UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA DINÁMICA DE UN SUELO SEMBRADO CON PALMA ACEITERA *(Elaeis guineensis* Jacq*)* EN EL CASERÍO LIBERTAD-AGUAYTÍA-PADRE ABAD.

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

THALIA PEREZ SIMON

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 **Thalia Pérez Simón,** denominada: **"Respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica en la dinámica de un suelo sembrado con palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq*) en el caserio Libertad – Aguaytía – Padre Abad"** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL**.

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

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

Pucallpa, 28 de Enero de 2025.

M. Sc. Jorge Raúl García Cavalié
Presidente

M. Sc. María Adelaida Pilco Lozano
Secretario

M. Se. Edwin Poquioma Yuimachi
Miembro

M. Sc. José Antonio López Ucariegue
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 Mayoria y Desaprobado.

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

M. Sc. Jorge Raúl García Cavalié ..... PRESIDENTE

M. Sc. María Adelaida Pilco Lozano ..... SECRETARIO

M. Sc. Edwin Poquioma Yuimachi ..... MIEMBRO

M. Sc. José Antonio López Ucariegue ..... ASESOR

Bach. Thalia Pérez Simón ..... TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0702-2024** .

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 DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA DINÁMICA DE UN SUELO SEMBRADO CON PALMA ACEITERA (Elaeis guineensis Jacq) EN EL CASERÍO LIBERTAD-AGUAYTÍA-PADRE ABAD**"

Autor(es)	:	**PEREZ SIMON, THALIA**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**M.Sc. LOPEZ UCARIEGUE, JOSE ANTONIO**

Presenta un **porcentaje de similitud de 3%,** 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: 10/12/2024

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, THALIA PEREZ SIMON

Autor de la tesis titulada: RESPUESTA A LA APLICACION DE TRES DOSIS DE FERTILIZACION ORGANICA EN LA DINAMICA DE UN SUELO SEMBRADO CON PALMA ACEITERA (ELAEIS GUINEENSIS JACQ) EN EL CASERIO LIBERTAD AGUAYTIA PADRE ABAD.

Sustentada el año: 2025

Asesor(a): Msc. JOSE ANTONIO LOPEZ UCARIEGUE ING.

Facultad: CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Profesional: AGRONOMIA

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

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

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

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

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 05 / 02 / 2025

Email: thaliaperezsimon@Gmail.com Firma: [signature]

Teléfono: 931514388 DNI: 75769307

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

DEDICATORIA

A mi madre, Adela; abuelos, Nicolas y Colombina; tíos, Prudencia, Victoria, Noe, David, Ruth, Waldir, Brayan; mis hermanos Geralldine, Nayla, Juan, Nicolas y mis primos Jenifer, Aldahir, Nallely, Bill, Fred, Bruce; cuñadas, Sekely y Larissa. Valoro muchos las lecciones de vida que han impartido en mí y por el cariño que siempre me han brindado inculcando la cultura del trabajo y estudio que se verá reflejado a lo largo de mi vida. Esta tesis es un tributo a su legado y a la externa admiración que siento por ustedes. Gracias por ser la mejor familia y confiar en mí.

A mi pareja Jeiser Antony Canta Grandes y mi hija Aisha Daiane Jatzyri Canta Perez, su amor y apoyo han sido la base de nuestro hogar. Esta tesis es un tributo a la colaboración, paciencia, comprensión que has brindado a lo largo de este viaje académico. Gracias por ser un pilar de fortaleza y un ejemplo para nuestra hija y este logro es nuestro, en equipo.

AGRADECIMIENTOS

Antes que todo, agradezco a Dios por darme fuerzas para continuar en lo adverso, por guiarme en el camino de prudente y darme sabiduría para mejorar día a día y poder concluir con mi tesis.

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que junto a mi caminaron en todo momento y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza. Esta mención en especial para mis padres, abuelos, tíos, pareja e hija, hermanos y primos.

Al mismo tiempo quiero agradecer sinceramente a mi Asesor de tesis Ing. José Antonio López Ucariegue M. Sc, su esfuerzo y dedicación, sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA……..... vi

AGRADECIMIENTOS …… vii

ÍNDICE GENERAL ……. viii

RESUMEN …….. xii

ABSTRACT…….. xiii

INDICE DE TABLAS…….. xiv

INDICE DE FIGURAS…… xv

INTRODUCCION…… 1

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

1.1. Descripción y fundamentación del problema……. 3

1.2. Formulación general…….. 4

1.2.1. Problema general……. 4

1.2.2. Problemas específicos…… 4

1.3. Objetivo general y objetivos específicos…… 5

1.3.1. Objetivo general…… 5

1.3.2. Objetivos específicos …… 5

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

1.4.1. Hipótesis general……..….. 5

1.4.2. Hipótesis específicos……. 6

1.5. Operacionalización de variables……. 6

1.6. Justificación e importancia…… 7

1.7. Viabilidad …… 8

1.8. Limitaciones…… 9

CAPITULO II. MARCO TEORICO…… 10

2.1. Antecedentes……. 10

2.1.1 Antecedentes internacionales……... 10

2.1.2. Antecedentes nacionales …….. 11
2.1.3. Antecedentes regionales y locales ……. 12
2.2. Bases teóricas…… 14
2.2.1. Origen de la palma aceitera …… 14
2.2.2. Importancia de la fertilización en la palma aceitera ……. 15
2.3. Definiciones conceptuales…… 16
2.3.1. Suelo …… 16
2.3.2. Propiedades físicas …… 16
a. Textura …… 16
b. Densidad aparente ……... 16
2.3.3. Propiedades químicas ……... 17
a. pH …… 17
b P disponible …… 17
c. Capacidad de intercambio Catiónico (CIC) …… 18
d. Toxicidad del Al. …… 18
2.3.4. Propiedades biológicas……. 19
a. Materia orgánica …… 19
CAPITULO III. METODOLOGIA…… 20
3.1. Método de investigación……... 20
3.2. Tipo y nivel de investigación…… 20
3.3. Población y muestra…….. 20
3.4. Componentes en estudio……. 20
3.5. Tratamientos en estudio…… 21
3.5.1. Variable independiente …… 21
3.5.2. Variable dependiente …… 22
3.5.2.1. Propiedades físicas …… 22
3.5.2.2. Propiedades químicas …… 22
3.5.2.3. Propiedades biológicas …….. 22

3.6. material experimental……..….. 22
3.6.1. fertilizantes……..…… 22
3.6.2. material de campo ……..….. 23
3.7. Operacionalización de las variables …….. 23
3.7.1. Variables independientes. ……... 23
3.7.2. Variables dependientes. …….. 24
3.7.2.1. Propiedades físicas…… 24
a. Densidad aparente …… 24
3.7.2.2. Propiedades químicas ……. 25
a. pH ……... 25
b. N total del suelo ……..... 25
a. P disponible del suelo ……. 26
b. K cambiable del suelo ……. 26
3.7.2.3. Propiedades biológicas …… 26
a. Materia Orgánica. …… 26
3.8. Diseño experimental. …… 26
3.7.1. Modelo matemático ……..…… 27
3.1.1.1. Dimensiones del área total …… 28
3.1.1.2. Dimensiones de los bloques …… 28
3.1.1.3. Dimensiones de la unidad experimental …… 28
3.9. Ejecución del experimento …… 29
3.9.1. Ubicación y duración del estudio ……..…… 29
3.9.2. Condiciones ambientales ……... 30
3.9.3. Proceso experimental ……. 30
3.9.4. Variables evaluadas…… 32
3.9.5. Datos registrados…… 32
CAPITULO IV. RESULTADOS…… 33
4.1. Propiedades físicas …… 33

4.1.1. Densidad aparente …… 33
4.2. Propiedades químicas …….. 34
4.2.1. pH del suelo …… 34
4.2.2. Contenido de N total del suelo ……. 36
4.2.3. Contenido de P disponible del suelo …… 38
4.3.4. Contenido de K cambiable del suelo …….. 41
4.3. Propiedades biológicas ……. 43
4.3.1. Contenido de materia orgánica del suelo …… 43
CAPITULO V. DISCUSIÓN……. 46
5.1. Propiedades físicas …… 46
5.1.1. Densidad aparente ……. 46
5.2. Propiedades químicas …….. 46
5.2.1. pH del suelo …… 46
5.2.2. Contenido de N total del suelo …… 47
5.2.3. Contenido de P disponible del suelo …….. 48
5.2.4. Contenido de K cambiable del suelo ……. 50
5.3. Propiedades biológicas …… 52
5.3.1. Contenido de materia orgánica del suelo …… 52
CAPITULO VI. CONCLUSIONES……. 54
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES ……. 55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS…….. 56
ANEXOS…… 63
ICONOGRAFÍA…….. 65

RESUMEN

El ensayo se desarrolló en una parcela de palma aceitera variedad Deli x La Mé de un año de edad, ubicada en el caserío Libertad, distrito y provincia de Padre Abad, con la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de abonamiento orgánico sobre las propiedades químicas del suelo sembrado con palma aceitera. Las dosis fueron: T1 (fertilización convencional con 151-66-146 kg de NPK ha^{-1}), T2 (100 % de fertilización orgánica con 150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), T3 (75 % de fertilización orgánica con 110-94-107 kg de NPK ha^{-1}) y T4 (50 % de fertilización orgánica con 70-60-71 kg de NPK ha^{-1}), mientras que, las variables evaluadas fueron las propiedades físicas (densidad aparente), propiedades químicas (pH, N total, P disponible y K cambiable) y propiedades biológicas (materia orgánica) en el suelo. Los resultados indican que, las dosis de 50, 75 y 100 % de fertilización orgánica aplicadas al cultivo de palma aceitera no muestran diferencias significativas con respecto a la fertilización convencional en todos las variables evaluadas y por otro lado, la dosis al 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), sin ser superior estadísticamente a los demás tratamientos, destaca numéricamente respecto a las propiedades físicas (densidad aparente), propiedades químicas (pH, N total, P disponible y K cambiable) y propiedades biológicas (materia orgánica) en el suelo experimental sembrado con palma aceitera.

Palabras clave: palma aceitera, fertilización orgánica, dosis, suelo, propiedades.

ABSTRACT

The trial was developed in a plot of one-year-old Deli x La Mé oil palm variety, located in the Libertad hamlet, district and province of Padre Abad, with the purpose of evaluating the effect of the application of three levels of organic fertilizer. on the chemical properties of soil planted with oil palm. The doses were: T1 (conventional fertilization with 151-66-146 kg of NPK ha^{-1}), T2 (100% organic fertilization with 150-128-143 kg of NPK ha^{-1}), T3 (75% organic fertilization with 110-94-107 kg of NPK ha^{-1}) and T4 (50% organic fertilization with 70-60-71 kg of NPK ha^{-1}), while the variables evaluated were physical properties (apparent density), chemical properties (pH, total N, available P and changeable K), biological properties (organic matter) in the soil. The results indicate that the doses of 50, 75 and 100% of organic fertilization applied to the oil palm crop do not show significant differences with respect to conventional fertilization in all the variables evaluated and, on the other hand, the dose of 100% fertilization organic (150-128-143 kg of NPK ha^{-1}), without being statistically superior to the other treatments, it stands out numerically with respect to the variables of physical properties (apparent density), properties chemicals (pH, total N, available P and changeable K), and biological properties (organic matter) in the experimental soil planted with oil palm.

Keywords: oil palm, organic fertilization, dosage, soil, properties.

