UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO DE DOS FUENTES Y DIFERENTES DOSIS DEENMIENDAS EN LA ACIDEZ DEL SUELO Y EL CRECIMIENTO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) EN EL CASERÍO BUENOS AIRES DISTRITO DE CAMPO VERDE

Tesis para optar el Título Profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

LEIBER MAS TAPULLIMA

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: **LEIBER MAS TAPULLIMA**, denominada: **"EFECTO DE DOS FUENTES Y DIFERENTES DOSIS DE ENMIENDAS EN LA ACIDEZ DEL SUELO Y EL CRECIMIENTO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis jacq*) EN EL CASERIO BUENOS AIRES 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 MAYORIA** con el calificativo (*) **14**

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, 24 de julio de 2025.

M.Sc. Jorge Raúl García Cavaliel
Presidente

M.Sc. Jessica Madeley Rios Guzmán
Primer Miembro

M.Sc. María Adelaida Pilco Lozano
Segundo Miembro

M.Sc. Luis Alberto Diaz Sandoval
Asesor

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

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

M.Sc. Jorge Raúl García Cavaliel ..... PRESIDENTE

M.Sc. Jessica Madeley Rios Guzmán ..... PRIMER MIEMBRO

M.Sc. María Adelaida Pilco Lozano ..... SEGUNDO MIEMBRO

M.Sc. Luis Alberto Diaz Sandoval ..... ASESOR

Bach. Leiber Mas Tapullima ..... TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/327-2025**.

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

"**EFECTO DE DOS FUENTES Y DIFERENTES DOSIS DE ENMIENDAS EN LA ACIDEZ DEL SUELO Y EL CRECIMIENTO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis Jacq*) EN EL CASERÍO BUENOS AIRES DISTRITO DE CAMPO VERDE**"

Autor(es)	:	**MAS TAPULLIMA, LEIBER**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**Mg. DIAZ SANDOVAL, LUIS ALBERTO**

Presenta un **porcentaje de similitud de 1%,** 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: 25/06/2025

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, LEIBER MAS TAPULLIMA

Autor de la tesis titulada: "EFECTO DE DOS FUENTES Y DIFERENTES DOSIS DE ENMIENDAS EN LA ACIDEZ DEL SUELO Y EL CRECIMIENTO DE PALMA ACEITERA (Elaeis guineensis Jacq.) EN EL CASERIO BUENOS AIRES DISTRITO DE CAMPO VERDE."

Sustentada el año: 2025

Asesor(a): ING. LUIS ALBERTO DIAZ SANDOVAL

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 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: 24 / 07 / 2025

Email: leibermt@gmail.com Firma:

Teléfono: 921591129 DNI: 72678859

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

DEDICATORIA

A mi padre, por ser mi guía, mi apoyo incondicional y el ejemplo de trabajo y dedicación que me inspira cada día. Gracias por enseñarme a luchar por mis sueños, por tu amor inquebrantable y por creer en mí en cada paso de este camino. Esta tesis es un reflejo de tus enseñanzas y un tributo a todo lo que ha sacrificado para que yo pueda llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTO

Llegar hasta este logro ha sido un camino lleno de esfuerzo y aprendizajes, y no lo habría logrado sin el apoyo de personas muy especiales en mi vida.

A mi padre, por ser mi ejemplo de trabajo, perseverancia y entrega. Tus consejos y tu inquebrantable apoyo han permitido ser la luz de mi vida.

A mi hijo, quien me inspira a dar lo mejor de mí cada día. Tu inocencia y entusiasmo me recuerdan que siempre vale la pena luchar por un futuro lleno de sueños.

A mi novia, por tu amor, paciencia y compañía en cada etapa de este recorrido. Gracias por estar a mi lado en los momentos más difíciles y por celebrar cada pequeño avance conmigo.

A mis profesores y mentores, por compartir su conocimiento, por su dedicación y por impulsarme a alcanzar nuevas metas. Su guía ha sido fundamental para mi crecimiento académico y personal.

A mis compañeros y amigos, gracias por estar a mi lado, por todas las largas horas de estudio y por hacer de este viaje algo especial y lleno de cariño.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN x

ABSTRACT xi

INDICE DE TABLAS xii

INDICE DE FIGURAS xiii

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1. Formulación del problema 1

1.2. Formulación del problema 3

1.3. Objetivo general y objetivos específicos 4

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis 4

1.5. Operacionalización de variables 5

1.6. Justificación e importancia 8

CAPITULO II. MARCO TEORICO 3

2.1. Antecedentes de la investigación 3

2.1.1. Antecedentes internacionales 10

2.1.2. Antecedentes nacionales 11

2.1.3. Antecedentes locales 11

2.2. Bases teóricas 13

2.2.1. Importancia de la palma aceitera 13

2.2.2. Descripción botánica 13

2.2.3. Requerimiento nutricional de la palma aceitera 14

2.2.4. Aplicación de enmiendas en palma aceitera 15

2.2.5. Enmiendas ENMIFER y ENMIFER CPM1 15

2.3. Definiciones conceptuales 16

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 11

3.1. Método de investigación 11

3.2. Tipo y nivel de investigación 11

3.2.1. Población y muestra. 11

3.3. Componentes en estudio. 11

3.4. Tratamientos estudiados. 19
3.5. Diseño experimental. 20
3.6. Ejecución del experimento…… …….. 22
3.6.1. Localización 22
3.6.2. Condiciones ambientales 22
3.6.3. Proceso experimental. 23
3.6.4. Variables evaluadas. 25
CAPÍTULO IV. RESULTADOS 29
4.1. Propiedades químicas relacionadas con acidez del suelo 29
4.2. Altura de planta 32
4.3. Diámetro de estipe 34
4.4. Número de hojas por planta 36
4.5. Longitud de hoja 38
4.6. Ancho de hoja 40
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN 30
CAPITULO VI. CONCLUSIONES 44
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES 47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47
ANEXOS 51
ICONOGRAFIA 59

RESUMEN

El trabajo de investigación fue conducido en una parcela de palma aceitera recién instalada, la cual se encuentra ubicada en el sector Buenos Aires, en el distrito de Campo Verde, para evaluar el efecto de la aplicación de dos enmiendas y dos dosis por enmienda al inicio del cultivo. Las enmiendas probadas fueron ENMIFER y ENMIFER CPM1 a las dosis de 0.5 y 1.0 kg por planta, aplicados al establecimiento del cultivo en campo definitivo y evaluados por su efecto sobre la corrección de la acidez del suelo y en el crecimiento hasta los 6 meses posteriores a la instalación del ensayo, bajo un diseño de Bloques completos al azar con tres repeticiones. Los resultados evidenciaron que, la dosis de 0.5 kg por planta de la enmienda ENMIFER sobresale numéricamente a los 180 días después de su aplicación en el contenido de materia orgánica (1.4 %), Ca cambiable (4.73 cmol/kg), K cambiable (0.17 cmol/kg) y en reducción del porcentaje de acidez cambiable (9.16 %) y por otro lado, la dosis de 1.0 kg por planta de la enmienda ENMIFER CPM1 logró destacar numéricamente a los 180 días después de su aplicación sobre los indicadores de crecimiento como altura de planta (165 cm), diámetro de estipe (14.5 cm), numero de hojas por planta (18), longitud y ancho de hoja (176.5 y 76 cm)

Palabras clave: suelo acido, palma aceitera, enmiendas, dosis, efecto, corrección, acidez, establecimiento

ABSTRACT

This research was conducted on a newly planted oil palm plot in the Buenos Aires sector of the Campo Verde district to evaluate the effect of applying two amendments, each with two doses at the start of the crop. The amendments tested were ENMIFER and ENMIFER CPM1 at doses of 0.5 and 1.0 kg per plant, applied at crop establishment in the final field and evaluated for their effect on soil acidity correction and growth up to 6 months after the trial was established, using a randomized complete block design with three replicates. The results showed that the 0.5 kg/plant dose of the ENMIFER amendment stood out numerically at 180 days after application in terms of organic matter content (1.4%), exchangeable Ca (4.73 cmol/kg), exchangeable K (0.17 cmol/kg), and in reducing the percentage of exchangeable acidity (9.16%). On the other hand, the 1.0 kg/plant dose of the ENMIFER CPM1 amendment stood out numerically at 180 days after application on growth indicators such as plant height (165 cm), stem diameter (14.5 cm), number of leaves per plant (18), and leaf length and width (176.5 and 76 cm).

