas de producción alternativos caracterizados por la ausencia de agroquímicos y la utilización frecuente de fuentes de materia orgánica, como el humus, compost, abonos verdes, abonos líquidos y biofertilizantes. Estos métodos permiten obtener mejores resultados al no generar contaminación en los suelos, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, así como la estabilidad estructural y el balance hídrico del suelo.

Asimismo, Palacios (2021) destaca que la implementación de prácticas ambientales como el uso de abonos orgánicos constituye una premisa significativa para lograr la concientización del ser humano ante los cambios en el desarrollo de la sociedad. Esto promueve una relación más armónica entre la sociedad y la naturaleza, facilitando el tránsito hacia un desarrollo sostenible y equilibrado que permita una vida socialmente justa y viable. La agricultura orgánica, según Zúñiga (2021), no se limita a la fertilización del suelo con abonos orgánicos, sino que implica un cambio de conciencia y un proceso que comienza con la creencia y el deseo de cambiar.

Finalmente, con el objetivo de sustituir parcialmente al uso de fertilizantes convencionales, resulta oportuno impulsar investigaciones orientadas a la fertilización

orgánica durante las etapas iniciales del cultivo de palma aceitera. La generación de esta información permitirá formular recomendaciones prácticas y adaptadas a las condiciones locales de vivero, promoviendo un manejo agronómico más eficiente y sostenible. Además, los resultados de esta investigación podrán integrarse a estrategias regionales dentro de las cadenas productivas de palma aceitera, contribuyendo a estándares de certificación internacional que exigen prácticas responsables desde las fases más tempranas del ciclo productivo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Hastuti (2024) en su artículo titulado “Efecto de la aplicación de fertilizante orgánico líquido Azolla en el crecimiento de plántulas de palma aceitera en previvero. Tuvo como objetivo este estudio analizó el efecto de diferentes concentraciones de fertilizante orgánico líquido (FOL) de Azolla microphylla (15%–100%), compost sólido de Azolla y fertilizantes inorgánicos (NPKMg y urea) en el crecimiento de plántulas de palma aceitera en pre-vivero, bajo un diseño completamente al azar con ocho repeticiones. Los tratamientos con FOL al 15–35% y compost sólido mostraron mejores resultados en altura de planta (hasta 26.00 cm), número de hojas (4.88), diámetro del tallo (0.76 cm), peso fresco de raíces (hasta 2.38 g) y peso seco (0.75 g), superando significativamente al control inorgánico (Duncan, $p<0.05$). Estos tratamientos favorecieron el desarrollo radicular y la adaptación potencial al trasplante.

Lubis et al., (2024). Estudio analítico de la disponibilidad de fósforo en el suelo para el crecimiento de plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) con la aplicación de fertilizante líquido y guano (estiércol de murciélago) en vivero principal. Este estudio evaluó el efecto del fertilizante líquido orgánico (POC) de tallo de plátano y del guano de murciélago en la disponibilidad de fósforo en el suelo y el crecimiento de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en vivero. Bajo un diseño factorial con tres repeticiones, se comprobó que el guano (25.21% P_2O_5) aumentó significativamente el P disponible (hasta 17.99 ppm) y promovió un mayor crecimiento en altura (25.83 cm), diámetro de tallo (hasta 32.80 mm) y área foliar (15.71 cm²). El tratamiento combinado C1K3 mostró los mejores resultados, confirmando el potencial de estos insumos orgánicos como alternativas sostenibles.

Sukmawan y Riniarti (2022) en su publicación “Efectividad de diversos fertilizantes foliares en el crecimiento y rendimiento de plántulas de palma aceitera

(Elaeis guineensis Jacq.) en viveros principales". Se evaluó la eficacia de distintos fertilizantes foliares (NPK) sobre el crecimiento de plántulas de palma aceitera. El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Se midieron variables morfológicas como altura, diámetro de tallo, número de hojas, índice de verdor, longitud del raquis y de foliolos. Los fertilizantes foliares en polvo o líquido mejoraron significativamente el desarrollo vegetal frente al control. Las formulaciones NPK 20-15-15 y 11-8-6 mostraron mayor eficacia en el verdor foliar. El uso foliar es recomendado para corregir deficiencias nutricionales móviles en viveros de palma bajo baja precipitación.

Husna et al., (2023) en su artículo titulado "Mejoramiento de plántulas de palma aceitera mediante sombra, estiércol y fertilizante líquido orgánico en sustrato Ultisol". Este estudio evaluó el efecto del fertilizante orgánico líquido (FOL), el tipo de estiércol y la sombra sobre el crecimiento de plántulas de palma aceitera en suelo Ultisol. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con 24 combinaciones de tratamiento. Los resultados mostraron que la aplicación de FOL al 10% mejoró significativamente la altura, el ancho de las hojas y el número de hojas. El estiércol de pollo fue el más efectivo, incrementando el diámetro del bulbo y la disponibilidad de nutrientes. La sombra (50% y 75%) no tuvo un efecto significativo. Aunque no hubo interacción entre FOL y tipo de estiércol, sí la hubo al combinar sombra, FOL y estiércol en el número de hojas. Se concluye que el uso de FOL al 10% junto con estiércol de pollo mejora el desarrollo de las plántulas en etapa de pre-vivero.

Yamin et al., (2022) en su artículo titulado "Consideraciones de diseño de un aplicador de fertilizante líquido de tasa variable para palmeras aceiteras maduras". Este estudio desarrolló un aplicador de fertilizante líquido de tasa variable para palmas aceiteras, capaz de medir el estado del suelo y aplicar nutrientes N, P y K por separado en forma líquida. El sistema cubre un área de 25 m² alrededor de cada palma, donde se concentran las raíces más efectivas. Se emplearon seis boquillas de abanico plano: tres en posición vertical y tres en ángulo, logrando una cobertura uniforme mediante trayectoria de pulverización. El diseño estructural fue

evaluado por análisis de elementos finitos, obteniendo factores de seguridad satisfactorios para su uso en campo.

Hastuti (2021) en su investigacion titulada “Aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos provenientes de desechos de mercado en el crecimiento y la absorción de nitrógeno de plántulas de palma aceitera”. Este estudio evaluó el efecto de distintas concentraciones de fertilizante orgánico líquido elaborado con residuos de mercado sobre el crecimiento y la absorción de nitrógeno en plántulas de palma aceitera en vivero. Se aplicaron ocho tratamientos, incluyendo fertilizantes químicos y compost sólido. Las concentraciones entre 35% y 45% mejoraron significativamente el diámetro del tallo, el peso seco y la absorción de nitrógeno, resultados comparables al compost sólido y superiores al fertilizante químico. En concentraciones altas (55–65%), el rendimiento disminuyó, posiblemente por inhibición en la absorción de nutrientes. El fertilizante orgánico mostró potencial como alternativa sostenible.

Madusari (2019) en su artículo titulado “Procesamiento de fibra y su aplicación como fertilizante orgánico líquido en plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) para la agricultura sostenible”. Este estudio desarrolló fertilizante orgánico líquido a partir de fibra de fruto de palma aceitera, un subproducto del procesamiento del aceite, con el fin de reducir el uso de fertilizantes inorgánicos. La fibra se fermentó durante 7 días con microorganismos locales y luego se aplicó a plántulas de palma en vivero usando cinco tratamientos en un diseño completamente al azar. En viveros de palma aceitera en Indonesia, un estudio comparó fertilizante orgánico líquido (FOL) derivado de fibra residual contra NPK y controles sin fertilización. Tras cuatro meses, la dosis óptima de 20 ml de FOL impulsó un 15% más de altura (25.23 cm) y duplicó la biomasa radicular (0.756 g) respecto al NPK, destacando su eficacia. Aunque no alteró diámetros de tallo ni tonalidad foliar, el FOL se consolida como alternativa agroecológica viable, reduciendo dependencia de insumos químicos en fases tempranas del cultivo.

Roni (2019) en su artículo titulado “Residuos líquidos de plantaciones de palma aceitera como fertilizante líquido”. Este estudio evaluó el uso del efluente de

aceite de palma (POME) como materia prima para fertilizante líquido, utilizando muestras de la planta PT. Minanga Ogan, en el sur de Sumatra. Se midieron parámetros como DBO, nitrógeno, fósforo, potasio y sólidos suspendidos mediante métodos analíticos estándar. Los resultados mostraron que el estanque anaeróbico 4 presenta una DBO dentro del rango no contaminante, con buena concentración de nutrientes, siendo apto para uso directo como fertilizante líquido. En cambio, los estanques 2 y 3 requieren tratamiento previo debido a su alta carga orgánica residual.

Malsriwijaya et al., (2017) en su artículo titulado “Aplicación de diversas concentraciones de residuos líquidos de plantas de procesamiento de palma aceitera en el crecimiento de la planta de palma aceitera (Elaeis guinensis Jacq)”. El estudio evaluó el efecto del efluente líquido de una planta de palma aceitera en el crecimiento de plántulas de distintas edades (4, 8 y 12 meses). Se empleó un diseño completamente al azar con tratamientos factoriales. El residuo, rico en nutrientes como N, P, K y Ca, mostró efectos significativos sobre la altura, número de tallos y peso seco de las plantas, especialmente a los cinco meses. No se observó interacción significativa entre dosis y edad. La dosis óptima fue 2500 mg/L, aplicada preferentemente a plantas de ocho meses, ya que mostró mejor adaptación y respuesta fisiológica al fertilizante.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Pisco (2014) en su investigación titulada “Métodos de la aplicación del abono líquido en plantones de palma aceitera (Elaeis guineensis jacq) en valle de shanusi-Loreto”. El estudio tuvo como propósito evaluar cómo la adición de distintas dosis de cenizas de palma aceitera influye en la calidad nutricional del biol producido en la PTARI OLAMSA. Se analizó la variación en las concentraciones de macro y micronutrientes antes y después de incorporar las cenizas, con el fin de identificar posibles mejoras en su composición. Esta investigación busca aportar información útil para optimizar el aprovechamiento de residuos agroindustriales en la producción de biofertilizantes, promoviendo prácticas sostenibles en el manejo de subproductos de la palma aceitera.

2.1.3. Antecedentes locales

Romero (2019) en su tesis titulada “Efecto de la aplicación de diferentes dosis de cenizas de Palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en el Biol generado en la PTARI OLAMSA CFB km 59.800, departamento de Ucayali-2019”. Tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de cenizas de palma aceitera (Elaeis guineensis) sobre las concentraciones de macro y micronutrientes del biol generado en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales. El estudio en PTARI Olamsa analizó cómo distintas dosis de ceniza de palma aceitera (100 g y 200 g) afectan los nutrientes del Biol. Para macronutrientes, 200 g elevó el nitrógeno (196 mg/l) y fósforo (7.33 mg/l), mientras 100 g aumentó potasio (271.66 mg/l) y magnesio (127.5 mg/l); el calcio solo respondió a 100 g (40 mg/l). En micronutrientes, 100 g incrementó hierro (1.27 mg/l), y 200 g mejoró cobre (0.16 mg/l) y manganeso (0.59 mg/l); el zinc no mostró cambios. Así, cada dosis optimiza nutrientes específicos, evidenciando su potencial para ajustes técnicos en biofertilizantes.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cultivo de palma aceitera

Hernández y Sato (2023) mencionan que la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) abarca aproximadamente veintiocho millones de hectáreas a nivel global, desempeñando un papel crucial en la producción de aceites vegetales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019). Sin embargo, diversos grupos de ambientalistas, instituciones de investigación y ecologistas han manifestado su inquietud sobre la expansión de este cultivo y su impacto en la reducción de hábitats nativos, así como en la diversidad de flora y fauna (Savilaakso et al., 2014). En cuanto a la gestión del cultivo, persiste la preocupación por su sostenibilidad ecológica, ya que no se han implementado prácticas de manejo que sean respetuosas con el medio ambiente, que reporten altos rendimientos y que, al mismo tiempo, mitiguen el impacto ecológico, especialmente en la biota del suelo (Woittiez et al., 2017).

2.2.1.1. Origen y distribución

La palma aceitera (*Elaeis guineensis*) es originaria de las regiones tropicales de África Occidental, específicamente de países como Nigeria y Ghana, donde ha sido cultivada por comunidades locales durante siglos. Su uso tradicional incluye la producción de aceite para alimentación y rituales (Preciado, 2024). A partir del siglo XIX, la palma fue introducida en otras partes del mundo, como América Latina y Asia, donde su cultivo se intensificó, especialmente en Malasia e Indonesia, convirtiéndose en los principales productores globales de aceite de palma. Hoy en día, este aceite es uno de los más consumidos en el mundo, utilizado en una variedad de productos, aunque su expansión ha generado preocupaciones ambientales significativas, como la deforestación y la pérdida de biodiversidad (Limones, 2023).