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Características de los tratamientos probados en el ensayo ….	21
Tabla 2.	Análisis de la varianza ANVA ……...	27
Tabla 3.	Croquis experimental …….	29
Tabla 4.	Densidad aparente del suelo ……	33
Tabla 5.	pH del suelo ……..	35
Tabla 6.	Contenido de N total del suelo ……..	37
Tabla 7.	Contenido de P disponible del suelo ……..	39
Tabla 8.	Contenido de K cambiable del suelo ……	41
Tabla 9.	Contenido de materia orgánica del suelo ……	44
Tabla 10.	Resultados de los análisis de suelo…….	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.	Densidad aparente del suelo por tratamiento…….	34
Figura 2.	pH del suelo por tratamiento …….	36
Figura 3.	N total del suelo por tratamiento …….	38
Figura 4.	P disponible del suelo por tratamiento …….	40
Figura 5.	K cambiable del suelo por tratamiento ……...	42
Figura 6.	Materia orgánica del suelo por tratamiento ……..	45

INTRODUCCIÓN

En la región Ucayali, la superficie sembrada de palma aceitera ha registrado un notable incremento en el periodo 2015 al 2021, el área cosechada creció 119,9%, según lo señala las estadísticas agrarias del MIDAGRI.

En Ucayali, las empresas Oleaginosas Amazónicas (OLAMSA) y Servicios Agrarios de Pucallpa concentraron más de la mitad de la producción de aceite de palma entre los años 2020 y 2022.

El suelo es un cuerpo natural y un sistema complejo abierto desde el punto de vista de los flujos de energía y materia. Es el resultado de varios factores de formación, como son el tiempo, el material parental, el clima, la vegetación, los organismos y la topografía, integrados en un sistema con múltiples interacciones. Por tal razón el suelo no debiera conceptualizarse como un sistema estático sino como un sistema complejo y dinámico para estudiarlo, lo fragmentamos en sus componentes en los ámbitos físico, químico y biológico. (Hernández-Jiménez et al., 2006)

Por otro lado, la expansión de las plantaciones de palma aceitera en la región Ucayali, genera problemas ambientales y sociales.

Sin embargo, al interior de los problemas de producción, los agricultores no pueden superar los actuales niveles de productividad, debido a problemas agronómicos, como la escasa investigación que se ha realizado sobre los problemas de fertilización, ya sea química u orgánica, que permita efectuar recomendaciones técnicas y que aseguren rentabilidad económica.

Con esta perspectiva, nuestra investigación pretende evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica frente a una dosis de fertilización convencional sobre los indicadores de algunas propiedades físicas y químicas del suelo sembrado con palma aceitera en el caserío Libertad Padre Abad

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema.

En la región Ucayali, la palma aceitera, actualmente se presenta como una alternativa económica rentable, porque el precio internacional del RFF supera los $200 por t, permitiendo entre otros beneficios, una mayor generación de empleo temporal y al interior de las familias involucradas, un mejor nivel de vida COCEPU (2021)

Actualmente, las áreas de siembra y producción en la región Ucayali superan las 70 mil ha y dada su adaptación a suelos de escasa a mediana fertilidad, actualmente se viene promocionando el cultivo en zonas que han sido deforestadas y siguen en dicha condición a la fecha.

En nuestra región, existe un claro desconocimiento de las necesidades nutricionales de la palma aceitera y a través de varias experiencias en campo. se han establecido varios planes de fertilización para recomendar la dosis optima que permita obtener el mayor potencial de productividad.

El inadecuado uso del suelo agrícola y el mal uso de la fertilización química, provocan serios problemas ambientales, cuya remediación puede ser sostenida a través de la aplicación de diferentes fuentes de abonos naturales como el guano de isla el compost y el humus, entre otros.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general.

- ¿Existe una respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica en la dinámica del suelo sembrado con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Existe una respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica en las propiedades físicas de un suelo sembrado con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad?

- ¿Existe una respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica en las propiedades químicas de un suelo sembrado con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad?

- ¿Existe una respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica en las propiedades biológicas de un suelo sembrado con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos.

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica en la dinámica de un suelo sembrado con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica en las propiedades físicas de un suelo con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad.

- Evaluar la respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica en las propiedades químicas de un suelo con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad

- Evaluar la respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica en las propiedades biológicas de un suelo con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis.

1.4.1. Hipótesis general

- Es posible identificar una respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica en la dinámica de un suelo sembrado con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad.

1.4.2. Hipótesis especificas

- Mediante la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica, es posible evaluar las propiedades físicas de un suelo sembrado con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad.

- Mediante la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica, es posible evaluar las propiedades químicas de un suelo sembrado con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad.

- Mediante la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica, es posible evaluar las propiedades biológicas de un suelo sembrado con palma aceitera en el caserío Libertad Aguaytía Padre Abad.

1.5. Operacionalización de variables.

Las variables en estudio corresponden, en primer lugar, a las diferentes dosis de fertilización convencional y orgánica que han sido propuestas en función de las recomendaciones dadas por la Asociación de Productores Palmeros de Aguaytía (ASPASH) y los análisis previos del suelo experimental, donde se ubican las plantas de palma aceitera variedad Deli x La Mé, de un año de edad.

1.6. Justificación e importancia.

Actualmente, los conceptos de calidad de suelo, producción saludable y ecológica por los consumidores, así como las regulaciones generales del comercio globalizado de alimentos. Se basan en el control de la calidad y la inocuidad relacionados con las normas y textos del Codex Alimentarius, igualmente su impacto en el comercio de alimentos y las especificidades de las producciones orgánicas. Así mismo, inocuidad y análisis de los peligros en la cadena de producción orgánica de frutas y hortalizas frescas (FAO/OMS, 2020)

Esta exigencia de calidad del suelo y de mercado repercute directamente en las prácticas agrarias realizadas por los agricultores, siendo los principales requisitos exigidos la adopción de prácticas agrarias ambientalmente sostenibles, para la calidad de suelo y salubridad de los alimentos. En muchos casos la adopción de buenas prácticas agrarias (BPA) culmina con la solicitud u adhesión por parte del agricultor a un protocolo de calidad y la obtención de la certificación para sus productos (Bertuglia y Calatrava, 2014).

Por su parte, Leveau (2018), indica que, el aumento expansivo de la palma aceitera ha provocado controversias de tipo social, económico y ambiental, identificándose dos corrientes ideológicas muy marcadas, por un lado, los que se oponen al desarrollo del cultivo, debido a la deforestación, pérdida de biodiversidad y contaminación ambiental, así

como conflictos de uso de la tierra, mientras que, por otro lado, se contraponen los que buscan la promoción del cultivo, como una fuente de ingreso económico para pequeños productores en zonas rurales, como factor de reducción de la pobreza rural, generación de empleo temporal y de divisas por la agroexportación del aceite de palma.

El IIAP (2016), condujo una investigación para determinar que, la palma aceitera sirve como secuestrador de carbono, ya que, los estudios demuestran que una ha de palma captura 50 t de C, considerando la cuarta parte de lo que captura un bosque. Entonces, si se siembra la palma en áreas deforestadas con aptitud agrícola y degradadas como los pastizales, la retribución sería mayor, redundando a favor de una conducta responsable del medioambiente.

1.7. Viabilidad.

El ensayo se considera viable socialmente, porque los productores palmeros de la zona de influencia, cuentan con un nivel tecnológico que no es acorde a las exigencias del cultivo, mientras que, desde la perspectiva económica, la propuesta es accesible por la facilidad de los recursos económicos baratos para el uso de fuentes orgánicas y ambientalmente, su aplicación no genera contaminación de suelo y agua, porque son consideradas tecnologías limpias y amigables con el ambiente.

1.8. Limitaciones.

Se reportan solo algunos problemas de índole económico, por la dificultad de conseguir un terreno apropiado para instalar el ensayo y el consiguiente costo de los materiales e insumos que se usaron en el experimento, especialmente en lo que se refiere a las plantas de palma aceitera en el ensayo

Por otro lado, no se reportaron limitaciones de accesibilidad a la parcela de investigación, que permitieron una labor normal de las actividades de manejo agronómico del cultivo de palma aceitera y las evaluaciones de campo.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Córdova *et al.,* (2017), evaluó en Chiapas (México), el efecto de diferentes tratamientos de fertilización con NPK en el rendimiento y contenido foliar en el cultivo de palma aceitera del híbrido *Deli x Avros*, de 8 años de edad. Los niveles probados en un diseño BCA fueron: 60, 90, 120 y 150 kg de N ha^{-1}, 30, 60, 90 y 120 kg de P_2O_5 ha^{-1} y 120, 180, 240, 300 kg de K_2O ha^{-1}. Los resultados *de*mostraron que, aplicando 60-90-120 kg de NPK, el rendimiento aumentó en el segundo año, desde 19.8 a 40.8 t ha^{-1}, mientras que al tercer año llegó a 77.8 t ha^{-1}, aun cuando el contenido foliar de NPK no fue diferente entre tratamientos.

Villegas (2015), por su parte, desarrolló una investigación en la provincia del Pastaza (Ecuador), con la finalidad de evaluar el efecto de tres dosis de fertilización al primer año de establecimiento del cultivo de palma aceitera hibrida *(Elaeis oleífera x Elaeis guineensis)*. Los niveles de fertilización con NPK y Ca, fueron 19-8-12-2 a las dosis de 200, 300 y 400 g $planta^{-1}$ frente a la fertilización convencional, bajo un diseño BCA con cuatro repeticiones, evaluando los indicadores de crecimiento y de materia seca. Los

resultados indican que, no hubo diferencias significativas entre dosis.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Manicuama (2020), instaló un ensayo en Campo Verde, con el propósito de determinar el efecto de la fertilización con y sin riego sobre el rendimiento de palma aceitera variedad CIRAD, con 4 tratamientos y 2 testigos: T0, T1, T2, T3, T4, T5, encontrándose que, hubo diferencias significativas para las variables relacionadas al número y peso de racimo y para la variable rendimiento, el mejor fue el T2 con 29,10 t/ha/año.

Por su parte, Romero (2018), llevó a cabo un ensayo en el Pongo de Caynarachi (Lamas), con la finalidad de determinar el efecto en la aplicación de compost de escobajo en el desarrollo de plántulas de palma aceitera Deli x La Mé. Los tratamientos fueron designados como T1 (15% = 3 kg de compost + 17 kg de suelo), T2 (30% = 6 kg de compost + 14 kg de suelo) y T3 (45% = 9 kg de compost + 11 kg de suelo) frente a dos testigos, uno, sin ningún fertilizante y otro, con fertilización química), bajo un diseño BCA. Los resultados muestran que, el T1 tuvo un comportamiento similar al T5, con un sustrato equilibrado y estable.

A su vez, Eugenio (2016), realizó un ensayo en Tocache (San Martín), para determinar el efecto de tres fuentes orgánicas (gallinaza, vacaza y compost de escobajo de palma aceitera) y tres

dosis (10, 20 y 30 % de materia orgánica) y un testigo adicional solo con suelo franco arcilloso, en la producción de plantones de palma aceitera hibrido Deli x La Mé. Los resultados indican que, con la vacaza se logró una mayor altura de planta, pero similar compost de escobajo de palma para las variables diámetro de bulbo, número de hojas por plantón y contenido de materia seca, mientras que, con 30% de materia orgánica, se logró mayor altura de planta, hojas por planta y mayor cantidad de materia seca.