Keywords: acidic soil, oil palm, amendments, dose, effect, correction, acidity, establishment

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Tratamientos estudiados por contenido y dosis de aplicación..... 19

Tabla.2 Análisis de varianza……..……20

Tabla 3.pH, P disponible, materia orgánica y saturación de Al por tratamiento 29

Tabla 4.Cationes cambiables Ca, Mg y K y CIC por tratamiento 31

Tabla 5.Altura de planta por tratamiento y por evaluación 32

Tabla 6.Diámetro de estipe por tratamiento y por evaluación 34

Tabla 7.Número de hojas por planta por tratamiento y por evaluación. 36

Tabla 8.Longitud de hoja por tratamiento y por evaluación..... 39

Tabla 9.Ancho de hoja por tratamiento y por evaluación 41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela experimental.....22
Figura 2. pH, P disponible, materia orgánica y saturación de Al por tratamiento.....30
Figura 3. Cationes cambiables Ca, Mg y K y CIC por tratamiento.....31
Figura 4. Altura de planta por tratamiento y por evaluación.....33
Figura 5. Diámetro de estipe por tratamiento y por evaluación.....35
Figura 6. Número de hojas por planta por tratamiento y por evaluación.....38
Figura 7. Longitud de hojas por tratamiento y por evaluación.....40
Figura 8. Ancho de hoja por tratamiento y por evaluación.....42
Figura 9. Siembra de palma aceitera después de aplicación ……60
Figura 10. Planta de palma aceitera al establecimiento……...……...60
Figura 11. Evaluación de campo……..……61
Figura 12. Evaluación de altura de planta……..……61
Figura 13. Evaluación de diámetro de estipe…….……..…..…….62
Figura 14. Evaluación de número de hojas por planta……..…….…….62

INTRODUCCIÓN

Nuestro país cuenta con 95.000 ha de palma aceitera, lo cual representa el 6% del área sembrada en la Amazonía peruana y en Ucayali, al 2023, constituye más del 60 % de las exportaciones regionales en aceite de palma (Agraria.pe 2023).

Esto representa una excelente oportunidad para el desarrollo regional y local porque se genera divisas, empleo formal y una alternativa económica para los pequeños y medianos productores que van entendiendo la forma de sustituir gradualmente, los cultivos ilícitos y el riesgo asociado a ellos.

.

Sin embargo, la producción del cultivo sustentada en suelos degradados no es muy significativa porque no se conoce o no recurre a la práctica de alternativas tecnológicas como la remediación orgánica del suelo que corrija los problemas de acidez y a la vez, propicie una mejor absorción de agua y nutrientes que necesita la planta (Fairhurst y Hardter, 2003).

Al respecto, Jaramillo (2002), señala que, un enfoque sobre el manejo de los suelos infértiles y ácidos, debe comprender estrategias tecnológicas mediante la aplicación de enmiendas encalantes, el uso de variedades o híbridos tolerantes a la acidez y el uso eficiente de fertilizantes convencionales

Asimismo, el autor menciona que los efectos negativos de la acidez del suelo se deben a las propiedades físicas y químicas del suelo, las cuales pueden corregirse si el plan de fertilización del cultivo contempla el uso de diversa fuentes de materia orgánica y enmiendas y dosis por enmiendas, para corregir las deficiencias de acidez y toxicidad de Aluminio.

CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

La acidificación de los suelos tropicales viene a ser un proceso natural o antropogénico que se inicia durante las primeras etapas de formación de los suelos, especialmente cuando se produce un lavado o lixiviación del suelo, o cuando las actividades de deforestación y la consecuente agricultura migratoria provocan la eliminación de las capas superficiales del suelo (Castellanos,2023).

Los suelos ácidos se caracterizan por tener un pH menor a 5.5 y están asociados a altos tenores de Al y pobres en materia orgánica, así como de otras condiciones limitantes para muchos cultivos. Una buena proporción de estos suelos son clasificados como Ultisoles, Oxisoles e Inceptisoles (Luna y Pulido, 2021).

Por otro lado, Bernales *et al*., (2021), refiere que, la expansión de la palma aceitera en nuestra región alcanza a los suelos de escasa fertilidad, por lo que su establecimiento y crecimiento inicial en campo definitivo es prolongado, debido a la predominancia de cationes tóxicos como el H y el A en la superficie de las cargas negativas de las arcillas y la materia orgánica, lo cual inhibe su capacidad de intercambio catiónico en la solución del suelo.

Bajo estas condiciones del suelo, la solubilidad del Al, Fe y Mn es elevada y sus concentraciones aumentan hasta llegar a niveles muy tóxicos para las plantas. Por su parte, el Al también impide la absorción de Ca y Mg. Finalmente, las raíces se acortan y engrosan, impidiendo así la absorción de agua y nutrimentos, en particular, el abastecimiento de P y Mo se compromete seriamente (Bernal *et al*., 2014).

De este modo, Ricse (2018), sostiene que, problemas como la remoción de nutrientes en cada cosecha, el exceso de lluvias que causa lixiviación de cationes

intercambiables, liberación del H^+ por la descomposición de la materia orgánica y el uso frecuente de fertilizantes nitrogenados de reacción acida se constituyen como generadores de la acidez del suelo y por tanto es imprescindible corregir esta deficiencia mediante el empleo de estrategias tecnológicas amigables con el ambiente como es la aplicación de enmiendas que, además pueden aportar otros nutrientes que necesita la palma aceitera durante su establecimiento.

En contraste, para solucionar el problema, la investigación sobre la aplicación de nuevas enmiendas y dosis por enmienda al suelo con problemas de toxicidad de Al, nos permitirá conocer su efecto sobre la corrección de la acidez y en los indicadores del crecimiento inicial de la palma aceitera en el sector Buenos Aires en el distrito de Campo Verde

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál será el efecto de dos enmiendas y dos dosis por enmienda en la acidez del suelo y el crecimiento inicial de la palma aceitera en el sector Buenos Aires distrito de Campo Verde?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto de dos enmiendas y dos dosis por enmienda en la acidez del suelo donde se sembró la palma aceitera en el sector Buenos Aires distrito de Campo Verde?

- ¿Cuál será el efecto de dos enmiendas y dos dosis por enmienda en el crecimiento inicial de la palma aceitera en el sector Buenos Aires distrito de Campo Verde?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de dos enmiendas y dos dosis por enmienda en la acidez del suelo y el crecimiento inicial de la palma aceitera en el sector Buenos Aires distrito de Campo Verde

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de dos enmiendas a las dosis de 0,5 y 1,0 kg por planta cada una en la corrección de la acidez del suelo donde se instaló el cultivo de palma aceitera en el sector Buenos Aires distrito de Campo Verde.

- Evaluar el efecto de dos enmiendas a las dosis de 0,5 y 1,0 kg por planta cada una en el crecimiento inicial de la palma aceitera en el sector Buenos Aires distrito de Campo Verde.

- Identificar la enmienda y la dosis por enmienda que mejor efecto tenga en la corrección de la acidez del suelo y el crecimiento inicial de la palma aceitera en el sector Buenos Aires distrito de Campo Verde.

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

Si aplicamos dos enmiendas y dos dosis por enmienda, entonces es posible corregir la acidez del suelo y mejorar el crecimiento de la palma aceitera en el sector Buenos Aires distrito de Campo Verde.

1.4.2. Hipótesis especificas

- Si aplicamos dos enmiendas a las dosis de 0,5 y 1,0 kg por planta cada una, entonces es posible corregir la acidez del suelo donde se instaló la palma aceitera en el sector Buenos Aires distrito de Campo Verde.

- Si aplicamos dos enmiendas a las dosis de 0,5 y 1,0 kg por planta cada una, entonces es posible mejorar el crecimiento inicial de la palma aceitera en el sector Buenos Aires distrito de Campo Verde.

1.5. Operacionalización de variables

1.5.1 Variables independientes

Las dos enmiendas y dos dosis por enmienda fueron aplicadas previo al trasplante, esparciendo la cantidad de cada enmienda al fondo del hoyo de siembra, para luego sembrar la planta de palma aceitera y posteriormente cubrir con tierra de manera uniforme, tratando de no afectar las raíces de la planta recién trasplantada.