2.2.1.2. Taxonomía.

La taxonomía para la palma aceitera es la sigueinte (Catalogo de la vida, 2025):

Dominio: Eukaryota (Chatton, 1925) Whittaker & Margulis, 1978.

Reino: Plantae.

Subreino: Pteridobiotina Britton & Brown.

Filo: Traqueofitas.

Clase: Liliopsida.

Orden: Arecales.

Familia: Arecaceae

Género: Elaeis Jacq.

Especie: *Elaeis guineensis* Jacq.

2.2.1.3. Descripción botánica.

La palma aceitera (Elaeis guineensis) presenta un sistema de raíces fasciculadas que se desarrollan a partir del bulbo o base del estipe. Según Bernales et al. (2021), estas raíces se concentran principalmente entre los 5 y 50 centímetros del suelo y se clasifican en primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias. Durante los primeros dos meses de vida, las hojas de los plantones

tienen una forma lanceolada; a partir del tercer mes, se forma una hendidura en el extremo apical, lo que da lugar a hojas bifurcadas. Después de seis a siete meses, las láminas se separan entre las venas, formando los foliolos o pinnas, convirtiendo las hojas en pinnadas (Bernales et al., 2021). Estas hojas pueden alcanzar longitudes de hasta 9 metros y cuentan con un eje central llamado raquis, que se une al estipe mediante el peciolo, que mide aproximadamente 1.5 metros. Desde esta unión, se desarrollan espinas o foliolos rudimentarios (Barrera Cevallos, 2022).

Por otro lado, Zúñiga (2023) señala que las flores masculinas se abren y producen entre 25 y 50 gramos de polen, emitiendo un fuerte aroma a anís que persiste durante cuatro días, periodo conocido como antesis o madurez sexual del polen. Las flores de la inflorescencia femenina, al abrirse y mostrar un color blanco cremoso, también están en antesis y emiten el mismo olor, lo que atrae a los insectos polinizadores.

En cuanto al fruto, Chinchilla (1995), citado por Zúñiga (2023), describe que es una drupa sésil que mide entre 2 y 5 cm de largo y pesa entre 3 y 20 gramos. Este fruto está compuesto por varias estructuras: el pericarpio, que incluye la piel exterior (exocarpio) y un tejido interior formado por pulpa y tejido fibroso (mesocarpio), donde se encuentra el aceite de palma; el endocarpio o cuesco, que tiene un grosor de 0.5 a 8 mm; y el endospermo o almendra, que constituye la nuez o semilla.

2.2.1.4. Manejo de la palma aceitera en vivero

Uno de los elementos cruciales en un vivero de palma es el uso de suelo fértil en la capa superior, que posea una buena textura y un alto contenido de materia orgánica. Al distribuir las bolsas en el vivero, es fundamental proporcionar sombra a las plántulas durante los primeros dos a tres meses. Sin embargo, la reducción de luz no debe exceder el 60% (Santillán, 2024).

Según Raygada (2005), las plantas en el vivero están listas para ser trasplantadas al campo definitivo al alcanzar entre 8 y 9 meses de edad. No obstante, Bernales et al. (2021) indican que el trasplante puede realizarse a los 12-13 meses, cuando las plantas presentan al menos 7 u 8 hojas.

Bernales (2021) enfatiza la importancia de esta labor, que consiste en seleccionar las mejores plantas para garantizar una producción óptima durante 25 años y evitar que plántulas de mala calidad sean llevadas al campo definitivo. Se deben descartar aquellas plantas que presenten un crecimiento anormal en comparación con el patrón característico de su progenie.

En relación a la fertilización, Castillo (2002) sostiene que no existe una fórmula única para la fertilización de la palma aceitera en su etapa de vivero, ya que depende principalmente de la calidad del suelo y del sistema de riego.

Castillo (2010) menciona que, al aplicar Sulfato de amonio (25% N, 16% S) y Foskfer (52% P_2O_5, 35% K_2O) en dosis de 61.25 N; 67.46 P_2O_5 y 60.29 K_2O, se obtuvieron plántulas con una altura de 80 cm, un diámetro de tallo de 11.5 cm y 17 hojas a los 286 días post siembra.

Alvares y Bravo (2005) recomiendan realizar aplicaciones durante la fase de vivero, utilizando 40 g de N, 20 g de P y 40 g de K, con fuentes como urea (46% N), superfosfato triple (46% P_2O_5) y Cloruro de potasio (60% K_2O), logrando un diámetro de 42.9 mm en el mejor tratamiento.

Asimismo, Pinedo (2012) reporta que, al emplear la dosis (15N-15P-6K-4Mg) en su investigación en el vivero de la Empresa Palmas del Shanusi S.A., se lograron mejores resultados en altura promedio de planta (54.84

cm), diámetro del tallo (1.07 cm) y número de hojas (9.89 hojas/planta) utilizando un sistema de riego por goteo a los 11 meses de edad.

2.2.1.5. Requerimientos nutricionales de la palma aceitera en vivero

En Colombia, la palma aceitera *Elaeis guineensis* es ampliamente cultivada por su productividad y adaptación a diversas condiciones agroecológicas (Martínez et al., 2014). Para lograr un adecuado desarrollo en vivero, esta especie requiere un manejo nutricional preciso. Investigaciones de Cenipalma y el Instituto Internacional de Nutrición Vegetal han establecido que las dosis óptimas por plántula en vivero son 30 g de nitrógeno (N), 10 g de fósforo (P), 15 g de potasio (K) y 0.5 g de boro (B), lo que garantiza un crecimiento vigoroso y eficiente absorción de nutrientes (Fernández et al., 2016; Prabowo et al., 2013). Estos requerimientos permiten optimizar el desempeño fisiológico y agronómico de las plantas jóvenes de *E. guineensis*.

2.2.1.6. Uso de bioles en agricultura y palma aceitera

La producción de digestados se lleva a cabo mediante un proceso en el que una compleja mezcla de microorganismos transforma la materia orgánica en condiciones anaeróbicas. Como resultado, se obtiene una fracción líquida rica en nitrógeno, fósforo y potasio solubles, que puede aplicarse directamente al suelo o de forma foliar (INIA, 2021).

Entre los beneficios de este proceso se destacan el aumento de la materia orgánica, la disminución de la necesidad de fertilizantes químicos, la reducción de la pérdida de nutrientes por escorrentía, la mitigación de la compactación del suelo y el incremento de la capacidad del suelo para retener humedad. Para su aplicación, es importante que las concentraciones sean bajas, oscilando entre el 0.5% y el 25%, dependiendo del tipo de cultivo y su etapa fenológica (INIA, 2021).

El estudio realizado por INDUPALSA evaluó el efecto del compost de escobajo de palma aceitera en el desarrollo de plántulas de palma en vivero, comparando cinco tratamientos: T_4 (testigo absoluto sin fertilizante), T_3 (45% compost), T_2 (30% compost), T_1 (15% compost) y T_5 (testigo con fertilizantes químicos). Los resultados mostraron que el tratamiento T3 con 45% de compost de escobajo obtuvo la mayor altura de plántula, superando incluso al testigo con fertilizantes químicos (T_5), en este estudio también se aplicó un abono foliar a todos los tratamientos por igual (Romero, 2019). Según el estudio realizado por INDUPALSA, el uso de compost de escobajo de palma aceitera tuvo un efecto positivo en el desarrollo del diámetro del estípite de plántulas de palma en vivero. El tratamiento con 45% de compost (T_3) obtuvo un diámetro de 9.387 cm, mientras que el tratamiento testigo con fertilizantes químicos (T_5) alcanzó 11.199 cm. Los tratamientos con 30% (T_2) y 15% (T_1) de compost obtuvieron diámetros de 9.252 cm y 9.674 cm respectivamente (Romero, 2019).

2.2.2. El biol

Los bioles son líquidos ricos en nutrientes producidos a partir de la fermentación anaeróbica de materia orgánica, como residuos agrícolas y estiércol. Este proceso, llevado a cabo por microorganismos, genera un fertilizante orgánico que contiene nitrógeno, fósforo y potasio, esenciales para el crecimiento de las plantas (Celedonio y Asesor, 2023). Los bioles mejoran la calidad del suelo al aumentar su materia orgánica, reducir la necesidad de fertilizantes químicos y minimizar la pérdida de nutrientes por escorrentía (Samaniego, 2022). Además, su uso promueve la retención de humedad en el suelo, favoreciendo un ambiente más saludable para los cultivos. Su aplicación es flexible, adaptándose a diferentes tipos de cultivos y etapas fenológicas (Lucas et al., 2021).

2.2.2.1. BIOL P-86 abono liquido

Este biofertilizante se obtiene de las excretas porcinas de una planta de producción porcina ubicada en el distrito Alexander Von Humboldt. Su procesamiento involucra varias etapas: primero, las excretas se trasladan a un biodigestor tipo salchicha, donde se lleva a cabo un proceso intermedio de

fermentación. En la fase final de maduración, se añaden microorganismos para obtener un biol con las siguientes características (Yugla, 2022):

Materia orgánica: 19.27 g/L
pH: 7.03
Nitrógeno (N): 1999.3 mg/L
Fósforo (P): 399.75 mg/L
Potasio (K): 5637.4 mg/L
Calcio (Ca): 1785.6 mg/L
Magnesio (Mg): 413.17 mg/L
Ácidos húmicos: 1.7%
Ácidos fúlvicos: 4.74%

Este proceso asegura la producción de un biofertilizante rico en nutrientes, ideal para mejorar la calidad del suelo.

2.2.2.2. Humus liquido de lombriz

Este biofertilizante se origina de la producción de humus a partir de la lombriz roja californiana, seguido por un proceso de fermentación anaeróbica. Su composición nutricional es la siguiente (Yugla, 2022):

Materia orgánica: 19.5%
pH: 6.7
Nitrógeno (N): 30,000 mg/L
Fósforo (P): 25.000 mg/L
Potasio (K): 15.000 mg/L
Calcio (Ca): 55.000 mg/L
Magnesio (Mg): 26.000 mg/L
Sodio (Na): 500 mg/L
Ácidos húmicos: 7.0%
Ácidos fúlvicos: 3.5%
Huminas: 14%

Este biofertilizante es altamente nutritivo, lo que lo convierte en una opción valiosa para enriquecer el suelo y promover el crecimiento saludable de las plantas.

2.2.2.3. Bio yon

Bio Yon es un fertilizante 100% natural que promueve el desarrollo de azúcares en las células, favorece el crecimiento de las plantas y refuerza su sistema inmunológico. Su composición nutricional incluye (Yugla, 2022):

Nitrógeno (N): 2642 mg/L
Fósforo (P): 880 mg/L
Potasio (K): 4587 mg/L
Calcio (Ca): 805 mg/L
Magnesio (Mg): 1150 mg/L
Sodio (Na): 925 mg/L
Boro (B): 75 mg/L
Cobre (Cu): 38 mg/L
Hierro (Fe): 66 mg/L
Manganeso (Mn): 1210 mg/L
Zinc (Zn): 310 mg/L

Este fertilizante es una opción efectiva para optimizar el crecimiento y la salud de las plantas, gracias a su rica mezcla de nutrientes esenciales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