2.1.3. Antecedentes regionales y locales.

Tapullima (2024), desarrolló un ensayo en el sector Miguel Grau en el distrito de Neshuya, con la finalidad de probar el efecto de tres dosis de abonamiento orgánico frente a una dosis de fertilización química en el crecimiento de la palma hibrida de un año de edad. Los tratamientos fueron T1=NPK 30-15-30 (convencional), T2=NPK 30-30-30 (orgánico), T3= NPK 20-20-20 (orgánico) y T4=NPK 40-40-30 (orgánico), bajo un diseño BCA con cuatro repeticiones. Los resultados indican que, los tratamientos no presentan diferencias significativas, pero numéricamente, el T3 orgánico (NPK 20-20-20), destacó en altura de planta, hojas por planta, longitud de hoja y foliolos por hoja.

Por su parte, Bonilla (2024), llevó a cabo un ensayo en el sector Miguel Grau (Neshuya), con el propósito de caracterizar fenológicamente a 164 plantas de palma aceitera de un año del

hibrido interespecífico INIA2018OXG68F1 de un año de edad, durante tres evaluaciones (febrero, junio y octubre del 2023). Los resultados en la última evaluación, determinaron que, respecto a longitud de raquis de hoja, 114 plantas lograron promedios entre 25 a 30 cm de longitud de peciolo de hoja, mientras que, para longitud de peciolo,122 plantas alcanzaron promedios entre 106 a 122 cm. Asimismo, para el número de foliolos por hoja, un total de 87 plantas obtuvieron promedios entre 172 a 183 foliolos, 153 plantas obtuvieron promedios entre 62 a 105 cm de longitud y 123 plantas presentaron rangos de 2.8 a 3.5 cm de ancho de foliolo. Finalmente, en área foliar,81 plantas registraron promedios entre 88 a 120 cm^2 y, para peso seco foliar, 98 plantas obtuvieron promedios entre 0.034 y 0.039 kg.

Por otro lado, Muñoz (2023), llevó a cabo un ensayo en Neshuya, para evaluar la respuesta en el crecimiento de la palma aceitera a diferentes dosis de fertilización orgánica en la zona de Miguel Grau Neshuya Ucayali. Los tratamientos probados fueron T1: convencional. T2: 100 % orgánico, T3: 75 % orgánico y T4: 50 % orgánico, bajo un diseño BCA con 4 réplicas. Los resultados expresaron no haber diferencias entre tratamientos con fertilización orgánica al 100 y 75 %, frente al tratamiento químico, en ninguna de las cuatro evaluaciones efectuadas durante el ensayo.

Por su parte, Arbildo (2021), desarrolló un ensayo en un suelo degradado de Pucallpa, para evaluar el efecto de la aplicación de

estiércol de aves ponedoras y microorganismos eficientes (EM) sobre su propiedades, químicas y biológicas. Se probaron 5 tratamientos: T1 = Testigo absoluto sin aplicación, T2 = Aplicación de 2 kg de estiércol de aves ponedoras m^2, T3 = Aplicación de 2 kg de estiércol de aves ponedoras m^2 + EM compost al 10%, T4 = Aplicación de 2 kg de estiércol de aves ponedoras m^2 + EM compost al 15%, T5 = Aplicación de 2 kg de estiércol de aves ponedoras m^2 + EM compost al 20% y T6 = Aplicación de 2 kg de estiércol de aves ponedoras m^2 + EM compost al 25%. Los resultados indican que, los tratamientos combinados de estiércol de aves ponedoras con los microorganismos eficaces, lograron incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo, con 2.77, 2.66 y 2.58%, así como el contenido de N total del suelo, con 0.14% cada uno. El contenido de P disponible del suelo se incrementó con los tratamientos combinados de estiércol de aves ponedoras con EM, con 30.2, 33.1 y 34.1 mg kg^{-1} de P, respectivamente, así como también incrementaron la concentración inicial de K de 0.21 cmol kg^{-1} a 0.81 y 0.84 cmol kg^{-1}, cada uno.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Origen de la palma aceitera

Según Junpalma (2019), la palma aceitera tiene origen africano, pero se encuentra cultivada en diferentes zonas tropicales del mundo.

2.2.2. Importancia de la fertilización en la palma aceitera.

El objetivo de la aplicación de fertilizantes en la palma aceitera es suministrar nutrientes para propiciar un crecimiento sano, potenciar el rendimiento de racimos de fruta fresca y promover resistencia a plagas (Donough, 2008). Las deficiencias nutricionales disminuyen claramente los rendimientos del cultivo, y si la palma aceitera no es capaz de extraer del suelo, los nutrientes que necesita, genera un anormal funcionamiento de la planta (Inpofos, 2021).

Al respecto, Loor (2008), indica que, la planta de palma aceitera necesita cantidades suficientes de NPK y Mg, durante el primer año de establecimiento, incrementándose en los siguientes años hasta llegar el décimo año, donde se estabiliza la demanda por estos nutrientes.

Según Hartley, citado por Durán *et al* (1999), la exigencia de nutrientes de la planta de palma aceitera depende de factores como clima, suelo, variedad, manejo agronómico y potencial de rendimiento, por cuanto aproximadamente se necesita entre 300 y 600 kg de nutrientes para cubrir las exigencias de 143 plantas que tiene una ha.

Igualmente, Bernal (2002) señala que, para producir un rendimiento de 25 t por ha, se debe aportar las siguientes cantidades de macronutrientes: 192, 26 y 251, kg de N, P y K, respectivamente.

Sin embargo, Loor (2008), señala que, previo a la aplicación de los fertilizantes, se establezca el área donde se concentra la mayor cantidad de raíces.

2.3. Definiciones conceptuales.

2.3.1. Suelo.

Se denomina suelo al sistema con características propias que se desarrolla en la capa superficial de la corteza terrestre.

2.3.2. Propiedades físicas

a. Textura

Es la cantidad proporcional de arena, limo y arcilla. (esta propiedad está íntimamente relacionada con la composición mineral, el área superficial específica y el espacio de poros del suelo. Esto afecta a casi todos los factores que participan en el crecimiento de las plantas. La textura del suelo tiene influencia sobre el movimiento y la disponibilidad del agua del suelo, la aireación, la disponibilidad de nutrientes y la resistencia a la penetración por las raíces y es susceptibilidad a la degradación como a la agregación (Casanova *et al*, 2004)

b. Densidad aparente

La densidad aparente del suelo es la relación del peso seco por unidad de volumen del suelo. Esta densidad incluye la parte sólida del suelo y el espacio poroso que existe en el perfil, no así

la densidad real o de partículas la cual incluye sólo la parte sólida en la relación entre masa y volumen del suelo (Hartge y Horn, 1991)

2.3.3. Propiedades químicas

a. pH

La reacción del suelo es una característica de la solución suelo condicionada por la concentración de iones H^+ (hidrógeno) y OH^- (oxidrilo). La proporción de iones H^+ y OH^- en la solución suelo determinan el grado de acidez o alcalinidad. Si hay mayor concentración de iones H^+, se dice que la reacción es ácida, pero sí hay más iones OH^- la reacción es alcalina, pero si la concentración de iones H^+ es igual a la de los iones OH^-, la reacción es neutra Zavaleta (1992)

b. P disponible

El contenido total de P es relativamente bajo. En suelos minerales de áreas templadas varía entre 0.02 y 0.08%. Los suelos que fueron derivados de cenizas volcánicas presentan un mayor contenido de P que los desarrollados de sedimentos meteorizados y redepositados en áreas tropicales. El contenido de P total disminuye con la profundidad del suelo, lo que es explicable por la disminución de la materia orgánica y de los fosfatos orgánicos (Fassbender & Bornemisza (1987)

c. Capacidad de intercambio Catiónico (CIC)

La CIC es la suma de cationes de cambio que el suelo puede retener en forma reversible y se expresa en miliequivalentes por 100 g de suelo o en centimoles por kg de suelo. Los componentes sólidos, inorgánicos y orgánicos del suelo poseen cargas electrostáticas en su superficie, que pueden ser grandes especialmente en las fracciones de arcilla y de materia orgánica, los cuales retienen diferentes cationes en su superficie, estos cationes que se encuentran en la superficie se llaman cationes de cambio o cambiables (Fassbender y Bornemisza (1994)

d. Toxicidad del Al.

Según Silva (2001), sostiene que el mejor efecto de beneficio de encalar en los suelos ácidos, es la reducción del Al, aun cuando están en muy bajas concentraciones, son tóxicos para la mayoría de las plantas.

Una concentración alta de Al, atrofia la división de las células en los ápices de las raíces de las plantas y es la principal causa por medio del cual el sistema de raíces de plantas que se siembran en suelos ácidos es atrofiado y desarrollan con mucha dificultad.

La presencia de altas cantidades de Al en la solución del suelo inhibe también la absorción del Ca y Mg por las plantas. Cuando se adiciona cal en el suelo, el incremento en pH induce la

precipitación del Al y Mn como precipitados insolubles, disminuyéndose de esta forma en la solución del suelo.

2.3.4. Propiedades biológicas

a. Materia orgánica

La materia orgánica (residuos de plantas y restos de animales) está hecha de compuestos tales como los carbohidratos, ligninas y proteínas. Los microorganismos descomponen la materia orgánica en dióxido de carbono y los residuos más resistentes en humus. Durante el proceso de descomposición los microbios pueden atrapar nitrógeno del suelo. La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje del mismo y de su laboreo (Huiza, 2017).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación.

El método científico fue usado en nuestro ensayo, el cual representa detalles de observación sistemática, medición, experimentación y formulación de la hipótesis planteada (Hernández y Mendoza, 2018).

3.2. Tipo y nivel de investigación.

De acuerdo a lo señalado por Hernández y Mendoza (2018), el tipo y nivel de investigación fue experimental y aplicada. De acuerdo a ello, el tipo es la forma estructural de un proyecto y el nivel representa el manejo y tratamiento de la muestra.

3.3. Población y muestra.

La población estuvo compuesta por la superficie que ocuparon las 96 plantas adultas de palma aceitera de la variedad Deli x La Më, de un año de edad, vale decir 11644 metros cuadrados, mientras que la muestra estuvo representada por una superficie de 1944 metros cuadrados, que corresponden a las 24 plantas adultas de palma aceitera de la variedad Deli x La Më, de un año de edad, y que, representan el 17 % del área total de la población

3.4. Componentes en estudio.

Los componentes en estudio fueron, en primer lugar, las variables independientes probadas en este caso las diferentes dosis de fertilización organicas fueron al 100%, 75% y 50%, frente a un testigo con fertilización

convencional al 100%, mientras que las variables dependientes analizadas fueron algunas propiedades físicas (densidad aparente), químicas (pH, N total del suelo, P disponible del suelo, K intercambiable del suelo) y biológicas (materia orgánica).

3.5. Tratamientos en estudio

3.5.1. Variable independiente

4 tratamientos a base de dosis de fertilización, las cuales fueron estimadas en función del análisis de suelo de la parcela.

Tabla 1

Características de los tratamientos probados en el ensayo.