1.5.2. Variables dependientes

Las variables relacionadas a la acidez del suelo fueron tomadas en función del análisis de suelo, para lo cual se extrajo de los primeros 30 cm de profundidad, una muestra compuesta de 500 g de peso, exactamente de la parte central de las dos plantas evaluadas por cada unidad experimental. Esta muestra de suelo fue secada, molida y tamizada y una vez identificada, se llevó al Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, para su análisis de fertilidad. Asimismo, al término del experimento, se extrajo cuatro muestras de suelo de los primeros 30 cm de profundidad y de 500 g de peso cada una, correspondiente a los cuatro tratamientos probados, de la parte central de las dos plantas netas de cada unidad experimental. Por separado, cada muestra fue secada, molida y tamizada y una vez identificada, se envió al INIA Pucallpa, para su análisis de fertilidad.

Las variables químicas del suelo experimental medidas por el efecto de las dos fuentes y dos dosis de materiales en el ensayo fueron:

El pH del suelo medido por el método del potenciómetro en proporción 1:1, cuya medida consistió en tomar 10 ml de la muestra de suelo, la cual fue trasferida a un vaso de agitación, agregando 25 ml de agua desionizada y luego se colocó la muestra en el agitador durante 5 minutos, se le dejó reposar y, una vez calibrado el potenciómetro, se procedió a medir el pH, obteniéndose el resultado por lectura directa. Esta operación se hizo en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, en el Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

El Fósforo (P) disponible en el suelo fue medido por el método de Olsen modificado, el cual consiste en tomar 2.5 ml de la muestra de suelo, se adiciona 25 ml del extractante y se agita por 10 minutos, procediéndose luego, a tomar una alícuota de 2ml del extracto en bicarbonato y, después de 40 minutos se lee la absorbancia en el colorímetro a 670 nm, calculándose luego el contenido de P mediante formula, en base al volumen del extractante por el factor de dilución. Esta operación se efectuó en el Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

El Aluminio (Al) cambiable en el suelo fue evaluado por espectrofotometría de absorción atómica (EAA), la cual es una lectura directa que proviene de las soluciones extractantes, mediante el extracto de bicarbonato (FD=10), o en solución hecha para la determinación otros elementos como Ca, Mg, Mn y Zn. Esta operación se realizó en el Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

La Capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue analizada por el método del Acetato de amonio 7 N, a todas las muestras de suelo, el que consiste en preparar una solución de acetato de amonio 7N (7 moles de acetato de amonio por litro de

solución), se ajusta el pH de la solución a 7.0 con ácido acético y luego, se añade la solución de acetato de amonio al suelo, permitiendo que los cationes intercambiables (como calcio, magnesio, potasio y sodio) sean desplazados y se disuelvan en la solución, la cual es colocada en el Espectrofotómetro de absorción atómica (EAA), para su lectura correspondiente, expresando la CIC por la suma de las cantidades de cationes extraídos, expresando el resultado en cmol(+)/kg de suelo o meq/100g de suelo. esta operación se llevó a cabo en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

El Porcentaje de acidez cambiable (PAC) fue estimado en función a la relación entre el contenido de Al cambiable y la Capacidad de intercambio catiónico (CIC), expresada en términos de porcentaje, a todas las muestras de suelo en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

En la planta de palma aceitera, las variables de crecimiento inicial fueron evaluadas de la siguiente forma:

La altura de planta fue estimada midiendo el porte de las dos plantas centrales de cada unidad experimental desde la base del cuello hasta el ápice de la hoja flecha. Las medidas de cada planta se realizó con ayuda de una cinta métrica. Esta operación se hizo en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

El diámetro del estipe fue medido a través de la circunferencia del estípite de las dos plantas netas por cada unidad experimental. Las medidas se desarrollaron con un vernier, en tres etapas de crecimiento del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

La variable número de hojas por planta fue ejecutada contando las hojas formadas de las dos plantas netas de cada unidad experimental y se hizo en tres

momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

La longitud de hoja fue medida en la hoja número 4 de las dos plantas netas por unidad experimental y se midió desde la base del peciolo hasta el ápice del raquis, con ayuda de una cinta métrica, en tres oportunidades del crecimiento del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

El ancho de hoja fue medido en la parte central de la hoja número 4 de las dos plantas netas por unidad experimental y se midió en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

1.6. Justificación e importancia

- **Justificación en la dimensión social**

Este cultivo es considerado como sostenible porque responde a la solución de las necesidades de seguridad alimentaria y energética en términos económicos, sociales y ambientales, convirtiéndose en un cultivo limpio y amigable con el ambiente y la sociedad.

Por ello, es posible desarrollar nuevas estrategias de manejo, de modo que, las actividades productivas de este importante cultivo se concentren mayormente en la implementación de un adecuado manejo de la fertilización bajo condiciones de escasa fertilidad natural y posteriormente en alcanzar mejores niveles de productividad.

- **Justificación en la dimensión tecnológica**

En nuestra región, a pesar de contar con suelos de escasa fertilidad, el cultivo de palma aceitera viene respondiendo progresivamente en sus niveles de productividad, debido a los avances importantes en términos de crecimiento de las áreas sembradas a nivel regional, pero, aún existen brechas tecnológicas que se

deben atender respecto al factor suelo, ya que es un sistema complejo que influye en las actividades fisiológicas de la planta, no obstante, algunos autores como Bernales (2021), sostiene que existen algunos suelos donde no puede prosperar por efecto de su alta saturación de Al, limitando el establecimiento y su posterior crecimiento

- **Justificación en la dimensión económica**

La palma aceitera es uno de los cultivos considerado bandera en el desarrollo de la Amazonía peruana y en ella, las principales zonas de producción son los departamentos de Ucayali y San Martín, sin embargo, más del 60 % de las áreas sembradas se encuentran en suelos frágiles y en manos de pequeños agricultores que tiene limitaciones para la acceder a la implementación de alternativas tecnológicas respecto al manejo de la acidez del suelo y al establecimiento del cultivo.

- **Justificación en la dimensión ambiental**

Si bien es cierto, el cultivo de palma aceitera se ha extendido en suelos, cuya fertilidad no es la más adecuada, las nuevas estrategias de fertilización están orientadas a establecer un balance entre los niveles de nutrientes que aporta el suelo y las fuentes y niveles de fertilización orgánica, entre las cuales se encuentran las fuentes remediadoras de las propiedades físicas, químicas y biológicas, que permitan contribuir a un adecuado manejo sostenible y amigable con el ambiente.

CAPITULO II.

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Luna *et al.,* (2021), realizó un estudio para evaluar las emisiones de CO_2 por el uso de la cal dolomita en suelos ácidos de la zona de Boyacá (Colombia). Los resultados evidencian que, aplicando cal dolomita en los cultivos corrigen adecuadamente la acidez y la toxicidad de aluminio (Al) en el suelo, ya que ambas características restringen de forma negativa la productividad de los cultivos como maíz, arroz y palma de aceite.

Por su parte, Bernal *et al.,* (2014), ensayó en Boyacá (Colombia) el efecto de algunas técnicas usadas para la recuperación de suelos degradados por la acidificación sulfatada y el exceso de Al bajo condiciones de invernadero, con 5 tratamientos incorporando microorganismos, eficaces, bagacillo de caña, abono verde y cal dolomítica, así como la siembra de nabo *(Brassica rapa* L.) como forraje. Los resultados indican que la siembra e incorporación de *B. rapa* como abono verde, junto con el uso complementario de la cal dolomítica, generaron un mayor incremento de Ca (18.21 y 16.61 cmol kg^{-1}), Mg (6 cmol y 5.15 kg^{-1}) y K (1.3 cmol kg^{-1}).

Colas *et al.,* (2006), desarrolló un ensayo en Villa Clara (Cuba), con el objetivo de estudiar el efecto de diferentes abonos orgánico-minerales sobre las propiedades físicas y biológicas de un suelo ferralítico rojo compactado. Se evaluaron 8 tratamientos con 4 repeticiones: Control (sin fertilización); NPK (50-5

50 kg ha^{-1}); 4 t ha^{-1} de Compost + Zeolita; 4 t ha^{-1} de Compost + Dolomita; 4 t ha^{-1} de Humus + Zeolita; 4 t ha^{-1} de Humus + Dolomita; 4 t ha^{-1} de Cachaza + Zeolita y 4 t ha^{-1} de Cachaza + Dolomita. Los indicadores físicos evaluados fueron: Factor de estructura (FE), Agregados Estables al Agua, Límite Superior e Inferior de Plasticidad (LSP y LIP) y el Índice de Plasticidad (IP). Los resultados demuestran que la aplicación de los abonos orgánico-minerales al suelo contribuyen a la estimulación de la vida microbiana y, por consiguiente, al aumento de la actividad respiratoria del suelo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Contreras (2021), evaluó en Satipo (Junín), el efecto de la aplicación de diferentes fuentes encalantes sobre las propiedades físicas de suelos ácidos, a los que se aplicó dolomita y magnocal en niveles de 0, 500, 1000 y 2000 kg ha^{-1}, luego se incubaron por tres meses y se realizó los análisis correspondientes. Los resultados evidenciaron que, el magnocal aumenta la cantidad de arcilla y limo, mientras que la dolomita aumenta la arena. Las dosis de las dos enmiendas no tuvieron efecto sobre las propiedades físicas de los suelos. Igualmente, la aplicación de magnocal incrementó la materia orgánica, P disponible, K cambiable, CIC y el PAC. Por otro lado, los mayores niveles de las enmiendas incrementaron el pH, Ca y el Mg cambiable. Asimismo, a medida que se disminuye el pH de los suelos, disminuye la liberación de CO_2. Finalmente, a mayor dosis de enmiendas se presenta mayor actividad microbiana en el suelo.