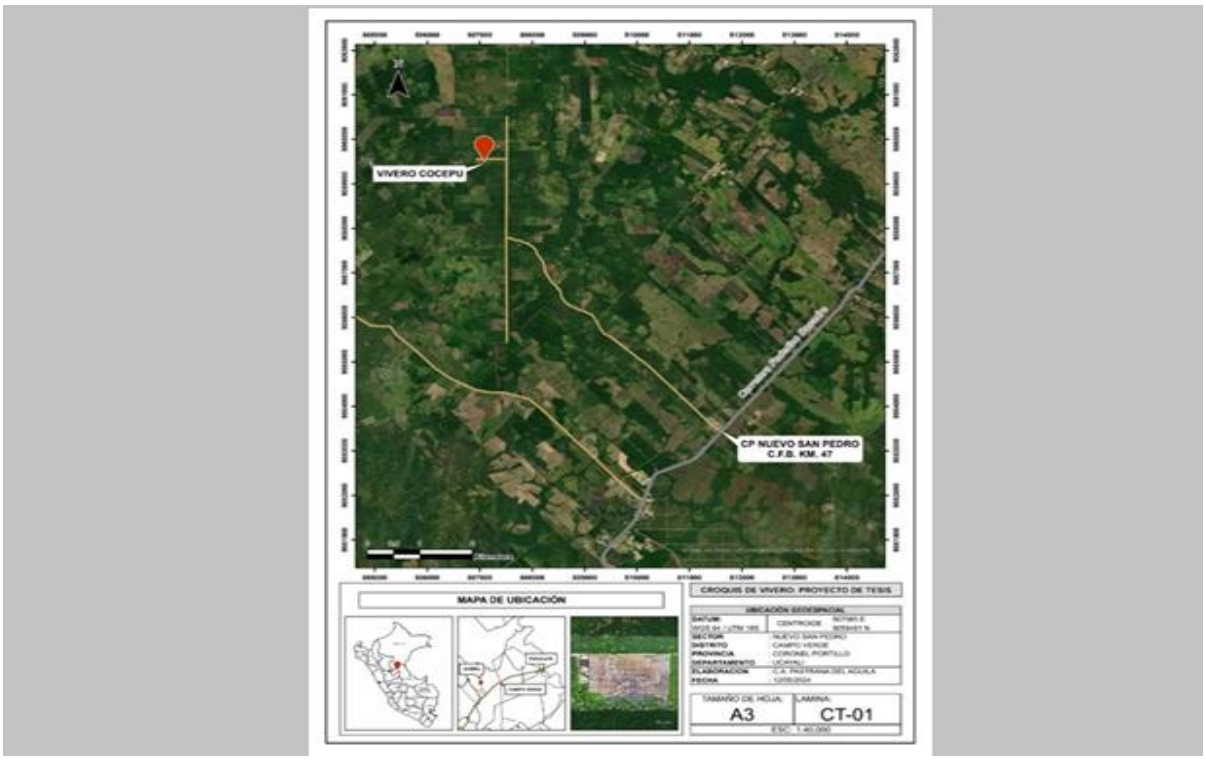
La investigación se centró en la respuesta al uso de tres bioles en el crecimiento de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en un vivero ubicado en Nuevo San Pedro, en el distrito de Campo Verde. Se adoptó un enfoque experimental, utilizando el método científico para validar la hipótesis. Este proceso se llevó a cabo siguiendo protocolos previamente establecidos, lo que aseguró la rigurosidad y fiabilidad de los resultados obtenidos.

3.2. Ubicación y duración del estudio

La ubicación es la siguiente.

Figura 1.

Ubicación del área experimental en estudio.



El ensayo se llevó a cabo en el Vivero de COCEPU, situado en el centro poblado Nuevo San Pedro, en el distrito de Campo Verde, a una distancia de 46 km

de la carretera CFB Pucallpa a Tingo María, específicamente a 8 km por la margen derecha. Desde el punto de vista geográfico, el vivero se encuentra en las siguientes coordenadas:

Latitud: 8°30'30" Sur.

Longitud: 74°56'09" Oeste.

Altitud: 212 msnm.

3.3. Duración del ensayo.

La duración del ensayo fue de ocho meses, lo que permitió observar y analizar detalladamente los efectos de los bioles en el crecimiento y desarrollo de la palma aceitera durante su etapa en vivero. Este período fue clave para la obtención de resultados significativos y estadísticamente confiables. La aplicación de los tratamientos se inició a los cuatro meses después de la siembra, es decir, al inicio de la fase de vivero, considerando que la etapa de pre-vivero tuvo una duración aproximada de tres meses.

3.4. Materiales y equipo

En la ejecución del trabajo de investigación, se utilizaron diversos equipos e instrumentos, tales como plantones en pre-vivero de palma Deli x Nigeria, Yaramila hidran, BIOL P-86 (abono líquido), humus líquido de lombriz, BioYon, malla de sombra, bolsas de vivero, baldes, carretilla, balanza, cinta métrica, libreta de campo, cámara fotográfica, bomba de mochila, laptop y el programa SAS.

Además, se utilizó suelo proveniente de la capa arable, correspondiente a los primeros 5 centímetros de profundidad, recolectado en un área de bosque o montaña. Este suelo se caracteriza por su alto contenido de materia orgánica y su adecuada estructura física. Antes de su uso, fue cuidadosamente cernido para eliminar impurezas y mejorar su textura, optimizando así las condiciones de crecimiento para las plántulas en las bolsas de vivero.

3.5. Variables estudiadas

Las variables estudiadas son las siguientes:

Tabla 2:

Variables en estudio.

Variable	Dimensión	Indicadores
Independiente	Aplicación de bioles en el cultivo de palma aceitera	Tipo de biol: T4 (BIO YON), T3 (Humus líquido de lombriz), T2 (BIOL P-86), T1 (Testigo-Yaramila Hydran)
Dependiente	Crecimiento de la palma aceitera	Altura de planta: Altura en centímetros
		Diámetro del estipe: Diámetro en centímetros
		Longitud de hoja: Longitud de hojas en centímetros
		Longitud de pecíolo: Longitud de pecíolos en centímetros
	Desarrollo radicular	Número de raíces: Número total de raíces por planta
		Longitud de raíces: Longitud de raíces en centímetros

3.5.1. Variable independiente.

X_1. Aplicación de bioles en el cultivo de palma aceitera:

Esta variable se refiere a los diferentes tipos de bioles utilizados en el cultivo, que incluyen BIO YON, humus líquido de lombriz, BIOL P-86 y un testigo con Yaramila Hydran. La aplicación de estos bioles se evaluó para determinar su efecto en el crecimiento de la palma aceitera en etapa de vivero.

T_1 = Testigo (aplicación de Yaramila hidran a la dosis de 30 g por planta por mes).

T_2 = Aplicación de la dosis en vivero + Biol P-86 Abono liquido al 10% de concentración.

T_3 = Aplicación de la dosis en vivero + Humus liquido de lombriz al 10% de concentración.

T_4 = Aplicación de la dosis en vivero + Bio Yon al 10% de concentración.

Las aplicaciones se realizaron una vez al mes durante todo el ensayo, combinando 30 gramos de YaraMila Hidran (T1) con 100 mililitros de biol por planta (T2, T3 y T4). Esto representó un total de 800 mililitros de biol aplicados por planta a lo largo de los ocho meses, equivalentes a aproximadamente 8 litros por tratamiento. Extrapolando esta dosis y considerando un distanciamiento en tresbolillo de 0.90 metros (14,300 plántulas por hectárea), se estima un requerimiento de alrededor de 1,430 litros de biol por hectárea en cada aplicación.

Para minimizar la influencia de factores ambientales, se implementó un sistema de riego por goteo durante toda la etapa de pre-vivero y vivero, lo que permitió suministrar agua de forma constante y uniforme a cada planta, reduciendo el riesgo de estrés hídrico. Además, en la etapa de pre-vivero se instaló una malla de sombra del 80 % para atenuar la radiación solar directa, protegiendo a las plántulas jóvenes de posibles daños por exceso de luz y temperatura. Estas prácticas de manejo contribuyeron a mantener condiciones ambientales más estables dentro del vivero, garantizando un adecuado balance hídrico y térmico logrando que las variaciones ambientales no tuvieran un efecto significativo sobre los resultados del ensayo, permitiendo atribuir los efectos observados principalmente a los tratamientos evaluados.

3.5.2. Variables dependientes

Y_1. Crecimiento de la palma aceitera:

Esta variable se centra en las medidas del crecimiento de la palma aceitera, que se evalúan a través de varios indicadores, incluyendo la altura de la planta, el diámetro del estipe, la longitud de las hojas, el número de raíces, la longitud de las raíces y la longitud de los pecíolos. Estas métricas permiten analizar el impacto de los bioles aplicados en el desarrollo de la palma.

Altura de planta: Esta variable midió el crecimiento vertical de la palma aceitera en centímetros. Fue un indicador clave del desarrollo general de la planta, ya que una mayor altura se asoció con un crecimiento saludable y vigoroso. Se evaluó periódicamente para monitorizar el efecto de los bioles aplicados.

Diámetro del estipe: Se refirió al grosor del tronco de la palma, medido en centímetros. Un diámetro mayor indicó un crecimiento robusto y una mejor salud de la planta. Este indicador fue crucial para evaluar la capacidad de la palma para soportar su peso y resistir condiciones adversas.

Longitud de hoja: Midió la extensión de las hojas en centímetros. Las hojas fueron esenciales para la fotosíntesis, y su longitud pudo reflejar la eficiencia del crecimiento. Una longitud adecuada sugirió que la palma estuvo recibiendo los nutrientes necesarios y desarrollándose correctamente.

Número de raíces: Este indicador cuantificó el total de raíces por planta. Un mayor número de raíces sugirió un sistema radicular más desarrollado, lo que permitió una mejor absorción de agua y nutrientes, y contribuyó al crecimiento general de la palma.

Longitud de raíces: Se refirió a la medida de las raíces en centímetros. Una longitud adecuada fue indicativa de un buen desarrollo radicular, lo que favoreció la estabilidad de la planta y su capacidad para acceder a recursos en el suelo.

Longitud de pecíolo: Midió la extensión de los pecíolos en centímetros. Los pecíolos conectaron las hojas al tronco y su longitud pudo influir en la capacidad de la planta para captar luz solar, lo que afectó su crecimiento y desarrollo general.

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

La población del estudio estuvo conformado por 30000 plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) de la variedad Deli x Nigeria. Estas plántulas

permanecieron aproximadamente entre 8 y 10 meses hasta alcanzar las características fenotípicas adecuadas para su trasplante al campo definitivo.

3.6.2. Muestra.

La muestra estuvo conformada por 40 plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) de la variedad Deli x Nigeria, distribuidas en cuatro grupos de 10 plántulas cada uno, correspondientes a los diferentes tratamientos. Durante la etapa se garantizó las condiciones óptimas de manejo, incluyendo un sustrato adecuado, riego eficiente y control de factores ambientales, para asegurar un desarrollo saludable y uniforme de las plántulas en su preparación para el trasplante al campo definitivo.

3.7. Diseño experimental

3.7.1. Análisis paramétrico

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), adecuado para situaciones en las que las unidades experimentales son homogéneas y no existen restricciones en la asignación de tratamientos. El experimento constó de cuatro tratamientos, cada uno aplicado a 10 plántulas de palma aceitera, sumando un total de 40 unidades experimentales.

Tras realizar el análisis de varianza (ANOVA), y al detectarse diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey para comparaciones múltiples. Esta prueba permitió identificar qué pares de medias diferían significativamente, controlando la tasa de error familiar al nivel de significancia establecido, en este caso, 0.05.

Modelo estadístico.

$$Yij=\mu+Ti+\varepsilon ij$$

Dónde:

Yij = Observación del i-ésimo tratamiento en la j-ésima medida repetida.

u = Media poblacional del pan.

Ti = Efecto del i-ésimo tratamiento.

Eij = Error experimental o residual.

Esquema del análisis de varianza.

Tabla 3:
Análisis de variancia de la investigación en estudio.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Tratamiento	3
Error	36
Total	**39**

Tabla 4

Croquis de distribución por tratamiento.

Unidad Experimental	Tratamiento	Dosis de biol en (8 meses/planta).	Unidad Experimental	Tratamiento	Dosis de biol en (8 meses/planta).
1	T2	0.8 litros	21	T1	0.8 litros
2	T4	0.8 litros	22	T4	0.8 litros
3	T1	0.8 litros	23	T3	0.8 litros
4	T3	0.8 litros	24	T2	0.8 litros
5	T2	0.8 litros	25	T1	0.8 litros
6	T1	0.8 litros	26	T4	0.8 litros
7	T4	0.8 litros	27	T3	0.8 litros
8	T3	0.8 litros	28	T2	0.8 litros
9	T3	0.8 litros	29	T1	0.8 litros
10	T2	0.8 litros	30	T4	0.8 litros
11	T3	0.8 litros	31	T1	0.8 litros
12	T2	0.8 litros	32	T4	0.8 litros
13	T1	0.8 litros	33	T3	0.8 litros
14	T4	0.8 litros	34	T2	0.8 litros
15	T3	0.8 litros	35	T1	0.8 litros
16	T2	0.8 litros	36	T4	0.8 litros
17	T1	0.8 litros	37	T3	0.8 litros
18	T4	0.8 litros	38	T2	0.8 litros
19	T3	0.8 litros	39	T1	0.8 litros
20	T2	0.8 litros	40	T4	0.8 litros

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1 Respuesta de tres bioles en la altura de plantas de palma aceitera

El Anexo 1 presenta un análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la efectividad de tres bioles en la altura de la palma aceitera en vivero. Los resultados indican que el tratamiento tiene un efecto significativo en la altura de las plantas, con un valor F de 2852.94 y un valor P de 0.00, lo que sugiere que las diferencias observadas entre los tratamientos son estadísticamente significativas. La suma de cuadrados ajustada para el tratamiento es de 751.275, mientras que el error presenta una suma de 3.16, lo que resalta la variabilidad mínima atribuible al error en comparación con la variabilidad explicada por el tratamiento. Esto se traduce en un coeficiente de variación (C.V) del 3.44%, indicando que la variabilidad relativa de los datos es baja, lo que refuerza la confianza en los resultados obtenidos. Además, el análisis muestra un coeficiente de determinación (R^2) de 98.48%, lo que implica que el modelo explica casi la totalidad de la variabilidad en el crecimiento de la palma aceitera atribuible a los bioles aplicados. Este alto R^2 sugiere que los bioles utilizados en el estudio son altamente efectivos para promover el crecimiento de las plantas en condiciones de vivero.