Tratamientos	Dosis (g de pc por planta)	kg ha^{-1} del elemento según dosis por planta						
		N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	S	B_2O_3
T1: 100 % fertilización convencional	2.3 kg de urea + 2 kg de Roca Fosforica + 1.7 kg de ClK + 0.3 kg de Kieserita + 1 kg de Granumax + 0.14 kg de Fertibagra	151	66	146	207	175	9	10
	TOTAL	151	66	146	207	175	9	10
T2: 100 % fertilización orgánica	7.5 kg de guano de islas + 2 kg de Kalisop + 0.3 kg de Kieserita + 1 kg de Granumax + 0.14 kg de Fertbagra	150	128	143	207	175	134	10
	TOTAL	150	128	143	207	175	134	10
T3: 75 % fertilización orgánica	5.5 kg de guano de islas + 1.5 kg de Kalisop + 0.3 kg de Kieserita + 1 kg de Granumax + 0.14 kg de Fertibagra	110	94	107	207	175	102	10
	TOTAL	110	94	107	207	175	102	10
T4: 50 % fertilización orgánica	3.5 kg de Guano de islas + 1 kg de Kalisop + 0.3 kg de Kieserita + 1 kg de Granumax + 0.14 kg de Kieserita	70	60	71	207	175	71	10
	TOTAL	70	60	71	207	175	71	10

Fuente: elaboración propia

3.5.2. Variables dependientes

3.5.2.1. Propiedades físicas

- Densidad aparente

3.5.2.2. Propiedades químicas

- pH
- Contenido de N total
- Contenido de P disponible
- Contenido de K cambiable

3.5.2.3. Propiedades biológicas

- Contenido de materia orgánica

3.6. Material experimental

Suelo sembrado con Palma aceitera variedad ASD Deli x La Mé

3.6.1. Fertilizantes

- Urea (46% N)
- Cloruro de potasio (60 % K_2O).
- Roca fosfórica (23% P_2O_5, 32% CaO).
- Kalisop (51 % K_2O, 18% S)
- Guano de isla (14% N, 12% P_2O_5).
- Granumax (23 % CaO, 15 % MgO)
- Fertibagra (15% B)

3.6.2. Material de campo

- Machete.
- Libreta de campo
- Balanza romana de 50 kg
- Pinturas.
- Taras
- Cintra métrica.
- Barreno.
- Vernier
- Sacos de yute
- Bolsas de polietileno
- Calculadora.
- Computadora.
- Impresora.

3.7. Operacionalización de las variables

3.7.1. Variables independientes.

Las diferentes dosis de abonamiento orgánico y químico se aplicaron en dos etapas, la primera aplicación que corresponde al 50 % del total, en el mes de marzo 2023 y la segunda aplicación (50 %) en el mes de agosto del 2023. La forma de aplicación fue localizada por cada tratamiento y repetición, en forma de círculo alrededor de la planta.

3.7.2. Variables dependientes

Para evaluar las variables dependientes, por efecto de la aplicación de los diferentes tratamientos, se extrajo sendas muestras de suelo para determinar el contenido de nutrientes presentes en el suelo experimental.

El análisis de suelo es un procedimiento mediante el cual se determina las cualidades de textura, estructura y en lo principal los parámetros de nutrición que contenga el suelo, los cuales determinan la disponibilidad que tenga para las plantas.

Cada muestra de suelo se extrajo con la ayuda de una barreta a una profundidad de 25 cm, ya que a dicha profundidad se encuentra el 80 % de raíces cuaternarias que son las que cumplen el papel de tomar los nutrientes en este cultivo. El sitio de donde se toma la muestra fue a la base del tronco de palma a 3.5 m entre plantas con dirección al apile, que es el lugar donde se concentran la mayoría de raíces. La cantidad de suelo fue de 500 g por muestra, la cual fue etiquetada y guardada para su posterior envío al Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

El procedimiento de análisis de rutina para cada variable fue el siguiente:

3.7.2.1. Propiedades físicas

a. Densidad aparente:

Esta variable se midió por el método de la probeta, según Ayre y Román (1992), por el cual, se pesa 50 g de

suelos seco y se añade agua hasta enrasar la probeta a 100 ml, luego se agita la solución y se espera 5 minutos para medir el volumen que ocupa la muestra de suelo y por lectura directa se determina la relación entre el peso de la muestra y el volumen que ocupa en la probeta. El resultado es expresado en g/cc.

3.7.2.2. Propiedades químicas

a. pH

El pH fue medido de acuerdo a la EPA 9045D, Rev.4, 2004. Soil and waste pH. Para ello, se toma 10 ml de la muestra y se transfiere a un vaso de agitación. Luego se agrega 10 ml de agua desionizada con el dispensador y se coloca las muestras en el agitador por 200 rpm por 10 minutos. Se deja reposar por 20 minutos y luego se debe volver a agitar por 2 minutos adicionales. Una vez calibrado el pH-metro con las soluciones amortiguadoras, se mide el pH de las muestras, previa agitación enérgica de la suspensión y los resultados se obtienen por lectura directa

b. N total del suelo

El N total fue medido según la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda edición (31 de diciembre del 2002). Ítem 7.1.7. AS-07. 2000. Contenido de N total por el método de Walkley & Black.

c. P disponible del suelo

El P disponible fue medido por el método de Olsen modificado, según el Manual de Procedimientos para Análisis de Suelos y Aguas con Fines de Riego. Lima Perú. Marzo del 2017.

d. K cambiable del suelo

El K cambiable fue medido según el Manual de Procedimientos para Análisis de Suelos y Aguas con Fines de Riego. Lima Perú. Marzo del 2017.

3.7.2.3. Propiedades biológicas

a. Materia Orgánica.

Se usó el método de Nelson & Sommers: oxidación del C orgánico (CO) con dicromato potásico en presencia de ácido sulfúrico. El exceso de oxidante se valora con sulfato ferroso amónico (sal de Mohr) y la cantidad de CO oxidado se calcula a partir de la cantidad de dicromato reducido.

3.8. Diseño experimental.

Se usó un diseño de Bloques completos al azar BCA con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Al existir diferencias estadísticas entre tratamientos, se hizo uso de la prueba de Tukey. al 0.05 nivel de significación.

Tabla 2

Análisis de la varianza ANVA.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	3 – 1 = 2
Tratamientos	4 – 1 = 3
Error experimental	(3 - 1) (4 – 1) = 6
Total	(3 x 4) – 1 = 11

Fuente: elaboración propia

3.8.1. Modelo matemático:

El modelo matemático fue expresado de la siguiente forma:

$$Yijk = u + Ti + Bj + Eijk$$

Donde:

Yijk = cualquier observación de las variables

u = media general

Ti = efecto de i-esimo tratamiento

Bj = efecto de la j-esimo bloque

Eijk = efecto del error experimental

3.8.1.1. Dimensiones del área total

Largo : 144 m

Ancho : 81 m

Área total : 11644 m^2

Número total de plantas: 72 plantas

3.8.1.2. Dimensiones de los bloques

Largo : 36 m

Ancho : 81 m

Área total : 2916 m^2

3.8.1.3. Dimensiones de la unidad experimental

Largo : 36 m

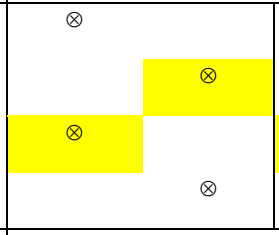
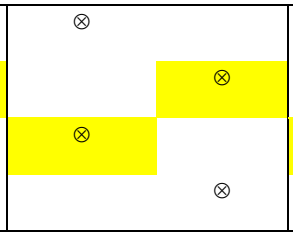
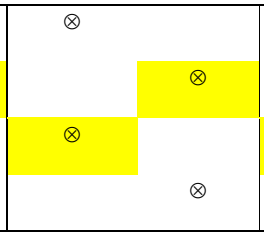
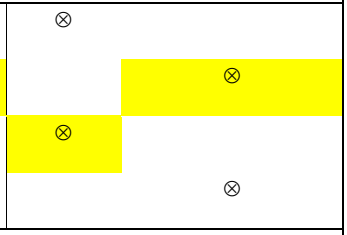
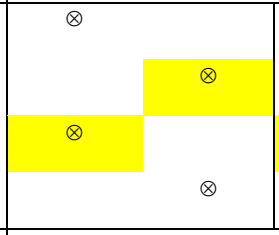
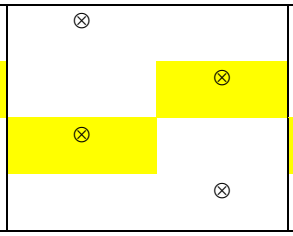
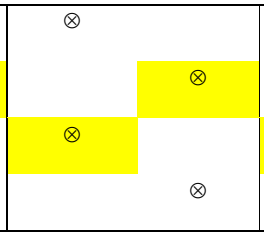
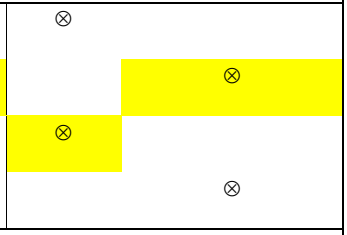
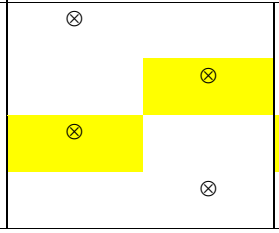
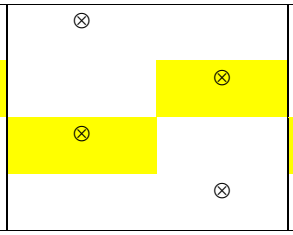
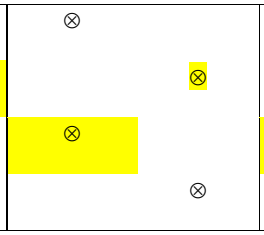
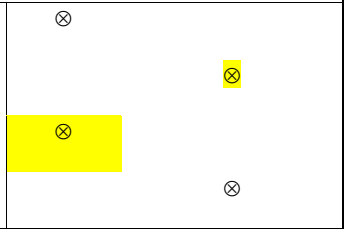
Ancho : 27 m

Área total : 972 m^2

Número de plantas evaluadas: 2 plantas.

tabla 3

Croquis experimental.

	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 3	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 4
REP 1				
	TRATAMIENTO 4	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 3
REP 2				
	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3	TRATAMIENTO 4	TRATAMIENTO 1
REP 3				

3.9. Ejecución del experimento.

3.9.1. Ubicación y duración del estudio.

El ensayo se desarrolló en la parcela del productor Noé Ambicho Reyes en el caserío Libertad, distrito y provincia de Padre Abad, ubicado en el km 173 de la carretera Federico Basadre margen derecha, interior 2.0 km, y se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: 9° 03¨75¨ Sur

Longitud:75° 58¨98¨Oeste

Altitud: 326 msnm

La duración del ensayo fue un año, iniciándose en el mes de marzo del año 2023 y culminando en el mes de abril del año 2024.

3.9.2. Condiciones ambientales

Ecológicamente, la zona de trabajo se clasifica como Bosque tropical, casi siempre verde estacional, ya que se caracteriza por ser tropical, húmedo y lluvioso, con una temperatura promedio anual de 27 °C, con 75 % de humedad relativa y 3500 a 4000 mm de precipitación por año (Aybar *et al*, 2017)**.**

El suelo donde actualmente se encuentra sembrado de palma aceitera, presenta una propiedad física (textura franca, con mayor proporción de arena), propiedad química (pH fuertemente ácido 4.81, N total 0.07 %, bajo contenido de P disponible 1.40 ppm y K cambiable 0.65 cmol/l, así como una alta saturación de Al 68.85 %, baja CICE 2.03 cmol/L de bases intercambiables), propiedades biológicas (escasa materia orgánica (1.48 %). Su forma de relieve del suelo es plana, pero con estribaciones por ser un ex aguajal.