Por su parte, Ricse (2018), realizó un estudio en el sector Río Negro (Junín) para evaluar la eficiencia de cuatro fuentes encalantes (dolomita, magnocal, cal agrícola y yeso agrícola) en las propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo ácido y en el rendimiento del cultivo de frijol norteño. Los resultados evidenciaron que, la dolomita redujo la materia orgánica y el porcentaje de acidez cambiable, a la vez que se mejoró el promedio de la CIC, la disponibilidad de las bases Ca y Mg. Por su parte, el magnocal y la cal mejoraron el pH. Finalmente, la aplicación de dolomita permitió una mayor producción del cultivo de frijol.

2.1.3. Antecedentes locales

Cabrera (2023), efectuó un estudio en la localidad de Neshuya (Padre Abad), para evaluar el efecto de la aplicación al momento de la siembra de tres niveles de guano de isla (50, 100 y 150 g por planta) y compost (100, 200 y 300 g por planta), en las características químicas del suelo y el crecimiento inicial del cacao clon CCN 51. Al finalizar el ensayo, se llegó a demostrar que, mediante la aplicación de niveles de 200, 300 y 100 g de compost por planta, se incrementó significativamente el contenido de P disponible, con 70.1, 41.5 y 38.1 mg/kg, sucesivamente. Igualmente, para la CIC, se incrementó a 6.15 meq/100 g de suelo, cuando se aplicó 100 g de compost por planta. Igualmente, aplicando 150 g de guano de isla y 300 g de compost por planta, se incrementó los indicadores de crecimiento inicial de la planta de cacao, como altura de planta (83 y 75 cm), diámetro de tallo (16 y 15 mm), número de hojas por planta (26 y 25) y área foliar (423 y 409 mm^2), respectivamente.

Rosas (2021), por su parte, llevó a cabo un ensayo para evaluar el efecto de dos enmiendas (dolomita y magnocal) sobre algunas propiedades químicas de un suelos ácido y los indicadores de crecimiento del cultivo de cacao en Neshuya. Los resultados indicaron que, el pH del suelo fue modificado a 6.0, con las dosis de 20 y 40 g de la enmienda dolomita y 40 g de la enmienda magnocal por planta, De igual modo, hubo un aumento del contenido de P disponible en el suelo, con 98.9 y 98.2 ppm de P, al aplicarse los niveles de 40 y 80 g de magnocal por planta, Asimismo, la saturación de Al fue disminuida significativamente cuando se incorporó las enmiendas dolomita y magnocal a las dosis de 20 y 40 g por planta cada una, a 0.0 y 1.3 %, respectivamente. Por otro lado, el mayor contenido de MO en el suelo se logró con la aplicación de 80 g de magnocal por planta.

De igual modo, Armas (2019), ejecutó un ensayo en el caserío El Triunfo (Neshuya) para determinar el efecto de diferentes dosis de enmiendas encalantes como SiO_2 y MgO en la absorción del P disponible en el suelo sembrado con palma aceitera variedad Deli x LaMé de tres años de edad, bajo un diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos fueron 0 100, 200, 300 y 400 g por planta de

Magnekling silicio (30% de SiO_2 y 32% de MgO) que fue aplicado localizado al pie de la planta y en dos oportunidades, una vez al año, antes del plan de fertilización. Los resultados indican que hubo una respuesta significativa en los niveles de P disponible en el suelo, cuando se aplicó las dosis de 300 y 400 g por planta, lo cual indica el buen desempeño del producto encalante para favorecer la absorción del P y retenerlo en el complejo coloidal.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Importancia de la palma aceitera

Bernales *et al*., (2021), sostiene que, la palma aceitera es uno de los principales cultivos alternativos en nuestra región, como sustituto de la hoja de coca en la amazonia peruana, así como también es considerada como un factor ecológico, pues frena la deforestación en áreas donde anteriormente fueron devastadas por la agricultura migratoria y la destrucción de bosques.

A nivel regional, en los últimos años ha habido una tendencia a incrementar las áreas de siembra, debido a la rentabilidad económica que brinda, debido a que una vez entre a producir, la labor de cosecha se efectúa cada 15 días (Sáenz, 2019)

A pesar de los grandes avances en la palmicultura regional, el autor refiere que existe una gran cantidad de áreas no aprovechadas para el cultivo y por ello, sugiere la implementación de innovadoras estrategias que puedan consolidar el establecimiento de la planta a través de la aplicación de enmiendas fertilizantes, con las cuales se va a generar mayores niveles de productividad.

2.2.2. Descripción botánica

Fairhurst y Hardter (2003) refieren que las raíces se concentran principalmente entre los primeros centímetros del perfil del suelo y pueden ser de tipo cuaternarias, terciarias, secundarias y primarias.

Sáenz (2019), por su parte, señala que, el 65% del número total de raíces de la palma aceitera en diferentes materiales genéticos se encuentra en los primeros 50 cm de suelo.

Respecto al tallo, Fairhurst y Hardter (2003), afirman que la palma aceitera tiene un tallo firme y columnar, con ramificaciones ausentes, entrenudos cortos; que pueden alcanzar entre 15 a 20 m o más a su madurez, y un diámetro entre 30 y 50 cm.

En relación a las hojas, Cayón (2002) afirma que una palma adulta puede tener entre 40 y 56; con una producción de 2 a 3 hojas por mes. También asegura que la palma produce inflorescencias femeninas y masculinas en órganos separados, pero en la misma palma. Las inflorescencias se originan en la axila de cada hoja, aunque no todas llegan a desarrollarse.

En relación al fruto, Fairhurst y Hardter (2003) mencionan que es una drupa cuyas medidas son entre 2 a 5 cm de largo y puede pesar entre 3 a 20 g, mientras que, el racimo de fruto es ovoide, cuyo peso va entre 25 a 50 kg, con una longitud de 50 cm y un ancho de 35 cm; además una planta de palma produce entre 12 a 13 racimos al año y madura entre 5.5 a 6 meses, con una producción de 20 a 25 % de aceite por racimo.

2.2.3. Requerimiento nutricional de la palma aceitera

Armas (2019), señala que la exigencia por nutrientes del cultivo de palma aceitera está en función de diversos factores como el clima, suelo, la variedad, el manejo agronómico y el nivel de rendimiento entre otros.

Igualmente estima que el reciclaje natural de nutrientes al suelo es solo parcial, dado que existen importantes pérdidas de ellos en el sistema suelo-planta. En palmas adultas, con una producción de 25 t ha^{-1} de racimos de fruta fresca, (Fairhurst y Hardter 2003, citados por Armas, 2019), reporta estimados de absorción de 192, 26, 251, 61 y 99 kg ha^{-1} de N, P, K, Mg y Ca, respectivamente.

Por su parte, Vásquez (2001) sostiene que, al ser el suelo uno de los elementos más importantes de este cultivo, está relacionado muy estrechamente con la producción y rendimiento de aceite. Entre las propiedades químicas merece atención la fertilidad y el nivel de pH del suelo, siendo los macronutrientes N, P, K, Ca, Mg y S, requeridos para un buen crecimiento y desarrollo.

Según Ortiz y Fernández (1994), el grado de disponibilidad de macro y micro nutrientes se encuentra supeditado a varios factores como cantidad disponible del nutriente, estado de humedad y aeración, materia orgánica, pH y balance de cationes. Igualmente menciona que, la palma aceitera al ser un cultivo perenne, en su crecimiento inicial, debe asegurar la disponibilidad de los nutrientes esenciales y esto se puede lograr con asegurar los niveles adecuados de pH (entre 4 y 6 con un óptimo de 5.5)

2.2.4. Aplicación de enmiendas en palma aceitera.

El rendimiento por unidad de superficie de la palma aceitera está en función de las prácticas agronómicas, especialmente las que se encuentran relacionadas con la aplicación de planes de fertilización y manejo adecuado de las propiedades físicas y químicas del suelo (Bernal *et al.*, 2014).