Tabla 5.

Evaluación de la efectividad de tres bioles en el crecimiento (*altura*) *de la palma aceitera en vivero*.

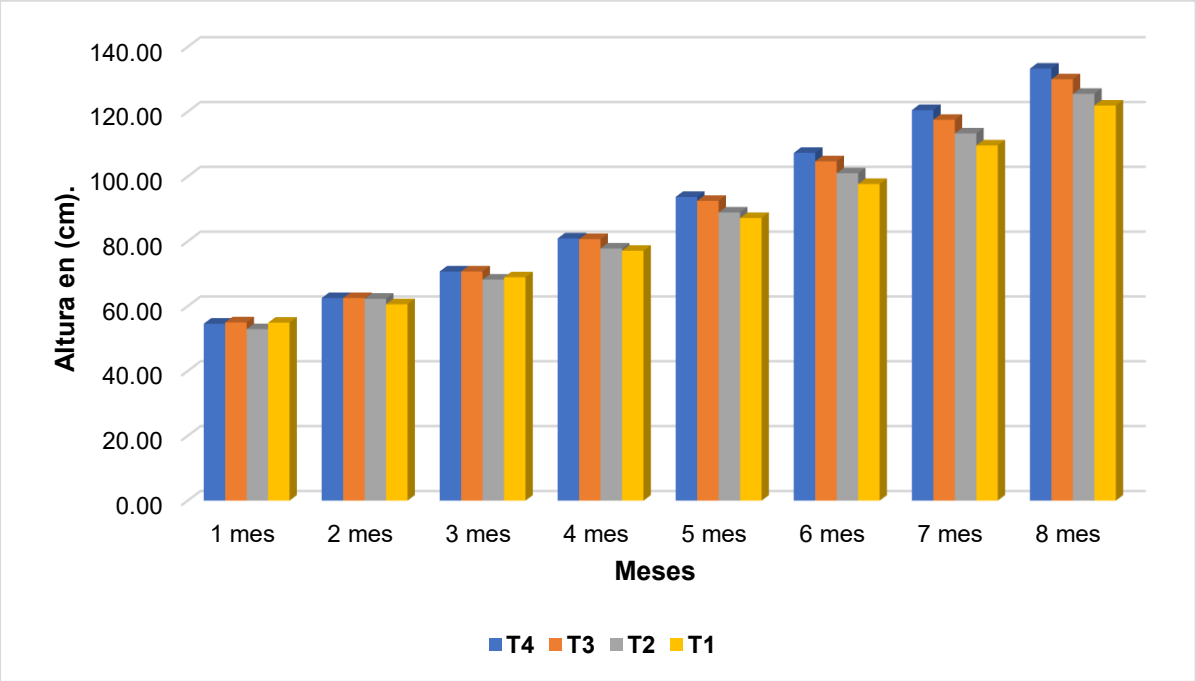
Tratamiento	Altura en (cm).							
	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	5 mes	6 mes	7 mes	8 mes
T_4: (BIO YON).	54.6ab	62.5a	70.7a	80.9a	93.7a	107.3a	120.5a	133.3a
T_3: (Humus liquido de lombriz).	55a	62.5a	70.7a	80.7ab	92.5ab	104.7ab	117.5b	130b
T_2: (BIOL P-86).	52.9b	62.3ab	68.2b	77.8b	88.9b	101b	113.3bc	125.5c
T_1: (Testigo-Yaramila Hydran).	54.9ab	60.6b	68.9ab	77.1bc	87.2bc	97.7c	109.6c	121.9d

La Tabla anterior muestra la evaluación de la efectividad de tres bioles en el crecimiento (altura) de la palma aceitera en vivero a lo largo de ocho meses. Los

tratamientos analizados son T_4 (BIO YON), T_3 (Humus líquido de lombriz), T_2 (BIOL P-86) y T_1 (Testigo-Yaramila Hydran). En general, se observa que el tratamiento T_4 (BIO YON) tiene las alturas más elevadas en todos los meses, alcanzando 133.3 cm en el octavo mes. El tratamiento T_3 también muestra resultados competitivos, especialmente en los primeros meses, pero sus alturas comienzan a diferenciarse en los últimos meses, alcanzando 130 cm en el octavo mes. Por otro lado, T_2 y T_1 presentan alturas significativamente menores, con T_1 mostrando el crecimiento más bajo, llegando a 121.9 cm al final del periodo.

Figura 2.

Variación de la efectividad de tres bioles en el crecimiento (*altura*) *de la palma aceitera en vivero*.



El análisis de significancia mediante la prueba de Tukey revela diferencias significativas entre los tratamientos. Las letras asignadas (a, b, c) indican grupos de tratamientos que no difieren significativamente entre sí. Por ejemplo, T_4 y T_3 tienen muchas alturas marcadas con "a", lo que sugiere que ambos son igualmente efectivos en promover el crecimiento, especialmente en los primeros meses. Sin embargo, a partir del cuarto mes, T_2 y T_1 muestran diferencias significativas con respecto a T_4 y T_3, evidenciado por las letras "b" y "c". Esto implica que la efectividad de los bioles se

clasifica en el siguiente orden: $T_4 > T_3 > T_2 > T_1$. Este análisis sugiere que el uso de BIO YON es el más eficaz para el crecimiento de la palma aceitera en condiciones de vivero, mientras que el testigo tiene un impacto significativamente menor, lo que podría influir en decisiones sobre el manejo de cultivos y la elección de bioles en prácticas agrícolas. Otros estudios han demostrado que el uso de humus líquido en el cultivo de palma aceitera puede provocar un aumento significativo en la altura de las plántulas. En particular, el tratamiento S20F, que consiste en una mezcla que incluye un 20% de residuos industriales junto con humus líquido, ha mostrado resultados positivos en el desarrollo de las plantas (Madrigal & Garbanzo, 2018). Un estudio realizado por INDUPALSA evaluó el efecto del compost de escobajo de palma aceitera en el desarrollo de plántulas de palma en vivero, comparando cinco tratamientos: T_4 (testigo absoluto sin fertilizante), T_3 (45% compost), T_2 (30% compost), T_1 (15% compost) y T_5 (testigo con fertilizantes químicos). Los resultados mostraron que el tratamiento T_3 con 45% de compost de escobajo obtuvo la mayor altura de plántula, superando incluso al testigo con fertilizantes químicos (T_5), en este estudio también se aplicó un abono foliar a todos los tratamientos por igual (Romero, 2019).

4.2 Respuesta de tres bioles en el diámetro de plantas de palma aceitera

El análisis de varianza (ANOVA) presentado en el Anexo 2 evalúa la efectividad de tres tratamientos, en este caso bioles, en el crecimiento del diámetro de la palma aceitera en un vivero. Los resultados indican que la variabilidad en el crecimiento se puede atribuir significativamente a los tratamientos aplicados, como lo demuestra el valor F calculado de 70.57, que es considerablemente alto. Esto sugiere que al menos uno de los bioles tiene un efecto significativo en comparación con los otros.

El valor P asociado es 0.00, lo que indica que la probabilidad de que las diferencias observadas sean debidas al azar es extremadamente baja, reforzando la conclusión de que los tratamientos tienen un impacto real en el crecimiento de la palma. Además, los datos muestran que la suma de cuadrados ajustada (SS Ajustada) para los tratamientos es de 11.021, mientras que el error tiene una SS Ajustada de 1.874, lo que sugiere que la variabilidad explicada por los tratamientos es mucho mayor que la variabilidad residual.

Con un total de 39 grados de libertad (DF) y un coeficiente de variación (C.V) del 2.62%, junto con un R^2 del 85.47%, se puede inferir que el modelo ANOVA explica una gran parte de la variabilidad en el crecimiento del diámetro de la palma aceitera. Estos resultados son indicativos de la efectividad de los bioles en el fomento del crecimiento de esta especie en condiciones de vivero.

Tabla 6.

Evaluación de la efectividad de tres bioles en el diámetro de estipe de palma aceitera en vivero.

Tratamiento	Diámetro en (cm).							
	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	5 mes	6 mes	7 mes	8 mes
T_4: (BIO YON).	3.18a	3.58a	4.12a	4.67a	5.07a	6.13a	7.71a	8.99a
T_3: (Humus liquido de lombriz).	3.12b	3.46ab	3.91b	4.35b	5.08a	6.08ab	7.44b	8.64b
T_2: (BIOL P-86).	3.04bc	3.39bc	3.8bc	4.3b	4.89b	5.8b	7.21c	8.3c
T_1: (Testigo-Yaramila Hydran).	3.14ab	3.41ab	3.74c	4.2c	4.74bc	5.48c	6.68d	7.57d

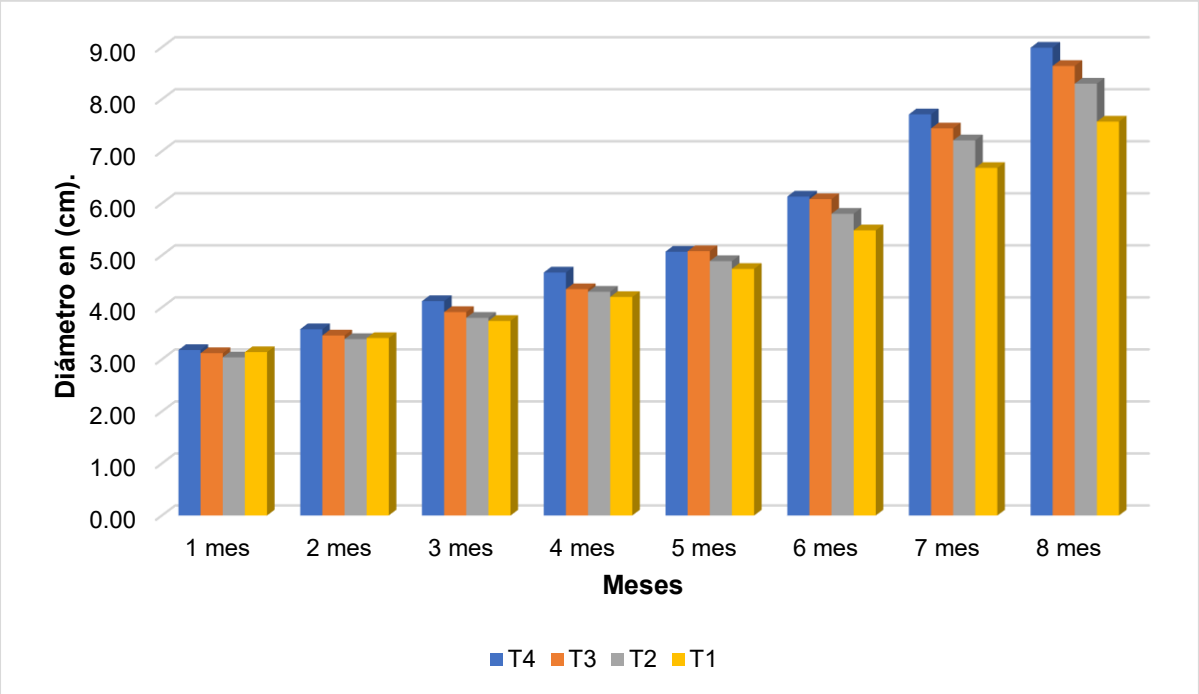
En la Tabla anterior, se presenta la evaluación de la efectividad de tres bioles en el crecimiento del diámetro de la palma aceitera a lo largo de ocho meses. Los tratamientos incluyen: T_4 (BIO YON), T_3 (Humus líquido de lombriz), T_2 (BIOL P-86) y T_1 (Testigo-Yaramila Hydran). Los resultados muestran que el tratamiento T_4 (BIO YON) presenta los diámetros más altos en todos los meses evaluados, alcanzando un diámetro de 8.99 cm al finalizar el período de ocho meses. Este tratamiento se distingue claramente con letras "a", lo que indica que es significativamente diferente de los otros tratamientos. Por otro lado, T_3 y T_2 muestran un crecimiento menor, con diámetros que oscilan entre 8.64 cm y 8.3 cm, respectivamente, y están marcados con letras "b" y "c", sugiriendo que estos tratamientos tienen un efecto similar pero inferior al de T_4.