3.9.3. Proceso experimental.

En el siguiente experimento se realizaron las siguientes labores:

Análisis de suelo: Antes de la preparación del terreno se extrajo una muestra compuesta de 500 g de los primeros 25 cm de profundidad del área experimental, la cual se secó, tamizó y una vez identificada, se trasladó al Laboratorio de Suelos y Aguas del INIA Pucallpa, para su análisis de fertilidad

Limpieza del terreno: Se realizó con la ayuda de una desbrozadora, luego se procedió a limpiar las calles y las interlineas del ensayo.

Selección de plantas netas: Se realizó tomando en cuenta el alineamiento de la parcela experimental, seleccionando las plantas que cubren el área neta por cada unidad experimental.

Aplicación de los tratamientos: Se efectuaron según el cronograma establecido en el plan de fertilización de la parcela experimental.

Control de malezas: El control de malezas manual o mecánico se realizó en forma permanente, cuidando de no haber competencias con el cultivo y de acuerdo a las exigencias del cultivo de palma aceitera.

Evaluaciones: Estas labores corresponden a los resultados de los análisis de las características edáficas como propiedades físicas (textura, densidad aparente), Propiedades químicas (pH, N

total, P disponible y K cambiable), Propiedades biológicas (materia orgánica), por cada tratamiento.

3.9.4. Variables evaluadas.

Las variables que fueron evaluadas son referidas a las condiciones del suelo experimental en lo que se refiere a los parámetros de propiedades físicas (densidad aparente), Propiedades químicas (pH, N total, P disponible y K cambiable), Propiedades biológicas (materia orgánica).

3.9.5. Datos registrados.

Los datos que fueron registrados provienen de los resultados de los análisis de suelo por cada uno de los tratamientos evaluados y se relacionan a las variables dependientes como propiedades físicas (densidad aparente), Propiedades químicas (pH, N total, P disponible y K cambiable), Propiedades biológicas (materia orgánica), por el efecto de la aplicación de las diferentes dosis de fertilización orgánica, en comparación con la dosis de fertilización convencional que recomienda ASPASH, para los productores palmeros de Aguaytía.

Estos datos fueron tabulados y procesados con ayuda de un programa estadístico, a efectos de encontrar según el caso, las diferencias estadísticas que existen entre tratamientos, los cuales son explicados al detalle en el siguiente capitulo.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Propiedades físicas

4.1.1. Densidad aparente.

Al desarrollar el análisis de variancia para densidad aparente, no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos probados, con un coeficiente de variabilidad de 3.78 %, lo cual es aceptable para ensayos de campo, cuyo valor no debe exceder el 30 %. Tabla 4.

Tabla 4

Densidad aparente del suelo.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.0008	0.0004	0.23	0.79
Tratamientos	3	0.0058	0.0019	1.11	0.41
Error	6	0.0104	0.0017		
Total	11	0.0170			
	CV = 3.78 %		R^2 = 0.38		

El mayor promedio numérico del tratamiento con 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg NPK ha^{-1}), con una densidad aparente de 1.13 g/cc, se aplicó 75 % de fertilización orgánica (110-94-107 kg NPK ha^{-1}) y 50 % de fertilización orgánica (70-60-71 kg

de NPK ha^{-1}), con promedios de 1,10 y 1.09 g/cc, mientras que el tratamiento convencional (151-66-146 kg de NPK ha^{-1}), presentó un promedio de 1.07 g/cc, conforme a la Figura 1.

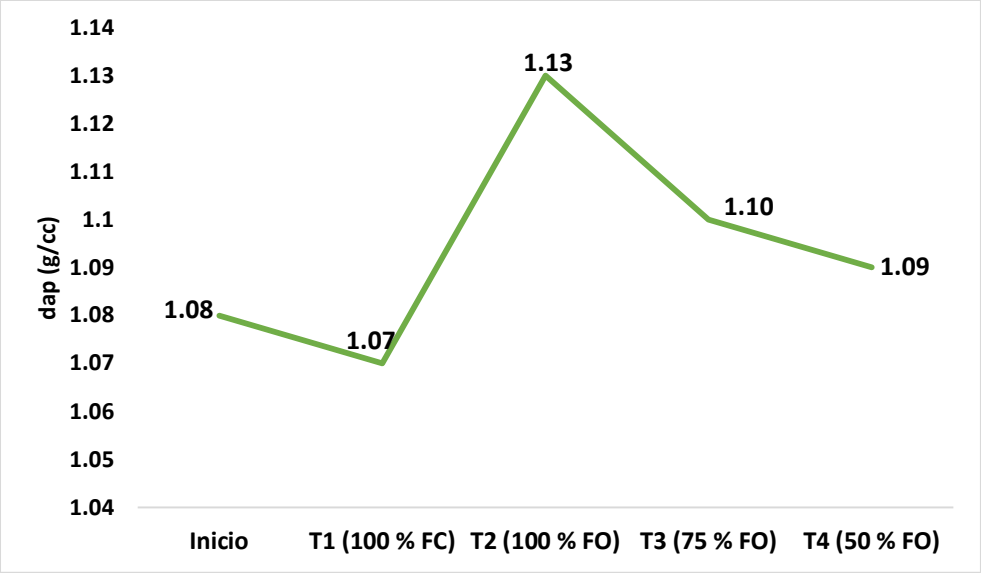


Figura 1. Densidad aparente del suelo por tratamiento.

Como se aprecia en la Figura 1, al inicio del ensayo y antes de la aplicación de las dosis de fertilización convencional y orgánica, el valor de la densidad aparente fue de 1.08 g/cc, incrementándose de manera significativa, cuando se aplicó la dosis de 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), a 1.13 g/cc, en comparación con los demás tratamientos.

4.2. Propiedades químicas

4.2.1. pH del suelo

Al efectuar el análisis de variancia para la variable pH del suelo, se determinó que no existen diferencias significativas entre

los tratamientos estudiados, con un coeficiente de variabilidad de 9.24 %, lo cual es aceptable para ensayos de campo, cuyo valor no debe exceder el 30 %, según Calzada (1972). Tabla 5.

Tabla 5

ANVA de pH del suelo.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.17	0.08	0.44	0.66
Tratamientos	3	0.50	0.16	0.86	0.51
Error	6	1.16	0.19		
Total	11	1.83			
	CV = 9.24 %		R^2 = 0.36		

Sin embargo, al aplicarse el tratamiento con 100 % de fertilización orgánica, (150-128-143 kg NPK ha^{-1}), el pH del suelo experimental sembrado con palma aceitera, subió ligeramente a 5.10 (moderadamente ácido), frente a los demás tratamientos donde se aplicó 100 % de fertilización convencional (151-66-146 kg NPK ha^{-1}), 50 % de fertilización orgánica (70-60-71 kg NPK ha^{-1}) y 75 % de fertilización orgánica (110-94-107 kg NPK ha^{-1}), con promedios de pH de 4.73, 4.65 y 4.56, respectivamente, considerados fuertemente ácidos. Figura 2.

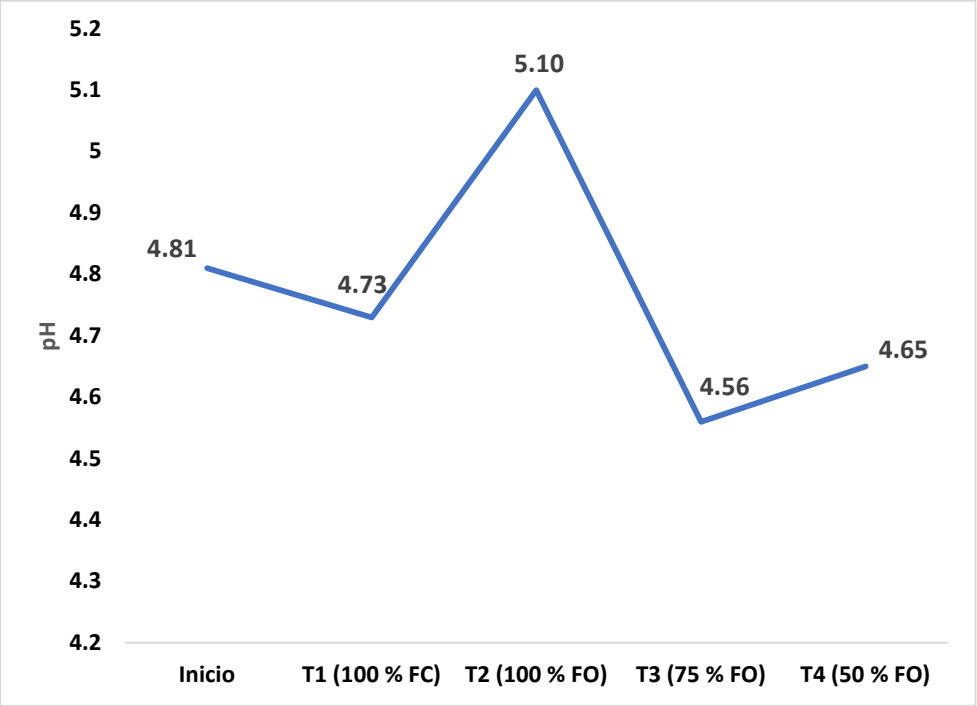


Figura 2. pH del suelo por tratamiento.

Como se aprecia en la Figura 2, al inicio del ensayo y antes de la aplicación de las dosis de fertilización convencional y orgánica, el valor del pH fue de 4.81, incrementándose de manera significativa, cuando se aplicó la dosis de 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), a 5.10 de pH, en comparación con los demás tratamientos.

4.2.2. Contenido de N total

Conforme se observa en la Tabla 5, para el contenido de N total del suelo, el análisis de variancia ejecutado para esta variable, demostró que, no se presentó diferencias significativas entre los

tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación de 17.89 %, lo cual es aceptable para trabajos de investigación en campo, según refiere Calzada (1972). Tabla 6.

Tabla 6

ANVA de Contenido de N total en el suelo

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.0004	0.0002	0.57	0.59
Tratamientos	3	0.0001	0.00004	0.11	0.95
Error	6	0.0024	0.0004		
Total	11	0.0030			
	CV = 17.89 %			R^2 = 0.19	

Hecha la correspondiente prueba de Tukey (0.05), se encontró valores similares en todos los tratamientos evaluados, con un promedio de 0.11 % de N total en el suelo, conforme se observa en la Figura 3.

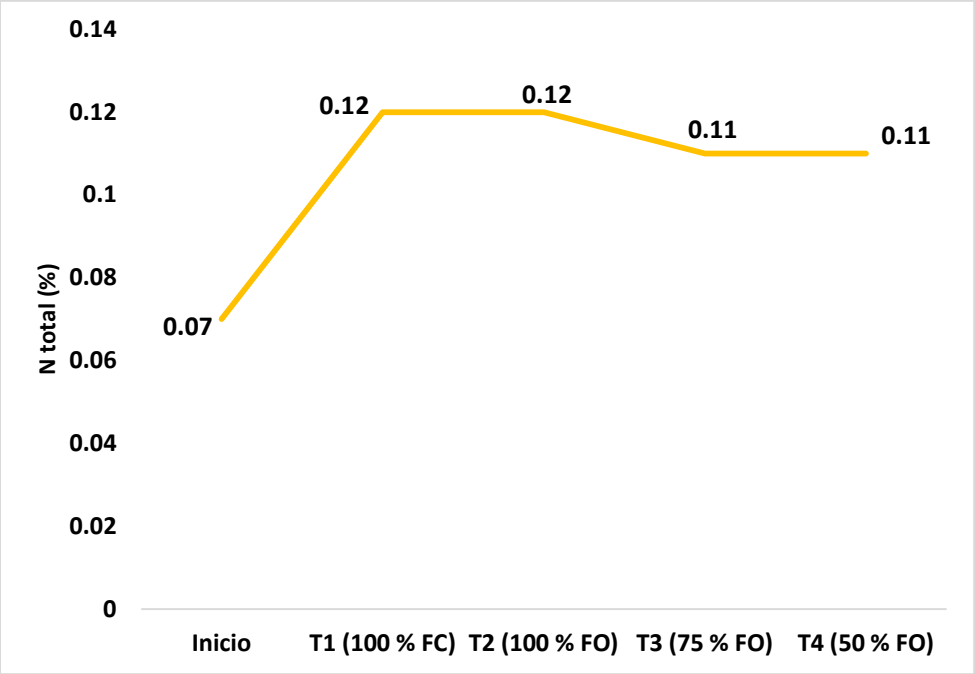


Figura 3. Contenido de N total del suelo por tratamiento.