Al mismo tiempo, el autor señala que la palma aceitera crece y produce adecuadamente cuando es sembrada en suelo que tengan restricciones físicas, químicas o biológicas para un buen desarrollo del sistema radical.

Por su parte, Jaramillo (2003), señala que, la práctica de manejo del suelo y su fertilidad se deben sustentar en los resultados del análisis de suelo y foliar, ya que el desarrollo de las raíces se encuentra estimulado por la fertilidad del suelo y el manejo adecuado de la nutrición del cultivo. Igualmente, señala que, el uso de fuentes de materia orgánica y materiales remediadores debe proyectarse desde la perspectiva del reciclaje de nutrientes y la propia estimulación de microflora efectiva.

2.2.5. Enmiendas ENMIFER y ENMIFER CPM 1

Las enmiendas físicas ENMIFER (30 % de CaO, 20% de SO_4,15% de MgO y 3% de P_2O_5) y ENMIFER CPM-1 (50% de CaO, 20% P_2O_5, 12% de SO_4, 10% de MgO), son producidas por la empresa NOVAC SAC, y tienen en su concentración, además de Carbonatos de Calcio y Magnesio, otros nutrientes como Azufre y Fosforo, que son necesarios en el crecimiento inicial de la palma aceitera, conforme lo indica la Ficha técnica de ambos materiales.

2.3. Definiciones conceptuales

- **Acidez del suelo**

La acidez del suelo es la cantidad de iones hidrógeno (H+) que hay en el suelo, y se mide en una escala de pH. Un suelo se considera ácido cuando su pH es menor a 7.

- **Enmiendas encalantes**

Las enmiendas encalantes para suelos son materiales que se aplican para corregir la acidez del suelo. Se les conoce también como enmiendas de cal o cales.

- **Encalado**

El encalado es un proceso agrícola que consiste en agregar al suelo compuestos de calcio o magnesio para neutralizar su acidez

- **Oxido de calcio**

El óxido de calcio (CaO), también conocido como cal, es un sólido blanco o gris que se obtiene a partir del carbonato cálcico. Es un producto alcalino que se utiliza en diversos procesos industriales, agrícolas y de tratamiento de aguas

- **Oxido de magnesio**

El óxido de magnesio (MgO) es un material encalante que se usa para neutralizar la acidez del suelo. Es una buena fuente de magnesio para suelos ácidos que a menudo tienen deficiencia de este nutriente.

- **Yeso agrícola**

Químicamente es un sulfato de calcio di-hidratado y es comúnmente usado para remediar las altas concentraciones de Na en el suelo.

- **Crecimiento vegetativo**

El crecimiento vegetativo de una planta es el desarrollo de sus órganos vegetativos, como las hojas, los tallos y las raíces

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método utilizado fue el científico y cuantitativo, porque forma un conjunto de técnicas que, coherentes con la orientación de la investigación y el uso de determinadas herramientas estadísticas, permitirán la obtención de un producto o resultado particular en función de la hipótesis planteada.

3.2. Tipo y nivel de investigación

Para el ensayo se usó un tipo experimental, de campo y observacional y el nivel de investigación fue aplicativo.

3.2.1. Población y muestra.

La población fue representada por 120 plantas de palma aceitera de la variedad Deli x La Mé, cuya edad al trasplante fue de 10 meses y corresponden a la campaña 2023.

La muestra fue representada por 30 plantas de palma aceitera de la variedad Deli x La Mé, cuya edad al trasplante fue de 10 meses y corresponden a la campaña 2023 y que provienen de las 2 plantas centrales por cada una de las 15 unidades experimentales.

3.3. Componentes en estudio.

Los componentes en estudio fueron los diferentes tratamientos compuestos por las variables independientes, en este caso las enmiendas y dosis por enmienda, así como las variables dependientes, fue fueron medidas por el nivel de acidez de

suelo antes y al finalizar el ensayo, así como las variables de crecimiento a los 90 y 180 días después de la aplicación de los tratamientos.

3.4. Tratamientos estudiados.

- **Variables independientes**

Las variables probadas estuvieron constituidas por dos fuentes y dos dosis de enmiendas, conforme se presenta en la Tabla 1

Tabla 1.

Tratamientos estudiados por contenido y dosis de aplicación

N°	Tratamientos	Dosis (kg planta^{-1})
1	Testigo sin aplicación	0.0
2	ENMIFER (30 % de CaO + 20% de SO4 + 15% de MgO + 3% de P_2O_5)	0.5
3	ENMIFER (30 % de CaO + 20% de SO_4 + 15% de MgO + 3% de P_2O_5)	1.0
4	ENMIFER CPM-1 (50% de CaO +, 20% de P_2O_5, 12% de SO_4 + 10% de MgO)	0.5
5	ENMIFER CPM-1 (50% de CaO +, 20% de P_2O_5, + 12% de SO_4 + 10% de MgO)	1.0

Según la Ficha técnica, ENMIFER es una enmienda cuya riqueza nutricional es de 30 % de CaO + 20% de SO_4 + 15% de MgO + 3% de P_2O_5.

Por su parte, ENMIFER CPM-1 es una enmienda cuya riqueza nutricional es de 50% de CaO +, 20% de P_2O_5 + 12% de SO_4+ 10% de MgO.

Estas enmiendas tienen en su concentración, además de Carbonatos de Calcio y Magnesio, otros nutrientes como Azufre y Fosforo, que son necesarios en el crecimiento inicial de la palma aceitera, conforme lo indica la Ficha técnica de ambos materiales.

- **Variables dependientes:**

En el suelo

Se evaluó el pH, P disponible, Al intercambiable, Acidez cambiable y CIC

En la planta:

Se evaluó los indicadores de crecimiento altura, diámetro y numero de hojas por planta

3.5. Diseño experimental.

En el caso de las características químicas del suelo, se formaron comparaciones en base a los resultados de los análisis de fertilidad, antes de la aplicación de las enmiendas y al finalizar el ensayo.

Respecto a los indicadores de crecimiento inicial de la planta de palma recién establecida, se usó el diseño de Bloques completos al azar BCA con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Si hubo diferencias estadísticas en los tratamientos probados, se analizaron mediante la prueba de Duncan al 95 % de significación. El análisis de variancia se muestra en la tabla 2. De la siguiente manera:

Tabla 2. Análisis de varianza

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	3 – 1 = 2
Tratamientos	5 – 1 = 4
Error experimental	(3 – 1) (5 – 1) = 8
Total	(3 x 5) – 1 = 14

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-esima repetición

Eijk = efecto del error experimental

Dimensiones del experimento

Área total

Largo : 72 m

Ancho : 90 m

Área total : 6480 m^2

Numero de plantas: 120 plantas de palma aceitera

Repeticiones

Largo: 90 m

Ancho: 18 m

Área total : 1620 m^2

Separación entre repeticiones: 9.0 m

Numero de plantas por repetición: 40 plantas de palma aceitera

Unidad experimental

Largo: 18 m

Ancho : 18 m

Área total: 324 m^2

Plantas por unidad experimental: 8 plantas (9 m x 9 m)

Plantas evaluadas: 2 plantas centrales por unidad experimental.