La significancia de los resultados se puede analizar utilizando el test de Tukey, que permite identificar diferencias significativas entre los tratamientos. Según los resultados, T_4 es significativamente superior a T_3, T_2 y T_1, ya que todos los valores de

T_4 están marcados con "a", mientras que los otros tratamientos tienen letras diferentes que indican que sus diámetros no alcanzan el mismo nivel de efectividad. Por ejemplo, T_1, que es el testigo, muestra los diámetros más bajos, especialmente en los meses 3 a 8, donde se observa una clara diferencia en comparación con T_4. Esto sugiere que el uso de BIO YON es el más efectivo para promover el crecimiento del diámetro de la palma aceitera en vivero, mientras que los otros tratamientos, aunque efectivos, no alcanzan el mismo nivel de crecimiento. Según el estudio realizado por INDUPALSA, el uso de compost de escobajo de palma aceitera tuvo un efecto positivo en el desarrollo del diámetro del estípite de plántulas de palma en vivero. El tratamiento con 45% de compost (T_3) obtuvo un diámetro de 9.387 cm, mientras que el tratamiento testigo con fertilizantes químicos (T_5) alcanzó 11.199 cm. Los tratamientos con 30% (T_2) y 15% (T_1) de compost obtuvieron diámetros de 9.252 cm y 9.674 cm respectivamente (Romero, 2019). Los resultados del diámetro de estipe mostraron variaciones entre tratamientos a lo largo del tiempo. En los primeros 120 y 150 días no hubo diferencias significativas, pero a los 180 dds, el tratamiento T_2 (50% orgánico) alcanzó un diámetro de 1.96 cm, similar a los otros tratamientos. A los 210 dds, T_2 mostró un notable crecimiento de 2.50 cm. Finalmente, a los 240 dds, T2 alcanzó 3.28 cm, superando a los otros tratamientos y destacando la eficacia de los insumos orgánicos en el cultivo de palma (Zúñiga, 2023). Torres et al. (2023) realizaron un estudio sobre el efecto de fertilizantes orgánicos de liberación controlada y activadores fisiológicos en el diámetro de estipes de plántulas de pre vivero de palma africana. Los tratamientos incluyeron Humicrop, Humitop, Humicrop + enziprom, Humicrop + agronitrógeno, Humitop + enziprom, Humitop + agronitrógeno, testigo vivero comercial y testigo absoluto. Los resultados mostraron que los tratamientos Humicrop + enziprom y Humicrop + agronitrógeno presentaron los mayores diámetros de estipes a lo largo del tiempo, con diferencias estadísticamente significativas en comparación a los demás tratamientos. En la palma aceitera (Elaeis guineensis), la absorción de nutrientes se rige por un modelo exponencial, alcanzando su máximo para elementos esenciales como el nitrógeno, el potasio y el calcio, especialmente en los primeros 300 días. Estos nutrientes son fácilmente asimilables a través de la aplicación de abonos foliares, lo que resalta la importancia de una adecuada fertilización en esta etapa temprana del cultivo (Garbanzo León et al., 2018).

Figura 3.

Variación de la efectividad de tres bioles en el diámetro de estipe de plantas de palma aceitera en vivero.



4.3 Respuesta de tres bioles en la longitud de peciolo en plantas de palma aceitera

El Anexo 3 presenta un análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la efectividad de tres bioles en la longitud del pecíolo de plantas de palma aceitera en vivero. En este análisis, se observa que la fuente de variación "Tratamiento" tiene 3 grados de libertad (DF), con una suma de cuadrados ajustada (SS Ajustada) de 9.8000 y un promedio de cuadrados ajustado (MS Ajustada) de 3.26667. El valor F calculado es de 226.15, lo que indica una diferencia significativa en la longitud del pecíolo entre los tratamientos. El valor P asociado es 0.00, lo que sugiere que las diferencias observadas son altamente significativas, indicando que al menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente en comparación con los otros.

Además, el análisis muestra un error con 36 grados de libertad y una suma de cuadrados ajustada de 0.5200, lo que refleja la variabilidad no explicada por los tratamientos. El total de grados de libertad es de 39, con una suma total de cuadrados de 10.3200. Los resultados también incluyen un coeficiente de variación (C.V) del

12.18%, lo que indica que la variabilidad relativa es moderada, y un R^2 de 94.96%, lo que significa que el 94.96% de la variabilidad en la longitud del pecíolo puede ser explicada por los tratamientos aplicados. Esto refuerza la conclusión de que los bioles tienen un impacto significativo en el crecimiento del pecíolo de las plantas de palma aceitera en vivero.

Tabla 7.

Evaluación de la efectividad de tres bioles en la longitud del peciolo en plantas de palma aceitera en vivero.

Tratamiento	Longitud de peciolo en (cm).							
	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	5 mes	6 mes	7 mes	8 mes
T_4: (BIO YON).	23.4b	25.1ab	26.3ab	27.7ab	29ab	30.30ab	31.6ab	32.8b
T_3: (Humus liquido de lombriz).	24.1ab	25.5a	26.7a	27.9a	29.20a	30.60a	31.8a	33.1a
T_2: (BIOL P-86).	23.2bc	24.4b	25.6b	26.8b	28.20b	29.40bc	30.6c	31.8d
T_1: (Testigo-Yaramila Hydran).	24.3a	25.5a	26.6ab	27.9a	28.8ab	30b	31.3b	32.3c

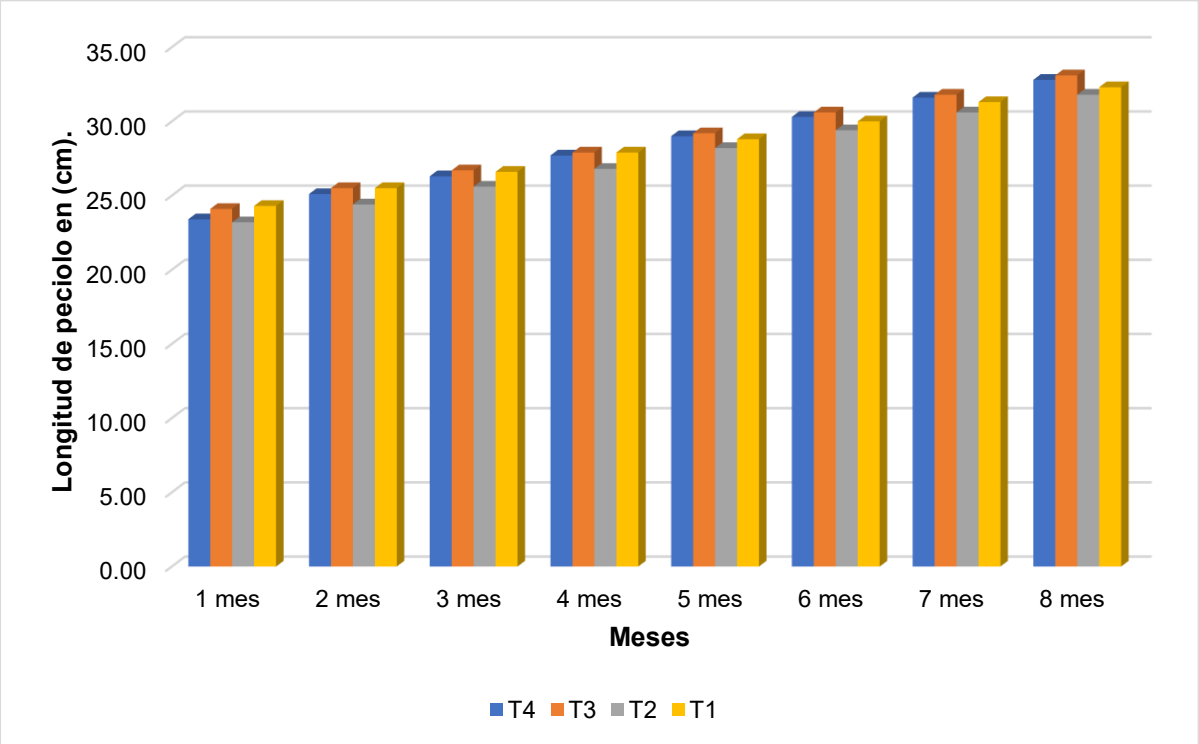
La Tabla 7 presenta los resultados de la evaluación de la efectividad de tres bioles en la longitud del pecíolo de plantas de palma aceitera a lo largo de ocho meses. Los tratamientos analizados son T_4 (BIO YON), T_3 (Humus líquido de lombriz), T_2 (BIOL P-86) y T_1 (Testigo-Yaramila Hydran). Los datos indican que el tratamiento T_3 (Humus líquido de lombriz) muestra consistentemente las longitudes más altas en todos los meses evaluados, alcanzando un máximo de 33.1 cm al final del período. Este tratamiento se destaca con letras "a", lo que indica que es significativamente diferente de los demás tratamientos en varios meses.

Por otro lado, T_4 (BIO YON) presenta longitudes de pecíolo que, aunque son competitivas, son generalmente inferiores a las de T_3, con un máximo de 32.8 cm. Este tratamiento tiene algunas medidas marcadas como "b" y "ab", sugiriendo que, aunque es efectivo, no alcanza el mismo nivel de crecimiento que T_3. Los tratamientos T_2 y T_1 muestran longitudes más bajas en comparación, especialmente en los meses finales, donde T_2 alcanza solo 31.8 cm y T_1 32.3 cm. Las letras asignadas a estos tratamientos (como "bc" y "c") indican que hay diferencias significativas en sus longitudes de pecíolo, siendo T_1 el menos efectivo en comparación con los otros

tratamientos. En resumen, el análisis sugiere que el uso de Humus líquido de lombriz es el más efectivo para promover el crecimiento del pecíolo en las plantas de palma aceitera en vivero. Según el estudio realizado por INDUPALSA, el tratamiento T_3 con 45% de compost de escobajo obtuvo una longitud de foliolo de 99.75 cm, superando al testigo con fertilizantes químicos (T_5) que alcanzó 116.00 cm, mientras que los tratamientos T_2 con 30% y T_1 con 15% de compost de escobajo obtuvieron longitudes de foliolo de 103.51 cm y 108.88 cm respectivamente, respaldando el uso de residuos orgánicos y abono foliar (Romero, 2019). Los resultados indican que no hubo diferencias significativas en la longitud de hoja entre los tratamientos a los 120 y 150 días después de siembra (dds). A los 180 dds, los tratamientos T_1 (químico) y T_2 (50% orgánico) mostraron longitudes similares de 19.5 cm y 20.6 cm, respectivamente, mientras que T_3 (100% orgánico) tuvo el mismo valor que T_1. A los 210 dds, todos los tratamientos presentaron longitudes superiores, destacando T_2 con 28.9 cm a los 240 dds, lo que sugiere el potencial de la fertilización orgánica (Zúñiga, 2023).

Figura 4.

Variación de la efectividad de tres bioles en la longitud del peciolo en plantas de palma aceitera en vivero.



4.4 Respuesta de tres bioles en la longitud del raquis en plantas de palma aceitera

El Anexo 4 presenta un análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la efectividad de tres bioles en la longitud del raquis de plantas de palma aceitera en vivero. En este análisis, la fuente de variación "Tratamiento" tiene 3 grados de libertad (DF), con una suma de cuadrados ajustada (SS Ajustada) de 391.000 y un promedio de cuadrados ajustado (MS Ajustada) de 130.333. El valor F calculado es de 3665.62, lo que indica una diferencia extremadamente significativa en la longitud del raquis entre los tratamientos aplicados. El valor P asociado es 0.00, lo que refuerza la conclusión de que las diferencias observadas son altamente significativas, sugiriendo que al menos uno de los tratamientos tiene un impacto notablemente diferente en comparación con los otros.

El análisis también muestra que el error tiene 36 grados de libertad y una suma de cuadrados ajustada de 1.280, lo que indica una variabilidad mínima no explicada por los tratamientos. El total de grados de libertad es de 39, con una suma total de cuadrados de 392.280. Los resultados incluyen un coeficiente de variación (C.V) del 18.85%, lo que indica una variabilidad relativa moderada, y un R^2 de 97.67%, lo que significa que el 97.67% de la variabilidad en la longitud del raquis puede ser explicada por los tratamientos aplicados. Estos resultados sugieren que los bioles tienen un impacto significativo en el crecimiento del raquis de las plantas de palma aceitera en vivero, destacando la efectividad de los tratamientos utilizados.

Tabla 8.