Es pertinente destacar que, al inicio del ensayo y antes de la aplicación de las dosis de fertilización convencional y orgánica, el contenido de N total fue de 0.07 %, incrementándose de manera significativa, después de la aplicación de la dosis de 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}) a 0.12 %, al igual que el tratamiento convencional (151-66-146 kg de NPK ha^{-1}), pero ligeramente mejor a los demás tratamientos.

4.2.3. Contenido de P disponible

Para la variable P disponible del suelo, el análisis de variancia determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación de 19.05

%, lo cual es aceptable para trabajos de investigación en campo (Calzada, 1972). Tabla 7.

Tabla 7

ANVA de Contenido de P disponible en el suelo.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	13.32	6.66	0.58	0.58
Tratamientos	3	37.89	12.63	1.10	0.41
Error	6	68.78	11.46		
Total	11	120.00			
	CV = 19.05 %			R^2 = 0.42	

Sin embargo, numéricamente, cuando se aplicó la fertilización convencional al 100 % (151-66-146 kg de NPK ha-1), se tuvo una mejor respuesta del contenido de este elemento, con 19.03 ppm, mientras que, con las aplicaciones al 50 % de fertilización orgánica (70-60-71 kg de NPK ha^{-1}), 75 % de fertilización orgánica (110-94-107 kg de NPK ha^{-1}), y 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), se lograron promedios de 18.70, 18.63 y 14.70 ppm, respectivamente. Figura 4.

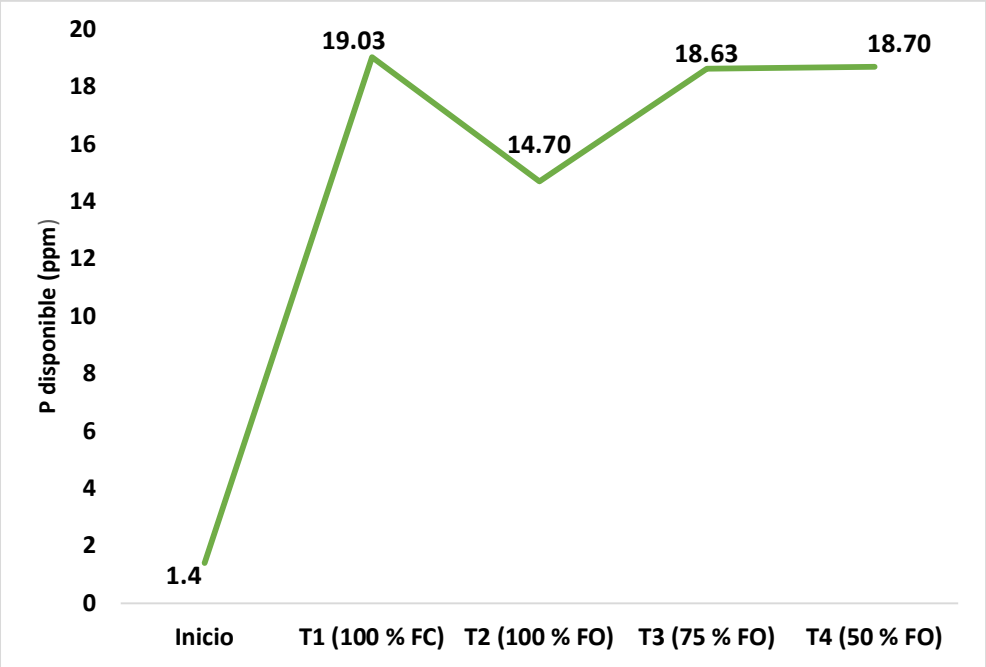


Figura 4. Contenido de P disponible del suelo por tratamiento.

Al respecto, se menciona que, al inicio del ensayo y antes de la aplicación de las dosis de fertilización convencional y orgánica, el contenido de P disponible en el suelo fue muy bajo, con 1.40 ppm, incrementándose de forma significativa, después de aplicarse la dosis de 100 % de fertilización convencional (151-66-146 kg de NPK ha^{-1}), a 19.03 ppm, al igual que los tratamientos donde se aplicó 50 % de fertilización orgánica (70-60-71 kg de NPK ha^{-1}) y 75 % de fertilización orgánica, (110-94-107 kg de NPK ha^{-1}), con 18.70 y 18.63 ppm, mientras que al aplicarse el 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), subió a 14.70 ppm.

4.2.4. Contenido de K cambiable

El análisis de variancia para el contenido de K cambiable en el suelo, determinó la inexistencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos probados, con un coeficiente de variancia de 25.53 %, considerado adecuado para ensayos de campo, según refiere Calzada (1972). Tabla 8.

Tabla 8

ANVA de Contenido de K cambiable en el suelo.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.0003	0.0001	0.09	0.91
Tratamientos	3	0.0033	0.0011	0.56	0.65
Error	6	0.0119	0.0019		
Total	11	0.0157			
	CV = 25.53 %			R^2 = 0.23	

Sin embargo, hecha la prueba de Tukey (P<0.,05), se encontró que, numéricamente, la aplicación de la fertilización convencional al 100 % (151-66-146 kg de NPK ha-1), fue ligeramente superior a los demás tratamientos, con 0.19 cmol/l. mientras que, al aplicarse 75 % de fertilización orgánica (110-94-107 kg de NPK ha^{-1}), 50 % de fertilización orgánica (70-60-71 kg de

NPK ha^{-1}) y 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), el suelo experimental solo reporta promedios de 0.18, 0.17 y 0.15 cmol/l, respectivamente. Figura 5.

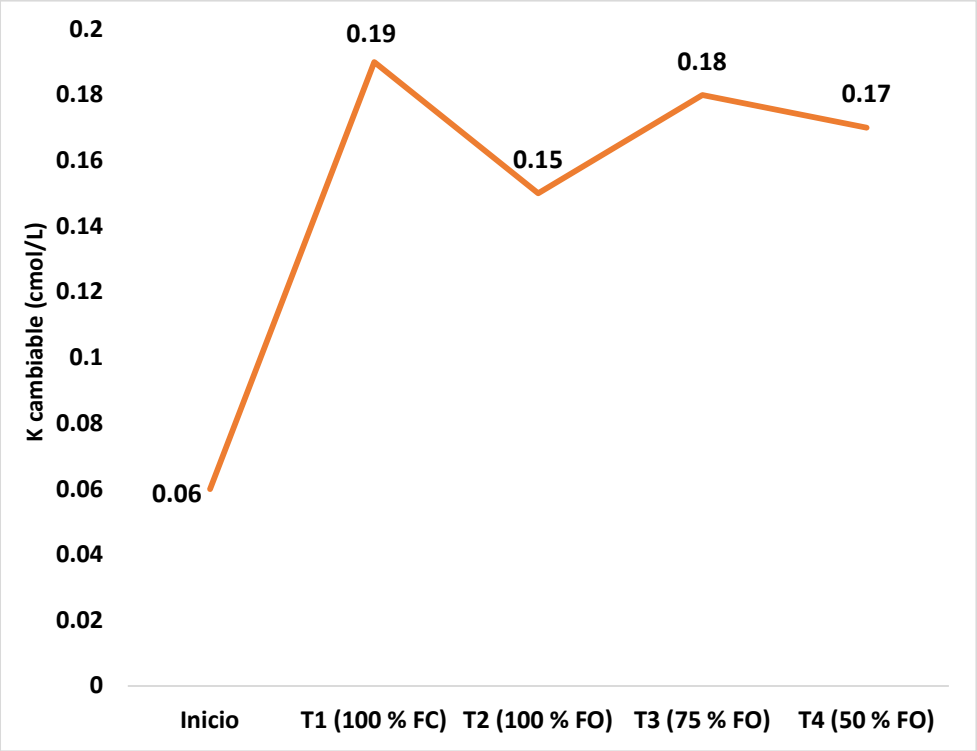


Figura 5. Contenido de K cambiable del suelo por tratamiento.

Cabe mencionar que, antes de la aplicación de las dosis de fertilización convencional y orgánica, el contenido de K cambiable fue muy bajo con 0.06 cmol/L, incrementándose de forma significativa, después de aplicarse la dosis de 100 % de fertilización convencional (151-66-146 kg de NPK ha^{-1}), a 0.19 cmol/L, al igual que los tratamientos donde se aplicó 75 % de fertilización orgánica, (110-94-107 kg de NPK ha^{-1}) y 50 % de fertilización orgánica (70-60-71 kg de NPK ha^{-1}), con 0.18 y 0.17 cmol/L, respectivamente,

mientras que al aplicarse el 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), subió a 0.15 cmol/L.

Al respecto, Muñoz (2023), probando el efecto de diferentes dosis de fertilización orgánica en palma aceitera en la zona de Neshuya (Padre Abad), menciona que, al término del ensayo, el suelo presentó un pH fuertemente ácido (entre 4.49 a 4.64), el P disponible se incrementó significativamente (de 1.49 a 10.4 ppm), mientras que, la materia orgánica descendió en los tratamientos a base de fertilización orgánica (1.34 a 1.55%), el K cambiable se incrementó significativamente respecto al inicio, especialmente en el tratamiento quimico, que pasó de 0.13 a 0.25 cmol/L y finalmente, la saturación de Al fue significativamente minimizad en los tratamientos con fertilización orgánica.

4.3. Propiedades biológicas

4.3.1. Contenido de materia orgánica del suelo.

El análisis de variancia para esta variable define que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación de 16.85 %, lo cual es aceptable para trabajos de investigación en campo (Calzada, 1972), como se aprecia en la Tabla 9.

Tabla 9

ANVA de contenido de materia orgánica del suelo.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.15	0.07	0.56	0.59
Tratamientos	3	0.06	0.02	0.15	0.92
Error	6	0.82	0.13		
Total	11	1.04			
	CV = 16.85 %			R^2 = 0.20	

Sin embargo, como se aprecia en la Figura 7, los tratamientos donde se aplicó el 100 de fertilización convencional (151-66-146 kg de NPK ha^{-1}) y 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), muestran los mejores promedios con 2.26 % de materia orgánica cada uno, mientras que, con menores porcentajes de fertilización orgánica, se obtuvo 2.16 y 2.10 %, para 50 y 75 % de fertilización orgánica, respectivamente. Figura 6.