3.6. Ejecución del experimento.

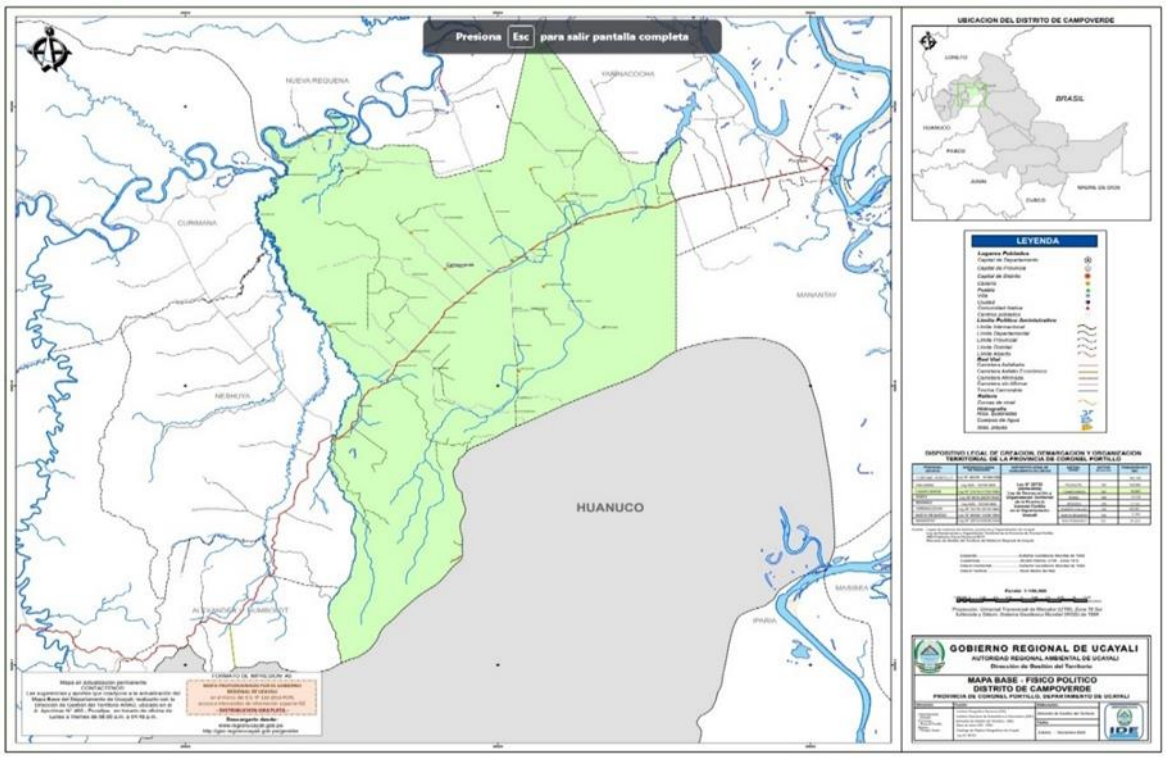
3.6.1. Localización

El ensayo fue instalado en la parcela de palma aceitera del señor Victor Marín Cirilo Mas Sopla, ubicada en el sector Buenos Aires, en el distrito de Campo Verde y cuenta con las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: 8º 38' 15'' Sur
Longitud: 74º 54' 20'' Oeste
Altitud: 202 msnm

Figura 1.

Mapa de ubicación de la parcela experimental



3.6.2. Condiciones ambientales

Aybar (2017), clasifica, ecológicamente la zona como bosque húmedo tropical y según la clasificación de los bosques amazónicos se inserta en el ecosistema de bosques tropicales semi-siempre verde estacional.

Con relación a las características climatológicas, el distrito de Campo Verde tiene una temperatura máxima, mínima y media mensual de 30.1, 23.4 y 26.0 °C, respectivamente, una humedad relativa promedio de 87 % y una precipitación pluvial anual de 2350 mm, según indica la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali

Las características edáficas de los primeros 20 cm de profundidad del suelo experimental se caracterizan por presentar una textura franco-arenosa, con un pH fuertemente ácido, bajo contenido de materia orgánica, alta saturación de Al, bajo contenido de P y K disponible y una baja capacidad de bases intercambiables, según refiere el Informe de ensayo N° 1000333-24/SU/LABSAF-PUCALLPA

.

3.6.3. Proceso experimental.

Para la ejecución del experimento se usaron los siguientes materiales y equipos:

120 plantas de palma aceitera de 10 meses de edad variedad Deli x La Mé listas para el trasplante a campo definitivo

Enmienda ENMIFER (30 % de CaO, 20% de SO_4,15% de MgO y 3% de P_2O_5)

Enmienda ENMIFER CPM-1 (50% de CaO, 20% de P_2O_5, 12% de SO_4, 10% de MgO)

Machetes

Libreta de campo

Balanza tipo reloj

Pinturas de color.

Taras de plástico

Cintra métrica.

Barreno muestreador de suelo.

Vernier

Sacos de yute

Bolsas de polietileno
Calculadora.
Tablero de identificación
Cintas plásticas de colores
Útiles de escritorio
Análisis de fertilidad del suelo
Movilidad local
Contrato de jornales de campo

La ejecución del ensayo tuvo en consideración las siguientes actividades:

Análisis de suelo: Antes de la aplicación de las enmiendas, se procedió a extraer una muestra compuesta de suelo de 500 g de los primeros 20 cm de profundidad del área experimental, la cual ´fue secada al ambiente, molida y etiquetada, para que, una vez identificada, se llevó al Laboratorio del INIA Pucallpa, para su análisis de caracterización (Informe de ensayo N° 1000333-24/SU/LABSAF-PUCALLPA)

.

Asimismo, al término del experimento, se extrajo cuatro muestras de suelo de cada uno de los tratamientos, las cuales fueron secadas al ambiente, molidas y etiquetadas, para que, una vez identificadas, fueron conducidas al Laboratorio del INIA Pucallpa, para su correspondiente análisis de caracterización (Informe de ensayo N° 010014-24/SU/LABSAF-PUCALLPA).

Limpieza del terreno: Esta labor fue realizada utilizando las herramientas necesarias, así como de la ayuda de una desbrozadora.

Alineamiento del terreno: esta actividad fue realizada en función del croquis experimental, tomando en cuenta la aleatorización de los tratamientos por cada unidad experimental.

Siembra de plantones: Se efectuó después de la colocación de las enmiendas en el fondo de cada hoyo, tratando de cubrirlo con tierra alrededor de la planta. Los hoyos fueron construidos por 50 cm de diámetro y 50 cm de profundidad, cada 9 m de distancia entre hoyos y cada hilera de siembra fue en tresbolillo.

Control de malezas: El control de malezas fue manual y localizado, periódicamente cada mes, tratando de no permitir competencias con el cultivo

Control de roedores: Se hizo mediante la colocación de mallas de alambre, alrededor de la base del estipe de la planta, para minimizar problemas con roedores.

Evaluaciones de campo: Estas labores correspondieron a las evaluaciones de los indicadores de crecimiento de la planta a los 3 y 6 meses después de la instalación del ensayo

Visita de jurado: Fue realizada al inicio del ensayo para tomar en cuenta las recomendaciones de los miembros del Jurado, respecto a la instalación del ensayo y las demás practicas a ejecutar.

Tabulación de datos: Una vez que se completó las evaluaciones de campo, se procesaron los datos con ayuda del paquete estadístico SAS versión 8.1, para determinar el análisis de variancia y las respectivas pruebas de comparación entre tratamientos

Redacción del informe de tesis: Previa verificación del Asesor de la tesis, se elaboró el Borrador de Tesis, acorde a los estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali.

3.6.4. Variables evaluadas.

- **Variables independientes.**

Las dos enmiendas y dos dosis por enmienda fueron aplicadas previo al trasplante, introduciendo la dosis de cada enmienda al fondo del hoyo de siembra, para luego sembrar la planta de palma aceitera y posteriormente cubrir con tierra de manera uniforme, tratando de no afectar las raíces de la planta recién trasplantada.

- **Variables dependientes**.

Las variables relacionadas a la acidez del suelo fueron tomadas en función del análisis de suelo, para lo cual se extrajo de los primeros 30 cm de profundidad, una muestra compuesta de 500 g de peso, exactamente de la parte central de las dos plantas evaluadas por cada unidad experimental. Esta muestra de suelo fue secada, molida y tamizada y una vez identificada, se llevó al Laboratorio del INIA Pucallpa, para su respectivo análisis de fertilidad. Asimismo, al término del experimento, se extrajo cuatro muestras de suelo de los primeros 30 cm de profundidad y de 500 g de peso cada una, correspondiente a los cuatro tratamientos probados, de la parte central de las dos plantas netas de cada unidad experimental. Por separado, cada muestra fue secada, molida y tamizada y una vez identificada, se llevó al Laboratorio de Suelos del INIA Pucallpa, para su análisis de fertilidad.