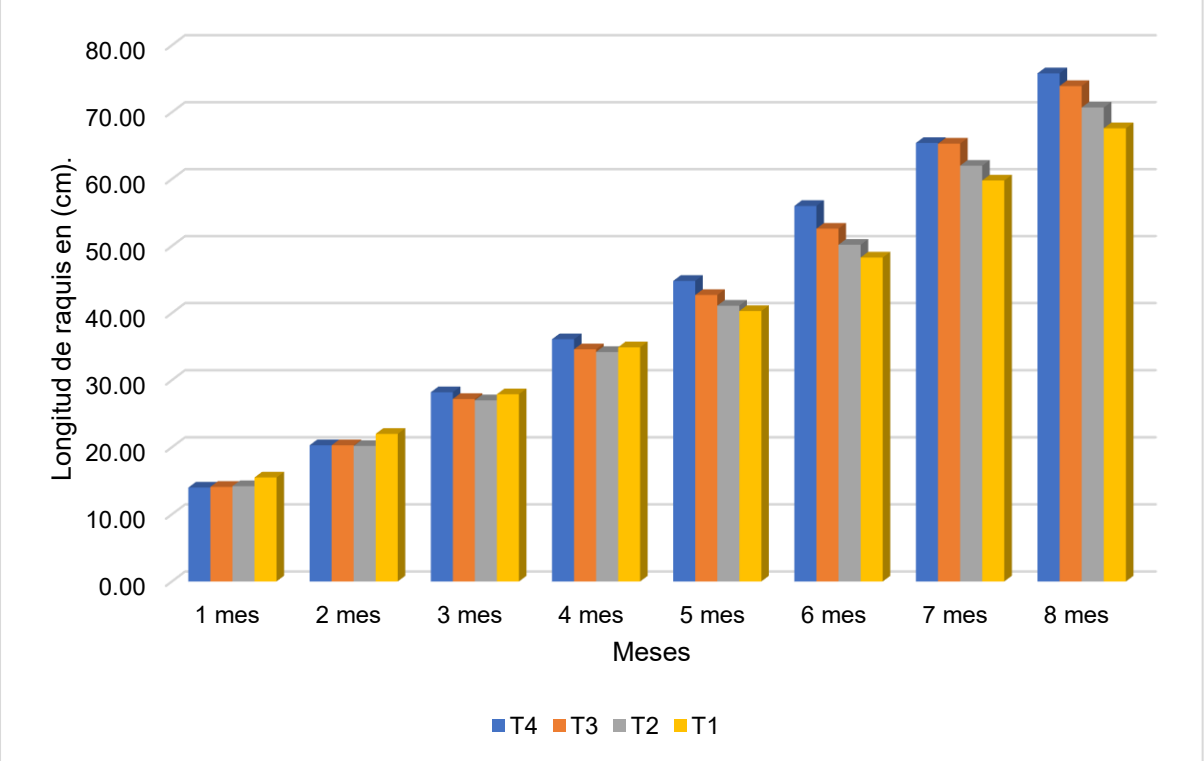
Evaluación de la efectividad de tres bioles en la longitud del raquis en plantas de palma aceitera en vivero.

Tratamiento	Longitud del raquis en (cm).							
	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	5 mes	6 mes	7 mes	8 mes
T_4: (BIO YON).	14bc	20.3b	28.2a	36.1a	44.8a	56a	65.4a	75.8a
T_3: (Humus liquido de lombriz).	14.1b	20.3b	27.20b	34.60b	42.7b	52.6b	65.3b	73.9b
T_2: (BIOL P-86).	14.2b	20.2bc	27bc	34.2bc	41.1bc	50.2bc	62c	70.7c
T_1: (Testigo-Yaramila Hydran).	15.5a	22a	27.9b	34.9b	40.3c	48.3c	59.8d	67.6d

La Tabla 8 presenta la evaluación de la efectividad de tres bioles en la longitud del raquis de plantas de palma aceitera durante un periodo de ocho meses. Los tratamientos analizados son T_4 (BIO YON), T3 (Humus líquido de lombriz), T_2 (BIOL P-86) y T_1 (Testigo-Yaramila Hydran). Los resultados muestran que T_4 es el más efectivo, alcanzando 75.8 cm en el octavo mes, mientras que T_1, el testigo, presenta el crecimiento más bajo con 67.6 cm. A lo largo de los meses, T_3 y T_2 muestran resultados intermedios, con T_3 superando a T_2 en la mayoría de las mediciones, aunque ambos son significativamente inferiores a T_4.

Figura 5.

Variación de la efectividad de tres bioles en la longitud del raquis en plantas de palma aceitera en vivero.



Al aplicar la prueba de Tukey para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos, se observa que T_4 tiene letras "a" en los meses 3 a 8, indicando que es significativamente diferente de los otros tratamientos. T_3 presenta letras "b" en la mayoría de los meses, lo que sugiere que es similar a T_2 en términos de efectividad,

mientras que T_1 tiene letras "c" y "d", indicando que es el menos efectivo en comparación con los demás. Esta clasificación sugiere que los bioles tienen un impacto significativo en el crecimiento del raquis, siendo T_4 el más recomendable para mejorar la longitud del raquis en las plantas de palma aceitera en vivero. La longitud del raquis en palma es importante con longitudes mayores a 45 centímetros (Ricardo et al., 2019). La longitud del raquis en plántulas de palma aceitera en vivero es un factor crítico que influye en su desarrollo y adaptación al medio ambiente. Estudios han demostrado que, en condiciones óptimas de crecimiento, el raquis puede alcanzar longitudes entre 30 y 50 centímetros (Jiménez, 2024).

4.5 Respuesta de tres bioles en el número de raíces en plantas de palma aceitera

El análisis de varianza (ANOVA) presentado en la tabla evalúa la efectividad de tres bioles en el número de raíces de plantas de palma aceitera en vivero. Los resultados muestran que la variabilidad entre los tratamientos es significativa, con un valor F de 166.40 y un valor P de 0.00, indicando que al menos uno de los bioles tiene un efecto diferente en comparación con los otros. La suma de cuadrados ajustada para el tratamiento es de 312.000, lo que sugiere una diferencia notable en la efectividad de los tratamientos aplicados. En contraste, la variabilidad no explicada por los tratamientos (error) es mínima, con una suma de cuadrados ajustada de solo 7.500, lo que refuerza la conclusión de que los tratamientos tienen un impacto significativo en el desarrollo de raíces.

Además, el coeficiente de determinación (R^2) de 97.65% indica que la mayoría de la variabilidad en el número de raíces puede ser explicada por los bioles utilizados, lo que sugiere que el modelo es altamente efectivo. El coeficiente de variabilidad (C.V) de 14.88% también proporciona información sobre la consistencia de los datos, indicando una variabilidad moderada en relación con la media. En conjunto, estos resultados no solo demuestran la eficacia de los bioles en el crecimiento de raíces, sino que también sugieren que la selección de un biol específico podría optimizar el desarrollo de las plantas de palma aceitera en condiciones de vivero.

Tabla 9.

Evaluación de la efectividad de tres bioles en el número de raíces en plantas de palma aceitera en vivero.

Tratamiento	Número de raíces en (unidades).	Significancia
T_4: (BIO YON).	36.00	a
T_3: (Humus liquido de lombriz).	33.00	b
T_2: (BIOL P-86).	31.00	c
T_1: (Testigo-Yaramila Hydran).	24.00	d

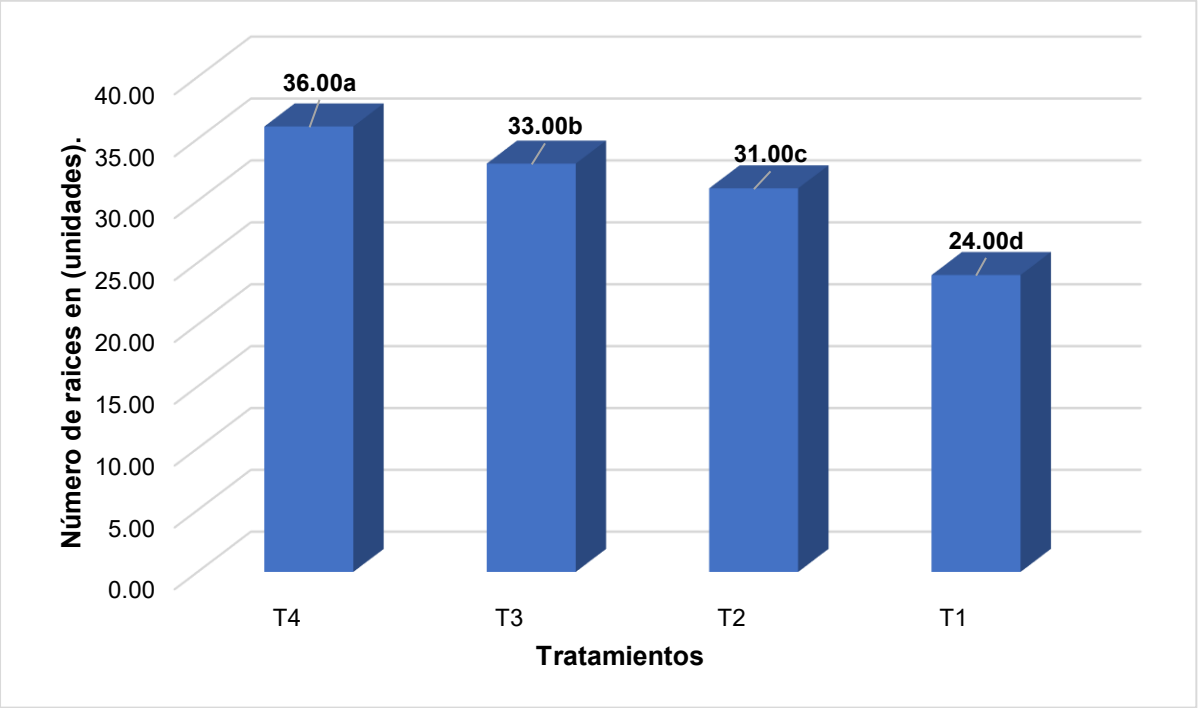
La Tabla 9 presenta la evaluación de la efectividad de tres bioles en el número de raíces de plantas de palma aceitera en vivero. Los tratamientos se clasifican según el número de raíces obtenidas, donde el tratamiento T_4 (BIO YON) mostró el mayor número de raíces, con un promedio de 36.00 unidades. Le sigue el tratamiento T_3 (humus líquido de lombriz) con 33.00 unidades, y luego el T_2 (BIOL P-86) con 31.00 unidades. Finalmente, el testigo (T_1, Yaramila Hydran) tuvo el menor número de raíces, con un promedio de 24.00 unidades. La asignación de letras (a, b, c, d) indica diferencias significativas entre los tratamientos, donde tratamientos con letras diferentes son significativamente distintos entre sí. Al evaluar el número de raíces por planta al final del ensayo y no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo un promedio de 17, 18 y 18 raíces por planta para los tratamientos químico, 50% orgánico y 100% orgánico, respectivamente. Estos resultados sugieren que el crecimiento radicular es principalmente genético, ya que el uso de materiales orgánicos no mostró mejoras notables en el desarrollo radicular de las plántulas de palma (Zúñiga, 2023).

Según el análisis de Tukey, las diferencias en el número de raíces son estadísticamente significativas entre los tratamientos. El tratamiento T_4 (BIO YON) es significativamente superior a todos los demás tratamientos, mientras que T_3 y T_2 también son significativamente mejores que el testigo (T_1). Este análisis sugiere que la aplicación de BIO YON es la más efectiva para promover el crecimiento de raíces en las plantas de palma aceitera, lo que podría tener implicaciones importantes para las prácticas agrícolas en viveros. La diferencia en el rendimiento entre los

tratamientos indica que la elección del biol puede influir considerablemente en el desarrollo radicular, lo que a su vez podría afectar la salud y productividad de las plantas en el futuro. Al evaluar el número de raíces por planta al final del ensayo y no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo un promedio de 17, 18 y 18 raíces por planta para los tratamientos químico, 50% orgánico y 100% orgánico, respectivamente. Estos resultados sugieren que el crecimiento radicular es principalmente genético, ya que el uso de materiales orgánicos no mostró mejoras notables en el desarrollo radicular de las plántulas de palma (Zúñiga, 2023).

Figura 6.

Variación de la efectividad de tres bioles en el número de raíces en plantas de palma aceitera en vivero.



4.6 Respuesta de tres bioles en la longitud de raíces en plantas de palma aceitera

El Anexo 6 presenta un análisis de varianza (ANOVA) que evalúa la efectividad de tres bioles en la longitud de raíces de plantas de palma aceitera en vivero. En este

análisis, se observa que la fuente de variación correspondiente a los tratamientos tiene 3 grados de libertad (DF) y una suma de cuadrados ajustada (SS) de 2900.00, lo que indica una variabilidad considerable atribuible a los diferentes bioles. La media de cuadrados ajustada (MS) para los tratamientos es de 966.667, y el valor F calculado es de 446.15, lo que sugiere que hay diferencias significativas entre los tratamientos. El valor P asociado es 0.00, lo que refuerza la conclusión de que al menos uno de los bioles tiene un efecto diferente en la longitud de raíces comparado con los otros.