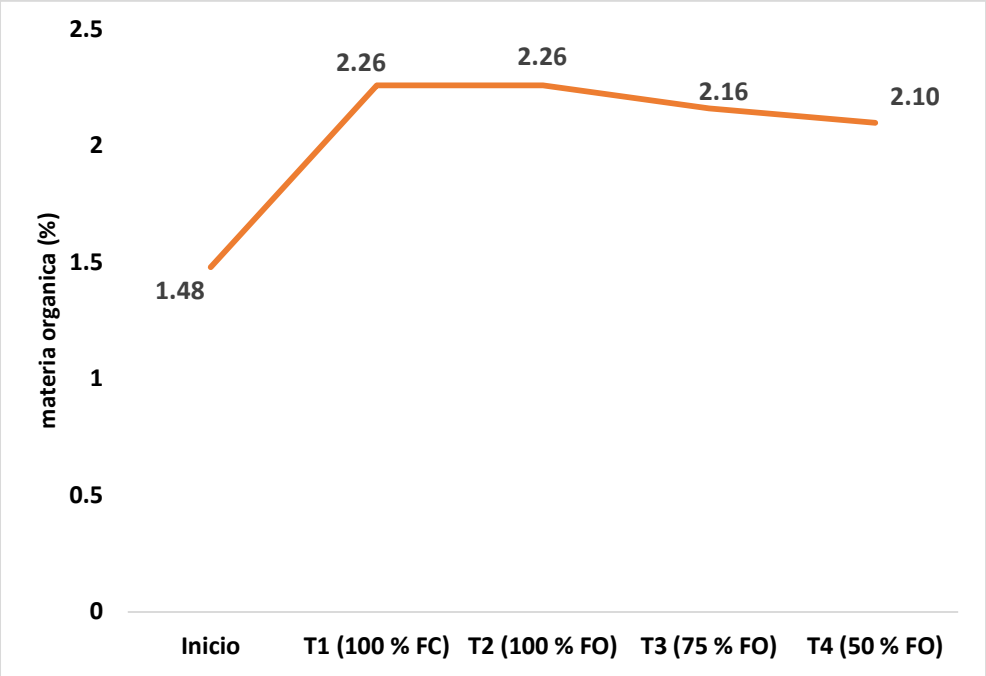


Figura 6. Contenido de materia orgánica del suelo por tratamiento.

Cabe anotar que, al inicio del ensayo y antes de la aplicación de las dosis de fertilización convencional y orgánica, el valor de la materia orgánica del suelo fue de 1.48 %, incrementándose de manera significativa, cuando se aplicó la dosis de 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), a 2.26 %, al igual que el tratamiento convencional (151-66-146 kg de NPK ha^{-1}), pero mejor a los demás tratamientos.

CAPITULO V

DISCUSION

5.1. Propiedades físicas

5.1.1. Densidad aparente

El valor inicial de la densidad aparente del suelo fue de 1.08 g/cc, incrementándose de manera significativa, cuando se aplicó la dosis de 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), a 1.13 g/cc, en comparación con los demás tratamientos, lo cual puede atribuirse a su mayor concentración de materia orgánica, que le permite mejorar las condiciones de aireación y porosidad del suelo.

5.2. Propiedades químicas

5.2.1. pH del suelo

Respecto a esta variable, al inicio del ensayo y antes de la aplicación de las dosis de fertilización convencional y orgánica, el valor del pH fue de 4.81 (fuertemente ácido), subiendo de manera significativa, cuando se aplicó la dosis de 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), a 5.10 (moderadamente ácido), en comparación con los demás tratamientos, lo cual puede atribuirse a que los fertilizantes orgánicos por su alto contenido de materia orgánica actúan como correctores de la acidez del suelo, mejorando las condiciones de absorción de nutrientes en el complejo coloidal.

Si comparamos nuestros resultados, un ensayo desarrollado por Rodríguez y Ruiz (2024), en un suelo degradado de la Universidad Nacional de Ucayali, probando el efecto de diferentes dosis de biocarbon sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, determinó que, a los 90 días después de la aplicación, los niveles de 0.25, 0.50 y 0.75 kg m^2 tendieron a neutralizar el pH inicial del suelo, con promedios de 6.2, 6.4 y 6.6, (considerados neutros), sin mostrar diferencias estadísticas entre ellos, pero superiores al testigo que obtuvo un pH de 5.6.

5.2.2. N total del suelo.

Al iniciarse el ensayo, el valor de n total fue de 0.07 %, tendiendo a incrementarse con la aplicación de las dosis de 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}) a 0.12 %, al igual que el tratamiento convencional (151-66-146 kg de NPK ha^{-1}), probablemente por el mayor aporte de estos nutrientes que contienen ambos fertilizantes.

Al respecto, un ensayo desarrollado en un suelo degradado de Pucallpa por Rodríguez y Ruiz (2024), para probar el efecto de niveles de biocarbón sobre el contenido de N total del suelo, determinó que, cuando se aplicó las dosis de 0.75, 0.50 y 0.25 kg m^2 , el contenido inicial de N total de 0.08 %, se incremente a 0.21, 0.20 y 0.17 % de N, respectivamente.

Otro ensayo ejecutado por Arbildo (2021) en un Inceptisol de Pucallpa, para probar el efecto de la aplicación de gallinaza procesada con microorganismo eficaces (EM) sobre la dinámica de nutrientes en el suelo, determinó que, los tratamientos combinados gallinaza+10%EM, gallinaza + 25% EM y gallinaza + 15% EM, incrementaron el contenido de N total del suelo, con 0.14 %, cada uno.

Muñoz (2023), señala que, la palma aceitera requiere de significativas cantidades de macronutrientes, durante el primer año después de la siembra en campo definitivo. Estos se incrementan paulatinamente del segundo al cuarto año en cuanto al contenido de K, manteniéndose en equilibrio hasta el décimo año, donde se estabiliza la demanda. Respecto al Mg y el P, la necesidad de la planta es mínima, pero aumenta hasta el octavo año, para posteriormente estandarizarse.

5.2.3. P disponible del suelo

Antes de la aplicación de las dosis de fertilización, el valor de P disponible en el suelo fue de 1.40 ppm, incrementándose posteriormente después de aplicarse la dosis de 100 % de fertilización convencional (151-66-146 kg de NPK ha^{-1}), a 19.03 ppm, al igual que los tratamientos donde se aplicó 50 % de fertilización orgánica (70-60-71 kg de NPK ha^{-1}) y 75 % de

fertilización orgánica, (110-94-107 kg de NPK ha^{-1}), con 18.70 y 18.63 ppm.

Esta respuesta sugiere que, posterior a la aplicación de las dosis de fertilización, el suelo pudo absorber este elemento de forma apropiada y en la cantidad requerida.

De esta forma, al comparar nuestros resultados con otros similares, un ensayo llevado a cabo en un suelo degradado de Pucallpa por Rodríguez y Ruiz (2024), para probar el efecto de niveles de biocarbón, determinó que, a los 90 días después de la aplicación de las dosis de 0.75, 0.50 y 0.25 kg m^2 , el contenido inicial de P disponible de 8.72 mg kg^{-1}, se incrementó significativamente a 36.9, 36.0 y 33.4 mg de P kg^{-1} de suelo, respectivamente.

Otro ensayo ejecutado por Arbildo (2021) en un Inceptisol de Pucallpa, para probar el efecto de la aplicación de gallinaza procesada con microorganismo eficaces (EM) sobre la dinámica de nutrientes en el suelo, determinó que, el P disponible del suelo se incrementó de forma significativa, cuando se aplicó gallinaza + 15% EM, gallinaza + 20% EM y gallinaza + 25% EM, con 30.2, 33.1 y 34.1 mg kg^{-1} de P, respectivamente.

Para el efecto, varios autores mencionados por Rahman (2010), señalan que, los valores moderados de P en el suelo oscilan entre 15 a 20 ppm (Munevar 2001) 20 a 30 ppm (Syed Omar, 2001) y mayores a 20 según Fairshurt (2005), que resultan

muy altos para los alcanzados en este ensayo, cuyo mejor valor fue encontrado por el tratamiento convencional con 19.3 ppm de P disponible en el suelo

Igualmente, indicamos que, el promedio reportado es superior a los que reportan Corzo y Acosta (2014), quienes, al cabo de tres años de evaluación, concluyen que, la concentración de P en el suelo subió de 10 a 15 ppm y de 15 a 20 ppm al cabo de 2 años de evaluación con los tratamientos 0 y 40 % de silicio, respectivamente.

Características predominantes como pH bajo y alta capacidad de fijación de P disponible en el suelo, son limitantes químicas reconocidas en suelos tropicales tales como Ultisoles, Oxisoles y Andepts. Las condiciones químicas mencionadas hacen que las prácticas de fertilización realizadas en estos suelos y en particular la aplicación de materiales fosfatados resulte de muy bajos niveles de eficiencia y, en consecuencia, costosa si se compara con suelos de mejores características químicas (Moncada, Puentes y Mesa, 1991)

5.2.4. K cambiable del suelo.

De forma similar a las evaluaciones anteriores, el valor inicial de k cambiable en el suelo, fue de 0.06 cmol/L, tendiendo a aumentar de forma significativa, después de aplicarse la dosis al 100 % de fertilización convencional (151-66-146 kg de NPK ha^{-1}),

a 0.19 cmol/L, al igual que los tratamientos donde se aplicó 75 % de fertilización orgánica, (110-94-107 kg de NPK ha^{-1}) y 50 % de fertilización orgánica (70-60-71 kg de NPK ha^{-1}), con 0.18 y 0.17 cmol/L, respectivamente.

Esta respuesta puede ser atribuída a que el suelo pudo aprovechar el alto contenido de K cambiable, en los niveles de 100 % de fertilización convencional y 75 % de fertilización orgánica, respecto a los demás tratamientos probados.

Al respecto, un ensayo desarrollado por Rodríguez y Ruiz (2024), en un suelo degradado de Pucallpa, para probar el efecto de diferentes dosis de biocarbon sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, concluye que, a los 90 días después de su aplicación, el contenido de K cambiable en el suelo, tuvo mejor respuesta, donde se aplicó 0.75, 0.50 y 0.25 kg m^2 de enmienda, con 0.76, 0.60 y 0.58 cmol de K cambiable kg de $suelo^{-1}$, mientras que el testigo sin aplicación, solo registró 0.31 cmol de K cambiable kg de $suelo^{-1}$.

Por otro lado, un ensayo ejecutado por Arbildo (2021) en un Inceptisol de Pucallpa, para probar el efecto de la aplicación de gallinaza procesada con microorganismo eficaces (EM) sobre la dinámica de nutrientes en el suelo, determinó que, la concentración de K cambiable del suelo se incrementara, de 0.21 a 0.81 y 0.84 cmol kg^{-1}

5.3. Propiedades biológicas

5.3.1. Materia orgánica del suelo.

El valor de materia orgánica antes de la aplicación de los fertilizantes fue de 1.48 %, tendiendo a subir este valor, cuando se aplicó la dosis de 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), a 2.26 %, al igual que el tratamiento convencional (151-66-146 kg de NPK ha^{-1}), lo cual puede ser debido al mayor aporte de N que tuvieron dichas dosis al momento de su aplicación.