Las variables químicas del suelo experimental relacionadas a la acidez del suelo fueron medidas por el efecto de las dos fuentes y dos dosis de materiales en el ensayo, de acuerdo al siguiente detalle:

El pH del suelo medido por el método del potenciómetro en proporción 1:1, se evaluó en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

El Fósforo (P) disponible en el suelo fue medido por el método de Olsen modificado y evaluado en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes

de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

El Aluminio (Al) cambiable en el suelo fue evaluado por espectrofotometría de absorción atómica a todas las muestras de suelo en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

La Capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue analizada por el método del Acetato de amonio 7 N, a todas las muestras de suelo en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

El Porcentaje de acidez cambiable (PAC) fue estimado en función a la relación entre el contenido de Al cambiable y la Capacidad de intercambio catiónico (CIC), expresada en términos de porcentaje, a todas las muestras de suelo en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

En la planta de palma aceitera, las variables de crecimiento inicial fueron evaluadas de la siguiente forma:

La altura de planta fue estimada midiendo el porte de las dos plantas centrales de cada unidad experimental desde la base del cuello hasta el ápice de la hoja flecha. Las medidas de cada planta se realizó con ayuda de una cinta métrica. Esta operación se hizo en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

El diámetro del estipe fue medido a través de la circunferencia del estípite de las dos plantas netas por cada unidad experimental. Las medidas se desarrollaron con un vernier, en tres etapas de crecimiento del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

La variable número de hojas por planta fue ejecutada contando las hojas formadas de las dos plantas netas de cada unidad experimental y se hizo en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

La longitud de hoja fue medida en la hoja número 4 de las dos plantas netas por unidad experimental y se midió desde la base del peciolo hasta el ápice del raquis, con ayuda de una cinta métrica, en tres oportunidades del crecimiento del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

El ancho de hoja fue medido en la parte central de la hoja número 4 de las dos plantas netas por unidad experimental y se midió en tres momentos del periodo vegetativo del cultivo, antes de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda y a los 3 y 6 meses después de la aplicación.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS

Los resultados de las evaluaciones respecto a las propiedades químicas relacionadas con la acidez del suelo, así como las que definen el crecimiento inicial de la palma aceitera, por efecto de las aplicaciones de las dos fuentes y dos dosis por fuente son presentados a continuación:

4.1. Propiedades químicas relacionadas con acidez del suelo

El pH del suelo fue medido en dos etapas, la primera, previo al establecimiento de la plantación de palma aceitera y la segunda, a los 180 días después del trasplante.

Al inicio, el pH fue fuertemente ácido (5.3), sin embargo, no hubo mayor variación conforme transcurrió el ensayo hasta los 180 días, con promedios de 5.1, 4.9, 4.7 y 5.2, logrados por los tratamientos ENM.IFER Y ENMIFER CPM-1 a las dosis de 0.5 y 1.0 kg por planta, respectivamente. Tabla 2.

Tabla 3.

pH, P disponible, materia orgánica y saturación de Al por tratamiento

Variables evaluadas	Testigo	ENMIFER a 0.5 kg/planta	ENMIFER a 1.0 kg/planta	ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta	ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta
pH	5.3	5.1	4.9	4.7	5.2
P disponible (mg/kg)	2.0	0.4	0.4	3.1	0.4
Materia orgánica (%)	0.5	1.4	1.0	1.1	1.2
Saturación Al (%)	38.5	9.16	22.5	32.3	23.29

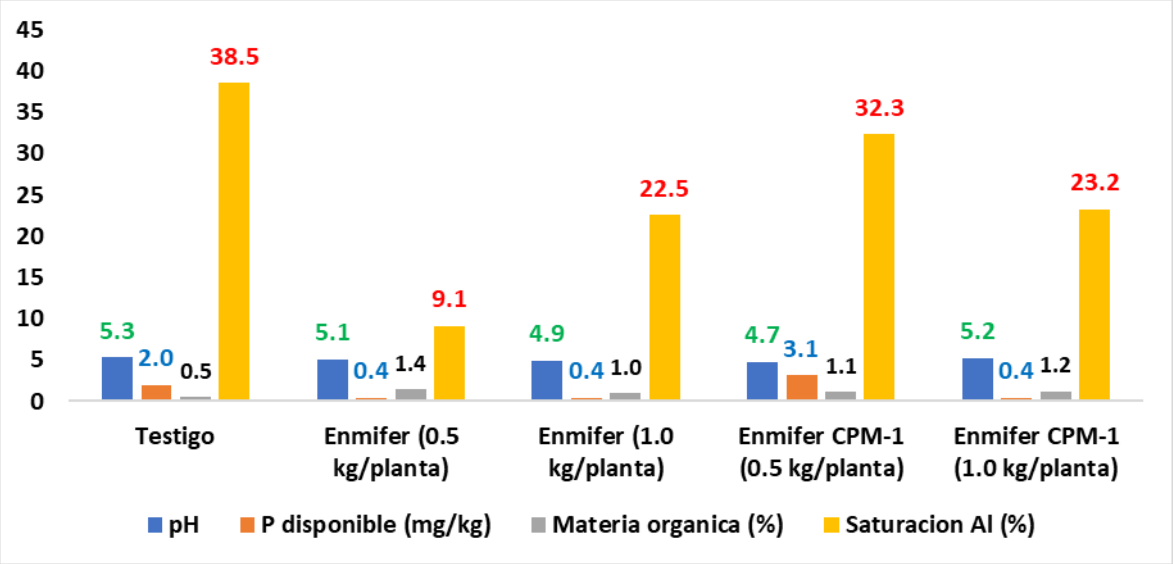
Otro elemento que está relacionado con la acidez del suelo, lo constituye el Al cambiable, quien al inicio fue de 2.2 cmol/kg, interpretado como alto, (Bazán, 2019), mientras que a los 180 días después, varió significativamente a 0.5, 0.96, 1.11 y

1.45 cmol de Al/100 g de suelo (considerados de nivel medio a alto), que fueron registrados por los tratamientos ENMIFER y ENMIFER CPM-1 a las dosis de 0.5 y 1.0 kg por planta, respectivamente. Tabla 2.

Por otro lado, la saturación de Al medida al inicio del ensayo fue de 38.5 %, considerado como alto, lo que limita la tolerancia de algunos cultivos, según refiere Bazán (2019), la cual fue disminuyendo significativamente por efecto de la aplicación de la enmienda ENMIFER a la dosis de 0.5 kg por planta con un promedio de 9.16 %, mientras que, cuando se aplicó ENMIFER a la dosis de 1.0 kg por planta y ENMIFER CPM-1 a las dosis de 0.5 y 1.0 kg por planta, registraron promedios no significativos de 22.5, 32.3 y 23.29 %, sucesivamente

Figura 2.

pH, P disponible, materia orgánica y saturación de Al por tratamiento



Nota: se aprecia una disminución significativa de la acidez del suelo

Otro nutriente que se encuentra relacionado a la acidez del suelo, lo constituye el contenido de P disponible, cuyo valor inicial fue de 2.0 mg/kg, el cual fue reducido en forma significativa a valores de 0.4, 0.4 y 0.4, cuando se aplicó ENMIFER a la dosis de 0.5 kg por planta y ENMIFER CPM-1 a las dosis de 0.5 y 1.0 kg por planta, mientras que al aplicar ENMIFER a la dosis de 1.0 kg por planta, el contenido de P disponible subió a 3.1 mg/kg. Figura 2.

Tabla 4.

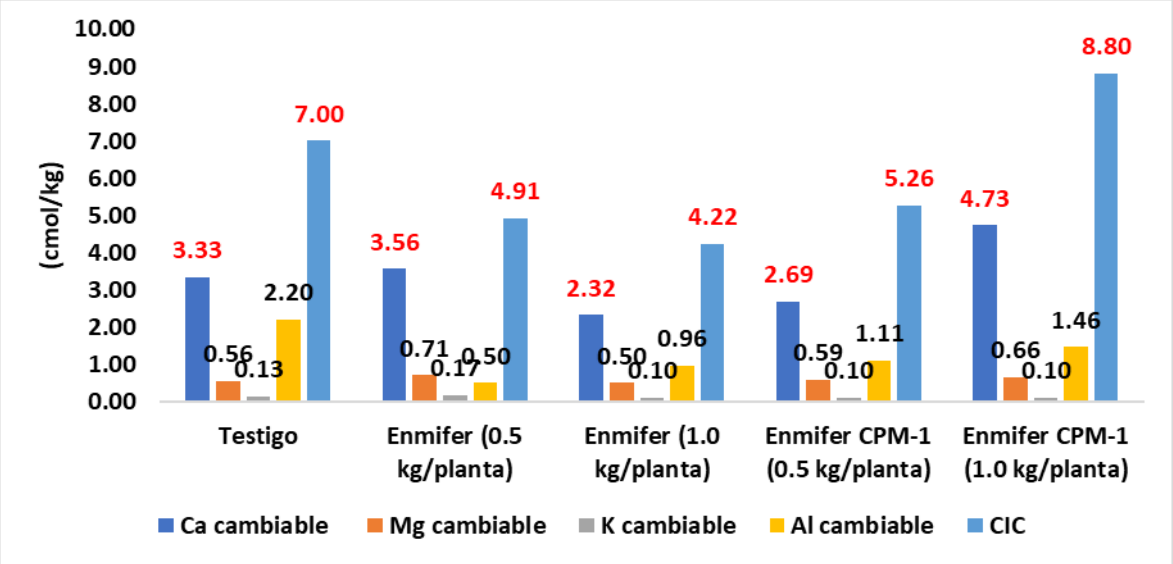
Cationes cambiables Ca, Mg y K y CIC por tratamiento