Además, el análisis muestra un error con 12 grados de libertad y una suma de cuadrados ajustada de 26.00, resultando en una media de cuadrados ajustada de 2.167. El total de la suma de cuadrados es de 2926.00, con un coeficiente de variabilidad (C.V) de 4.72%, que indica una baja variabilidad relativa en los datos, y un coeficiente de determinación (R^2) de 98.42%, lo que sugiere que el modelo explica casi toda la variabilidad observada en la longitud de raíces. Estos resultados indican que los bioles utilizados tienen un impacto significativo en el crecimiento de las raíces de las plantas de palma aceitera, lo que puede ser crucial para optimizar prácticas de cultivo en viveros.

Tabla 10.

Evaluación de la efectividad de tres bioles en la longitud de raíces en plantas de palma aceitera en vivero.

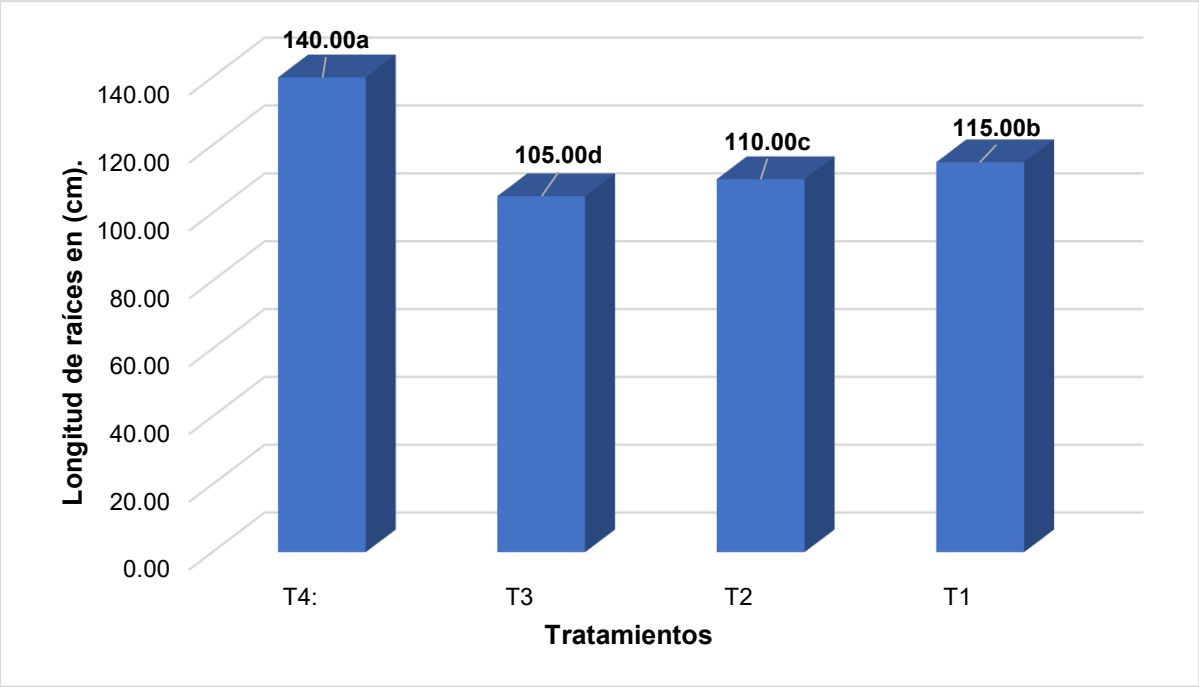
Tratamiento	Longitud de raíces en (cm).	Significancia
T_4: (BIO YON).	140.00	a
T_3: (Humus liquido de lombriz).	105.00	d
T_2: (BIOL P-86).	110.00	c
T_1: (Testigo-Yaramila Hydran).	115.00	b

La tabla 10 presenta los resultados de un estudio sobre la efectividad de tres bioles en la longitud de raíces de plantas de palma aceitera en vivero. Los

tratamientos evaluados fueron: T_4 (BIO YON) con una longitud de raíces de 140 cm, T3 (humus líquido de lombriz) con 105 cm, T_2 (BIOL P-86) con 110 cm y T_1 (testigo, Yaramila Hydran) con 115 cm. Según los resultados, BIO YON (T_4) sobresale significativamente sobre los demás tratamientos, obteniendo la mayor longitud de raíces, lo que indica su alta efectividad en comparación con los otros bioles.

Figura 7.

Variación de la efectividad de tres bioles en la longitud de las raíces en plantas de palma aceitera en vivero.



El análisis de significancia según Tukey demuestra que los tratamientos están agrupados en diferentes niveles de eficacia. BIO YON es clasificado con la letra "a", lo que indica su rendimiento superior. En contraste, el humus líquido de lombriz se clasifica con "d", indicando un rendimiento significativamente inferior. T_2 y T_1 tienen las letras "c" y "b", respectivamente, lo que sugiere que son intermedios en eficacia, pero aún por debajo de BIO YON. Esto resalta la importancia de seleccionar el biol adecuado para optimizar el crecimiento de raíces en las plantas de palma aceitera, siendo BIO YON la opción más recomendable según este estudio. Al finalizar el ensayo, no hubo diferencias significativas en la longitud de raíz de las plantas de palma aceitera entre los tratamientos químico, 50% orgánico y 100% orgánico, con

promedios de 103, 93 y 85 cm respectivamente. Esto sugiere que el tipo de tratamiento no afectó de manera importante el desarrollo de las raíces en el vivero (Zúñiga, 2023).

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- Se ha demostrado que la aplicación de tres tipos de bioles tiene un efecto significativo en el crecimiento y desarrollo de la palma aceitera en vivero en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde.

- La aplicación de bioles influyó significativamente en el desarrollo radical de las plantas de palma aceitera en vivero. Entre los tratamientos evaluados, Bio Yon destacó como el más eficaz, al registrar el mayor número de raíces (36 unidades) y la mayor longitud promedio (140 cm), superando de forma estadísticamente significativa al humus líquido de lombriz, al Biol P-86 y al testigo con fertilizante químico (Yaramila Hydran). Los altos valores de R^2 (97.65% y 98.42%) y los bajos coeficientes de variación confirman la precisión del modelo y la consistencia de los resultados, evidenciando que Bio Yon es la opción más eficiente para optimizar el crecimiento radical de la palma aceitera en etapa de vivero.

- La evaluación del efecto de tres bioles en el crecimiento y desarrollo de plantas de palma aceitera en vivero demostró que el Bio Yon (T4) fue significativamente superior a los demás tratamientos. Este biol promovió el mayor desarrollo en altura (133.3 cm), diámetro de estipe (8.99 cm), longitud del raquis (75.8 cm), en todas las variables evaluadas evidenciando la eficacia de Bio Yon en la mejora del crecimiento vegetativo de la palma aceitera en vivero.

- El biol más efectivo para promover el crecimiento y desarrollo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en etapa de vivero fue el Bio Yon (T4). Este tratamiento superó significativamente a los demás, al favorecer el desarrollo integral de las plantas, tanto en la parte aérea como en el sistema radicular. Su aplicación resultó en aumentos notables en variables clave como la altura de planta, el diámetro del estipe, la longitud del raquis, así como en el número y longitud de raíces, posicionándolo como la mejor alternativa para potenciar el rendimiento de las plántulas bajo condiciones de vivero.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones se recomienda lo siguiente:

- Emplear Bio Yon como biofertilizante principal durante la etapa de vivero de la palma aceitera, ya que mostró una alta efectividad para estimular el crecimiento vegetativo y el desarrollo radicular. Humus líquido y Biol-P86 pueden considerarse opciones adicionales según la disponibilidad de insumos y las condiciones específicas de cada vivero.

- Para los productores viveristas de palma aceitera en la zona de Campo Verde, se sugiere adicionar el uso de Bio Yon, humus líquido y Biol-P86 a sus planes de fertilización, considerando las ventajas observadas en la mejora de la nutrición y el desarrollo saludable de las plántulas desde etapas tempranas.

- Se plantea la necesidad de realizar estudios adicionales que evalúen el efecto del Bio Yon, humus liquido y Biol P-86 en la fase de campo definitivo, analizando su impacto sobre el establecimiento, adaptación y crecimiento inicial de las plantas, a fin de validar su aplicación a mayor escala en programas de producción de palma aceitera.

- Promover la producción y el uso sostenible de Bio Yon, humus líquido y Biol-P86 a nivel local, integrándolos como complemento dentro de los programas de fertilización orgánica que ayuda a mantener una nutrición balanceada de las plántulas, reducir el impacto ambiental y fortalecer la sostenibilidad de los sistemas de vivero.

REVISION BIBLIOGRAFICA

Acosta Carbajal, L. R. (2024). NOTA TÉCNICA DE COYUNTURA ECONÓMICA AGRARIA N. ° 12-2024-MIDAGRI. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6797289/5063792-nota-tecnica-n-012-produccion-de-palma-aceitera.pdf.

Arévalo, A. 2019. Aplicación de diferentes concentraciones de bioles para el mejoramiento productivo del cultivo del cacao (Theobroma cacao) en el distrito de Curimaná. Tesis de grado para optar el título profesional de ingeniero agroforestal acuícola. Universidad Nacional Intercultural De La Amazonía. Disponible en: https://api-repositorio.unia.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b8ba2069-966e-4e4d-8679-4e68498b519e/content

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.

Barrera Cevallos, F. A. (2022). Beneficios del uso de semillas certificada para el establecimiento del cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq), en el Ecuador (Bachelor's thesis).

Catálogo de la vida (2025). Elaeis guineensis Jacq. 38XF. Select. Stirp. Amer. Hist.: 280 (1763) .66337 en WCVP: Lista Mundial de Plantas Vasculares (WCVP).

Celedonio, M., & Asesor, M. (2023). Efecto de bioles orgánicos con microorganismos eficaces en el rendimiento y la calidad de la asociación de pasturas en condiciones edafoclimática del CC. PP. Carhuapata-Jacas Grande-Huamalíes–Huánuco 2018.

Chambi, M. 2022. Producción hidropónica utilizando abono líquido - biol, en cultivos de acelga, repollo y lechuga en condiciones de invernadero. Tesis de grado. Universidad Nacional Del Altiplano. Disponible en: https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19290

FAO (2019). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT, datos. http://www.fao.org/faostat/es/#data.

FERNÁNDEZ, J. C., BOHÓRQUEZ, W., & RODRÍGUEZ, A. (2016). Dinámica nutricional del cacao bajo diferentes tratamientos de fertilización con N, P y K en vivero. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 10(2), 367-380.

Franco Valbuena, L. A., Delgado, T. E., Rincón Numpaque, Á., Molina López, D. L., Beltrán Giraldo, J. A., & Mosquera Montoya, M. Nutritional Requirement of Interspecific OxG Hybrid Plants during Nursery Stage.

Garbanzo-León, G., Ramírez-Castrillo, F., & Molina-Rojas, E. (2019). Absorción de nutrimentos en palma aceitera variedad “Compacta X Ghana” en vivero. Agronomía Costarricense, 43(1), 69-84.

Garbanzo-León, G., Ramírez-Castrillo, F., & Molina-Rojas, E. (2019). Absorción de nutrimentos en palma aceitera variedad “Compacta X Ghana” en vivero. Agronomía Costarricense, 43(1), 69-84.

Hastuti, PB (2021). Aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos provenientes de desechos de mercado en el crecimiento y la absorción de nitrógeno de plántulas de palma aceitera. En Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1825, N.º 1, p. 012088). IOP Publishing.

Hastuti, PB, Wirianata, H., Yunita, R. y Manto, A. (2024). Efecto de la aplicación de fertilizante orgánico líquido Azolla en el crecimiento de plántulas de palma aceitera en previvero. AJARCDE (Revista Asiática de Investigación Aplicada para el Desarrollo y Empoderamiento Comunitario), 8 (1), 38-41.

Hernández, H. P., & Sato, M. P. (2023). ¿La palma aceitera (Elaeis guineensis) genera un impacto negativo sobre el suelo? Una revisión. Agronomía Mesoamericana, 34(1).

https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:666802-1.

Husna, M., Salamah, U., Herman, W. y Agwil, W. (2023). Mejoramiento de plántulas de palma aceitera mediante sombra, estiércol y fertilizante líquido orgánico en sustrato Ultisol. Planta Tropika, 11 (1), 33-40.