Por otro lado, al comparar nuestros resultados con otros similares de fertilización orgánica, un ensayo desarrollado por Rodríguez y Ruiz (2024), en un suelo degradado de la Universidad Nacional de Ucayali, probando el efecto de diferentes dosis de biocarbon sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, determinó que, a los 60 días después de su aplicación, se incrementó el contenido de materia orgánica del suelo, destacando la aplicación de 0.75 kg m^2 de biocarbon, con 2.70 %, mientras que, a los 90 días después de la aplicación, sobresalen las dosis de 0.75, 0.50 y 0.25 kg m^2, con 4.18, 4.00 y 3.15 % de materia orgánica, respectivamente

De igual forma, una investigación efectuada por Arbildo (2021) en un Inceptisol de Pucallpa, para probar el efecto de la aplicación de gallinaza procesada con microorganismo eficaces (EM) sobre la dinámica de nutrientes en el suelo, determinó que, los tratamientos combinados gallinaza+10%EM, gallinaza + 25%

EM y gallinaza + 15% EM, lograron incrementar el contenido de MO, con promedios de 2.77, 2.66 y 2.58%, respectivamente

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos propuestos, se concluye:

- Las aplicaciones de 50, 75 y 100 % de fertilización orgánica aplicadas al cultivo de palma aceitera no muestran diferencias significativas con respecto a la dosis de fertilización convencional en las variables evaluadas.

- La dosis al 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), muestra un mejor valor de densidad aparente (1.13 g/cc), favoreciendo al suelo con una mayor porosidad.

- Respecto a las propiedades químicas, la dosis 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), sin ser superior estadísticamente a los demás tratamientos, destaca numéricamente en el pH (5.10), contenido de N total (0.12 %), P disponible (19.03 ppm) y K cambiable (0.19 cmol/L), con relación a los valores iniciales.

- La dosis 100 % de fertilización orgánica (150-128-143 kg de NPK ha^{-1}), sin ser superior estadísticamente a los demás tratamientos, destaca numéricamente en el contenido de materia orgánica (2.26 %), respecto al valor inicial.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

En función a las conclusiones encontradas, se recomienda.

- Seguir probando el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de palma aceitera por un año más de investigación, a efectos de reafirmar los resultados encontrados en nuestro ensayo.

- Probar otras fuentes orgánicas que se puedan encontrar en la zona para diversificar la oferta de fertilización orgánica en el cultivo de palma aceitera.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arbildo, G. 2021. Efecto de la aplicación de gallinaza con microorganismos eficientes (EM) sobre algunas propiedades físicas y químicas en un suelo Inceptisol de Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. 69 p.

Ayre, B. F. Román 1988. Métodos Analíticos para Suelos y Tejido vegetal usados en el trópico húmedo. Universidad de Carolina del Norte-INIA Yurimaguas. Perú 54 p.

Aybar *et al*, 2017. 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.

Bernal, G. 2002. Consideraciones prácticas sobre la nutrición de la Palma de aceite. Ecuador: El palmicultor, 21, pp. 14-20

Bertuglia, A y Calatrava, J. 2014. Factores relacionados con la adopción de Buenas Prácticas Agrarias en horticultura aplicación de un índice de adopción agregado a la horticultura bajo abrigo del litoral granadino. Consultado en línea 21 diciembre del 2021.

Bonilla, M. 2024. Caracterización fenológica del hibrido INIA2018oxg68f1, en plantación de un año de palma aceitera (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis* Jacq), en el distrito de Neshuya. Tesis Universidad Nacional de Ucayali.

Calzada, J. 1972. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial UTEHA. Lima 362 p.

Casanova *et al*, 2004, Casanova PM, Vera EM, Luzio L, Salazar GOE, editores. Edafología. Guia de Clases Practicas. FCA- UCH - Chile; 2004.

Córdova, A. S. Salgado. O. Obrador. M. Castelán. 2017. Fertilización química para el cultivo de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.) en Chiapas, México In Revista Agro productividad: Vol. 10, Núm. 12, diciembre. 2017. pp: 56-63. Consultado en línea [20 de febrero del 2020]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/322808118

Corzo, M y Acosta, A. 2014. Experiencias de NaturAceites S.A en el uso del raquis de la hoja de palma aceitera como tejido de reserva de nutrientes. In Segundo Congreso palmero. Disponible: https://www.grepalma.org/wp-content/uploads/2018/09/AA-M3.-NV2-EXPERIENCIAS-EN-TRANSFERENCIA-DE-POTASIO-DEL-RAQUIS-AL-FOLLAJE-J.-Mario-Corzo.pdf

Duran, N. Salas, R, Chinchilla, C. Peralta, F. 1999. Manejo de la nutrición y fertilización en palma aceitera en Costa Rica. In XI Congreso Nacional Agronómico. San José Costa Rica. 22 p.

Donough, C. 2008. Manejo de la fertilización y nutrición de la palma aceitera. Informaciones agronómicas. Ecuador: Santo Domingo, 11, pp 1-16

Eugenio, E. 2016. Efecto de tres fuentes de materia orgánica para la obtención de plantones de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) hibrido Deli x La Mé bajo condiciones de vivero en Tocache. Tesis Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. 86p.

FAO/OMS - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y La Organización Mundial de la Salud. (2020). Codex Alimentarius. Normas 54 Internacionales de los Alimentos. Consultada en línea 12 diciembre del 2021.

Fairhurst, J A., Hardter. 2005. “Management for Large and Sustainable Yields”. EE.UU., P. 347.

Fassbender, H.; Bornemisza, E. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. San José. Costa Rica.

Fassbender HW, Bomemisza E, editores. Química del Suelo. Con Enfasis en Suelos de America latina. Costa Rica. 420 pág.: IICA. 1era reimpresion; 1994.

Hartge, K & horn, R. 1991. Einführung in die Bodenphysik. Ferdinand Enke Verlag, 2 Auflage, Stuttgart. 303 p.

Hernández-Jiménez, A.; Ascanio-García, M. O.; Morales-Díaz, M.; Bojórquez-Serrano, J. I.; Garcia-Calderon, N. E. y GarcíaParedes, J. 2006. EL SUELO: fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo. Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México. 231 p

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas. 7ma. Edición. McGraw-Hill Interamericana

Huiza, W., & Quispe, J. C. (2017). Evaluación de las Propiedades Físicas y Químicas del Suelo de los Tipos de Pastizal del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos- Lachocc. Pre grado. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IIAP, 2016. La palma aceitera y el cambio climático. Consultado en línea [12.02.2020] Disponible: http://larepublica.pe/turismo/ambiente/814919-pucallpa-la-palma-aceitera-agudiza-o-contiene-el-cambio-climatico

INFOPOS. Fertilización en palma aceitera. Inpofos.org. disponible en URL: [consulta 20 de febrero del 2021] Disponible: http://www.inpofos.org/ppiweb/ltamn.nsf

Junta Nacional de Palma Aceitera del Perú JUNPALMA. 2019. Estadística de la palma aceitera. Visitado el 7 de febrero del 2010. Disponible en: http://junpalmaperu.org/

Leveau, R. 2018. Sustentabilidad de fincas productoras de palma aceitera (Elaeis guineensis), en el valle del río Shanusi, Loreto. Tesis Maestría Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 124 p.

Loor, J. 2008. Estudio de la combinación de fertilizantes químicos en vivero de palma aceitera híbrida (Elaeis oleifera x Elaeis guineensis) para optimizar el desarrollo en Palmeras del Ecuador. trabajo para Título de ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica Ecológica Amazónica. Shushufindi, Ecuador.

Manicuama, J. 2020. Efecto de la fertilización con y sin riego sobre los componentes de rendimiento de *Elaeis guineensis* “palma aceitera” variedad CIRAD, en Campo Verde. Tesis Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia. Yarinacocha.

Moncada, J; Puentes, O; Mesa, L. 1991. Efecto del silicio sobre la disponibilidad de fósforo en un Andept y un Oxisol. Agronomía Colombiana 8(2):317-321.

Munévar, F. 2001. Fertilización de la palma de aceite para obtener altos rendimientos. In Revista Palmas Vol 22 Num 4. Consultado en línea 12 de diciembre 2023. Disponible: https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/888/0#citation

Muñoz, K. 2023. Aplicación de tres dosis de fertilización orgánica para mejorar el crecimiento del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en la zona de Miguel Grau distrito de Neshuya Ucayali. Tesis Universidad Nacional de Ucayali.

Rahman, Z. 2010. El papel del fósforo en el desarrollo sostenible de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*, Jacq.): producción en suelos tropicales. In Revista Palmas Vol 31 número especial. Consultado en línea 12 de diciembre 2023 Disponible:

Rodríguez, A y Ruiz, P. 2014. Costo de producción de la agroindustria de palma de aceite en Colombia. Disponible: https://www.researchgate.net/figure/Figura-6-Costo-de-produccion-de-una-tonelada-de-aceite-en-2014-por-subzona_fig6_311533292

Romero, T, 2018. Efecto del compost de escobajo, en el desarrollo de plántulas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), bajo condiciones de vivero, en la empresa INDUPALSA-Caynarachi-Lamas. Tesis Universidad Nacional de San Martin. Tarapoto. 93 p.

Silva Mojica Francisco (2001). Fertilidad de suelos-diagnóstico y control. Colombia. Sulfatos Naturales Ocucaje (s/f). S.A.C. MAGNOCAL. FICHA TÉCNICA. Sulfatos Naturales Ocucaje S.A.C. Lima. pp. 1. Disponible: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4880/Ricse%20%20%20Gala.pdf?sequence=1

Tapullima, M. 2024. Respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilización orgánica al establecimiento de la Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en el caserío Miguel Grau Neshuya Ucayali. Tesis universidad Nacional de Ucayali. Disponible: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNU_277999c0d047637912654354900656df/Details

Villegas, D. 2015. Evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis).* Tesis Universidad Central del Ecuador. Quito Ecuador. 98 p.

Zavaleta, A. 1992. Edafología. El suelo en relación con la producción. Ed CONCYTEC. Primera edición. Lima- Perú. 223 p.

ANEXOS

Tabla 10

Resultados de los análisis de suelo.

Tratamientos	Textura	dap	pH	N (%)	P (ppm)	K (cmol)	MO (%)
T1R1	FrAr	1.06	4.34	0.11	19.7	0.20	2.1
T1R2	FrAr	1.11	4.90	0.13	11.9	0.12	2.5
T1R3	FrAr	1.14	4.67	0.11	17.2	0.17	2.2
T2R1	FrAr	1.06	4.50	0.13	19.8	0.20	2.5
T2R2	FrAr	1.06	4.35	0.13	23.9	0.24	2.5
T2R3	FrAr	1.14	5.35	0.13	17.8	0.19	2.5
T3R1	FrArAo	1.14	4.41	0.09	18.1	0.18	1.8
T3R2	FrArAo	1.11	5.10	0.11	17.2	0.12	2.1
T3R3	FrAr	1.11	5.50	0.11	13.5	0.14	2.2
T4R1	FrArAo	1.16	5.06	0.09	14.4	0.14	1.8
T4R2	FrAr	1.04	4.62	0.13	20.6	0.21	2.5
T4R3	FrAr	1.11	4.37	0.09	19.1	0.19	1.7

ICONOGRAFIAS



Figura 7 A. Ubicación de ejecución de tesis caserío la libertad.



Foto 8 A. Materiales para la ejecución de tesis.



Figura 9 A. Materiales (abono orgánico).



Figura 10 A. Labores culturales (plateo).



Figura 11 A. Realizando el muestro de suelo.



Figura 12 A. Muestra del tratamiento 1.



Figura 13 A. Muestra del tratamiento 2.



Figura 14 A. Muestra del tratamiento 3.



Figura 15 A. Muestra del tratamiento 4.



Figura 16 A y 17 A. Aplicación de abono a cada tratamiento.



Figura 18 A. Evaluación después del abonamiento



Figura 19 A. Segundo muestreo de suelo.



Figura 20 A. Realizando el pesado de cada muestra extraída.



Figura 21 A. Muestras para la segunda evaluación.



Figura 22 A. Segunda evaluación junto al asesor de tesis