Ibarra-Ruales, L. N., & Reyes-Cuesta, R. (2015). Crecimiento en vivero de las palmas aceiteras Elaeis oleífera x Elaeis guineensis y Elaeis guineensis x Elaeis guineensis en Tumaco Colombia. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 16(2), 239-250.

Jiménez Caballero, E. M. (2024). Efectos de la compactación de los suelos arcillosos en el desarrollo y producción del cultivo de palma aceitera Elaeis guineensis Jacq (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).

Jiménez-Vera, J. F., & Arias-Arias, N. A. (2024). Efecto de la edad de trasplante sobre su crecimiento de un cultivar híbrido interespecífico OxG (Brasil x Djongo) de palma de aceite en la etapa improductiva. Palmas, 45(1), 8-21.

LIMONES JIMENEZ, V. D. (2023). Manejo integrado de Alurnus humeralis en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis) en el Ecuador (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2023).

Lubis, FA, Kusbiantoro, D., Asbur, Y., Purwaningrum, Y., y Kurniawan, IS (2024). Estudio analítico de la disponibilidad de fósforo en el suelo para el crecimiento de plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) con la aplicación de fertilizante líquido y guano (estiércol de murciélago) en vivero principal. Contribuciones del Instituto Central de Investigación Agrícola , 18 (2), 58-66.

Lucas, P. J., Guevara, F. T., Muñoz, R. M. Y., Gómez, M. I. T., & Morales, H. A. M. (2021). Preparación de bioles orgánicos. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan, 9(2), 124-136.

Madrigal-Valverde, Á., & Garbanzo-León, G. (2018). Uso de residuos agroindustriales en previveros de palma aceitera (Elaeis guineensis, Arecaceae): crecimiento y absorción de nutrimentos. Cuadernos de Investigación UNED, 10(2), 257-266.

Madrigal-Valverde, Á., & Garbanzo-León, G. (2018). Uso de residuos agroindustriales en previveros de palma aceitera (Elaeis guineensis, Arecaceae): crecimiento y absorción de nutrimentos. Cuadernos de Investigación UNED, 10(2), 257-266.

Madusari, S. (2019). Procesamiento de fibra y su aplicación como fertilizante orgánico líquido en plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) para la agricultura sostenible. Revista de Ciencias Aplicadas y Tecnología Avanzada , 1 (3), 81-90.

Malsriwijaya, B., Bernas, SM, Budianta, D. y Said, M. (2017). Aplicación de diversas concentraciones de residuos líquidos de plantas de procesamiento de palma aceitera en el crecimiento de la planta de palma aceitera (Elaeis guinensis, Jacq). KnE Life Sciences , 228-237.

Marín, K. 2023. Efecto de la aplicación de un abono orgánico a base de biofermento de pescado sobre el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes 659 en Pucallpa. Tesis de grado. Universidad Nacional de Ucayali. Consultado en línea Disponible en: http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6606/B9_2023_UNU_AGRONOMIA_2022_T_KEYLY-MARIN_V1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martínez, G. (2014). La hoja clorótica, un estado avanzado de la PC. Boletín El Palmicultor, (506 Abril), 19-20.

Miranda Ruiz, E. (2018). EFECTO DE TRES TIPOS DE ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO (BIOL), EN LA ETAPA DE DESARROLLO EN VIVERO DE BOLAINA BLANCA (Guazuma crinita C. Martius) EN PUCALLPA PERÚ.

Miranda, E. 2018. Efecto de tres tipos de abono orgánico líquido (biol), en la etapa de desarrollo en vivero de bolaina blanca (Guazuma crinita Martius) en Pucallpa Perú. In Revista ZHOECOEN, 10(3), 371–382. Disponible en: https://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/855

Muñoz, G. 2018. Evaluación de la eficacia del biofertilizante orgánico “Biol mineralizado” en el rendimiento del cultivo de col morada (Brassica oleracea) en la zona de Babahoyo. Tesis de grado. Universidad Técnica De Babahoyo. Disponible en: http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5182/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000025.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Olmedo, P. 2023. Comportamiento agronómico del cultivo de pepino (Cucumis sativus) con diferentes dosis de biol en el Cantón La Mana provincia de

Cotopaxi. Tesis de grado. Universidad Técnica De Cotopaxi. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10097/1/UTC-PIM-000623.pdf

Palacios, J. 2021. Aplicación de fuentes orgánicas en fase de vivero en plántulas de palma africana (Elaeis guineensis), Quinindé-Esmeraldas. Tesis de grado para la obtención del título de ingeniero agrónomo. Universidad Agraria Del Ecuador. Disponible en: http://181.198.35.98/Archivos/PALACIOS%20SANTOS%20JUAN%20PABLO.pdf

Pisco Salas, C. H. (2014). Métodos de la aplicación del abono líquido en plantones de palma aceitera (elaeis guineensis jacq) en valle de shanusi-Loreto.

Prabowo, N. E., Foster, H. L., Nelson, S., Sitepu, B., & Nelson, P. (2013). Uso práctico de la eficiencia fisiológica de la palma de aceite con respecto a la recuperación de nutrientes y la eficiencia agronómica en diferentes sitios de Sumatra. Palmas, 34, 221-242.

Preciado Granda, K. S. (2024). Manejo integrado de Ticuadra circundata en el cultivo de palma aceitera Elaeis guineensis Jacq (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).

Ricardo, S. E. L., Veiguela, Y. R., Rodríguez, T. M., & Sarmiento, J. C. (2019). Manejo del raquis generado en las extractoras de palma aceitera para la elaboración de Compost. Revista científica ECOCIENCIA, 6(4), 1-17.

Romero Mera, T. K. (2019). Efecto del compost de escobajo, en el desarrollo de plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq. 1763), bajo condiciones de vivero, en la empresa INDUPALSA-Caynarachi-Lamas.

Romero Ruiz, H. K. (2019). Efecto de la aplicación de diferentes dosis de cenizas de Palma aceitera (Elaeis guineensis) en el Biol generado en la PTARI OLAMSA CFB km 59.800, departamento de Ucayali-2019.

Roni, KA (2019). Residuos líquidos de plantaciones de palma aceitera como fertilizante líquido. Revista de Nanociencia Computacional y Teórica , 16 (12), 5166-5170.

Samaniego, J. J. (2022). Preparación de biol a partir de residuos orgánicos. Revista RedBioLAC, 6(1), 51-55.

Santillán Peralta, N. A. (2024). Manejo integrado de la escama roja Neolecanium silverai Empell, en el cultivo de palma aceitera Elaeis guineensis Jacq (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).

Savilaakso, S., Garcia, C., Garcia-Ulloa, J., Ghazoul, J., Groom, M., Guariguata, MR, ... y Zrust, M. (2014). Revisión sistemática de los efectos de la producción de palma aceitera sobre la biodiversidad. Environmental Evidence , 3 , 1-21. https://doi.org/10.1186/2047-2382-3-4

Sukmawan, Y., y Riniarti, D. (2022). Efectividad de diversos fertilizantes foliares en el crecimiento y rendimiento de plántulas de palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) en viveros principales. Journal of Tropical Crop Science, vol . 9 (1).

Torres, J. J. A., Serrano, M. H. N., Gómez, K. D. G., & Chica, M. Y. G. (2023). Fertilizantes orgânicos de liberação controlada e ativadores fisiológicos em mudas de pré-viveiro de palma africana: Controlled release organic fertilizers and physiological activators in African palm pre nursery seedlings. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 6(4), 3508-3520.

Torres, M. 2019. Efecto del biol en el cultivo de cacao en el fundo Alborada, distrito Castillo Grande – provincia de Leoncio Prado. Tesis de grado para optar por el titilo de ingeniero en conservación de suelos y agua. Universidad Nacional Agraria De La Selva. Disponible en: https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4627555c-8106-400b-a945-86bddaf729f6/content

Woittiez, LS, Van Wijk, MT, Slingerland, M., Van Noordwijk, M. y Giller, KE (2017). Brechas de rendimiento en la palma aceitera: una revisión cuantitativa de los factores contribuyentes. Revista Europea de Agronomía , 83 , 57-77.

Yamin, M., bin Wan Ismail, WI, Abd Aziz, S., bin Mohd Kassim, MS, Akbar, FN, e Ibrahim, M. (2022). Consideraciones de diseño de un aplicador de fertilizante líquido de tasa variable para palmeras aceiteras maduras. Precision Agriculture , 23 (4), 1413-1448.

Yugla Labre, J. L. (2022). Propuesta para la elaboración de Biol mediante fermentación a partir de Residuos Orgánicos generados por el Faenamiento de Bovinos (Bachelor's thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo).

Zúñiga Aguilera, W. J. (2023). Efecto de la aplicación de dos fórmulas de fertilización orgánica en el crecimiento inicial de la palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq) en el Caserío Centro Raya–Neshuya.

Zúñiga, F. 2019. Efecto del biol en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum) variedad Canchan en condiciones agroecológicas de Yanuna-Panao- 2019. Tesis de grado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco. Consultado en línea 22 de junio del 2024 Disponible en: https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/5977/TAG00848Z95.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ANEXOS

Anexo 1.

Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en el crecimiento (*altura*) *de la palma aceitera en vivero*.

Fuente	DF	SS Ajustada	MS Ajustada	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	751.275	250.425	2852.94	0.00
Error	36	3.16	0.088		
Total	39	754.435			

C.V = 3.44%; R^2 = 98.48%

Anexo 2.

Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en el crecimiento (*diámetro de estipe*) *de la palma aceitera en vivero*.

Fuente	DF	SS Ajustada	MS Ajustada	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	11.021	3.67367	70.57	0.00
Error	36	1.874	0.05206		
Total	39	12.895			

C.V = 2.62%; R^2 = 85.47%

Anexo 3.

Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en la longitud del peciolo en plantas de palma aceitera en vivero.

Fuente	DF	SS Ajustada	MS Ajustada	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	9.8000	3.26667	226.15	0.00
Error	36	0.5200	0.01444		
Total	39	10.3200			

C.V = 12.18%; R^2 = 94.96%

Anexo 4.

Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en la longitud del raquis en plantas de palma aceitera en vivero.

Fuente	DF	SS Ajustada	MS Ajustada	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	391.000	130.333	3665.62	0.00
Error	36	1.280	0.036		
Total	39	392.280			

C.V = 18.85%; R^2 = 97.67%

Anexo 5.

Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en el número de raíces en plantas de palma aceitera en vivero.

Fuente	DF	SS Ajustada	MS Ajustada	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	312.000	104.000	166.40	0.00
Error	12	7.500	0.625		
Total	15	319.500			

C.V = 14.88%; R^2 = 97.65%

Anexo 6.

Análisis de varianza (ANOVA) sobre la efectividad de tres bioles en la longitud de raíces en plantas de palma aceitera en vivero.

Fuente	DF	SS Ajustada	MS Ajustada	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	2900.00	966.667	446.15	0.00
Error	12	26.00	2.167		
Total	15	2926.00			

C.V = 4.72%; R^2 = 98.42%

Anexo 7.

Vista general del vivero de palma aceitera en Nuevo San Pedro distrito de Campo Verde.



Anexo 8.

Distribución de plantas de palma aceitera en vivero.



Anexo 9.

Humus liquido utilizado en plantas de palma aceitera en vivero.



Anexo 10.

Distribución de plantas de palma aceitera en vivero en el tratamiento dos.



Anexo 11.

Distribución de plantas de palma aceitera en vivero en el tratamiento tres.



Anexo 12.

Distribución de plantas de palma aceitera en vivero en el tratamiento cuatro.



Anexo 13.

Distribución de plantas de palma aceitera en vivero en el tratamiento uno.



Anexo 14.

Evaluación de plantas de palma aceitera en vivero en el tratamiento dos.



Anexo 15.

Evaluación de la longitud del peciolo en palma aceitera en el tratamiento tres.



Anexo 16.

Aplicación del biol al tratamiento cuatro.



Anexo 17.

Ingeniero Isaías Gonzales (miembro de jurado) inspección del área experimental.



Anexo 18.

Inspección del ingeniero Isaías Gonzales y Luis Sandoval (miembros de jurado).



Anexo 19.

Evaluación del diámetro de estipe en el área experimental del vivero.



Anexo 20.

Evaluación de la longitud de raíz en el área experimental del vivero del T1.



Anexo 21.

Evaluación de la longitud de raíz en el área experimental del vivero del T2.



Anexo 22.

Evaluación de la longitud de raíz en el área experimental del vivero del T3.



Anexo 23.

Evaluación de la longitud de raíz en el área experimental del vivero del T4.