Variables evaluadas	Testigo	ENMIFER a 0.5 kg/planta	ENMIFER a 1.0 kg/planta	ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta	ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta
		(cmol/kg de suelo)			
Ca cambiable	3.33	3.56	2.32	2.69	4.73
Mg cambiable	0.56	0.71	0.50	0.59	0.66
K cambiable	0.13	0.17	0.10	0.10	0.10
Al cambiable	2.2	0.5	0.96	1.11	1.45
CIC	7.00	4.91	4.22	5.26	8.80

Finalmente, es posible establecer una estrecha relación entre el contenido de bases cambiables y la capacidad de intercambio catiónico, ya que, en base al valor inicial de 7.00 cmol/kg, los promedios de Ca, Mg y K tendieron a disminuir cuando se aplicó ENMIFER a las dosis de 0.5 y 1.0 kg por planta, así como ENMIFER a la dosis de 0.5 kg por planta, cuyos promedios fueron sucesivamente 4.91, 4.22 y 5.26 cmol/kg, sin embargo, con la aplicación de la enmienda ENMIFER CPM-1 a la dosis de 1.0 kg por planta el valor de CIC subió ligeramente a 8.80 cmol/kg de suelo.

Figura 3.

Cationes cambiables Ca, Mg y K y CIC por tratamiento



4.2. Altura de planta

La variable altura de planta fue evaluada en tres oportunidades, previo a la siembra y a los 90 y 180 días después de aplicarse las enmiendas.

Al efectuar el análisis de variabilidad para este indicador de crecimiento previo a la aplicación de las fuentes y dosis de enmiendas, evidenció que no hubo diferencias significativamente entre enmiendas y dosis por enmienda, con un coeficiente de variabilidad de 10.09 %, considerado adecuado para trabajos de campo, según refiere Calzada (1970), y como puede apreciarse en el Anexo 03

Esto explica los promedios reportados en esta etapa por los tratamientos ENMIFER a las dosis de 0.5 y 1.0 kg/planta, así como de ENMIFER CPM-1 a las mismas dosis, con promedios iniciales de 43.8, 41.5, 45.8 y 43.8 cm, respectivamente, sin mostrar superioridad con el Testigo, cuyas plantas lograron un promedio de 49.0 cm de porte de planta. Tabla 4.

Tabla 5.

Altura de planta por tratamiento y por evaluación

N°	Tratamientos	Antes de aplicación	A 90 días después de aplicación	A 180 días después de aplicación
		Altura de planta (cm)		
1	Testigo	49.0 a	95.8 a	135.0 b
2	ENMIFER a 0.5 kg/planta	43.8 a	90.4 a	141.5 ab
3	ENMIFER a 1.0 kg/planta	41.5 a	89.8 a	141.5 ab
4	ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta	45.8 a	92.4 a	150.6 a
5	ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta	43.5 a	87.8 a	165.0 a

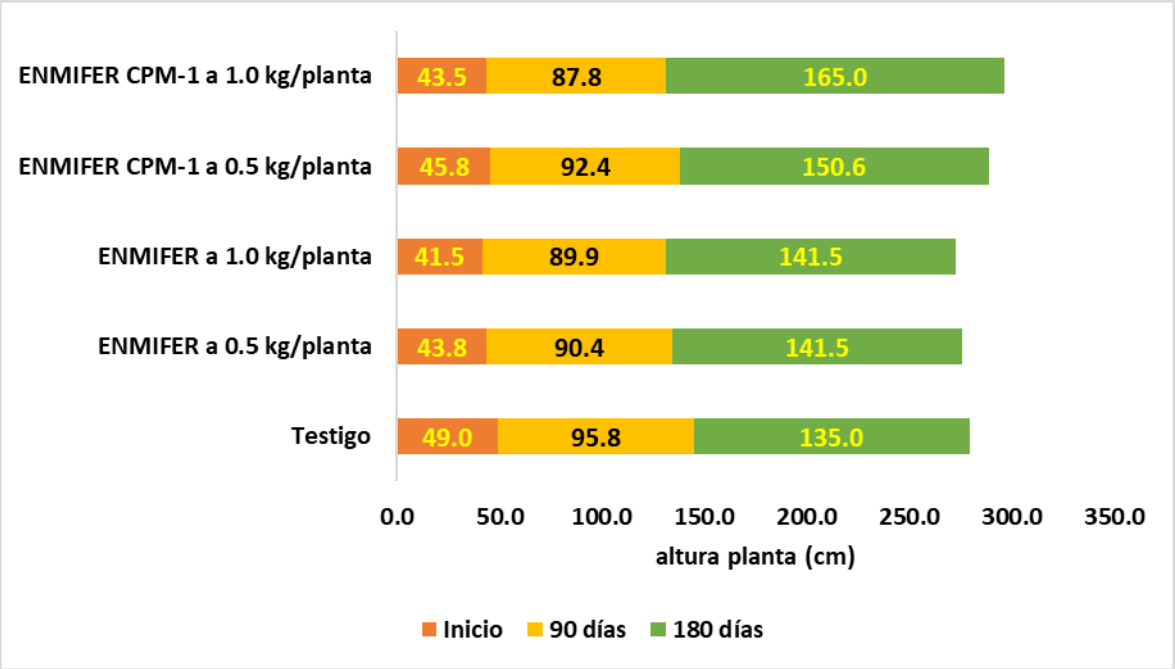
(*) letras iguales en la comuna indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos

Igualmente, al establecer el análisis de variabilidad a los tres meses posteriores a la aplicación de las enmiendas y dosis por enmienda, evidenció que

tampoco hubo diferencias significativamente entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 6.28 %, considerado adecuado para ensayos de campo, según refiere Calzada (1970), y como puede apreciarse en el Anexo 04.

Figura 4.

Altura de planta por tratamiento y por evaluación



Nota: El efecto de las enmiendas se aprecia mejor a los 180 días después

Sin embargo, numéricamente, el tratamiento Testigo logró la mayor altura de planta con 95.8 cm, sin mostrar diferencias con las otras enmiendas y, donde el último lugar fue registrado por el tratamiento ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta, con 87.8 cm de altura de planta. Tabla 4 y Figura 3.

De similar forma, al ejecutar el análisis de variación para altura de planta a los 6 meses después de la aplicación de las fuentes y dosis de enmiendas, evidenció que, solo existió diferencias significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 9.21 %, considerado adecuado para ensayos de campo, según refiere Calzada (1970), y como puede apreciarse en el Anexo 05.

Estadísticamente, los tratamientos a base de ENMIFER CPM1 a las dosis de 1.0 y 0.5 kg/planta, destacaron en esta etapa, con 165.0 y 150.6 cm de altura,

mientras que, con la aplicación de ENMIFER a ambas dosis, registraron 141.5 cm y el testigo ocupó la última posición con 135.0 cm de porte. Tabla 4 y Figura 3.

4.3. Diámetro de estipe

El diámetro de estipe fue evaluado en tres oportunidades, antes y posteriormente a los 90 y 180 días después de aplicarse las enmiendas y dosis por enmienda.

El análisis de variabilidad para este indicador de crecimiento antes de la aplicación de las fuentes y dosis de enmiendas, evidenció que hubo diferencias significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 12.87 %, considerado aceptable para trabajos de campo, según refiere Calzada (1970), y como puede apreciarse en el Anexo 06.

Tabla 6.

Diámetro de estipe por tratamiento y por evaluación

N°	Tratamientos	Antes de aplicación	A 90 días después de aplicación	A 180 días después de aplicación
		Diámetro de estipe (cm)		
1	Testigo	3.9 b	7.5 a	12.8 a
2	ENMIFER a 0.5 kg/planta	5.0 a	7.5 a	11.8 a
3	ENMIFER a 1.0 kg/planta	4.2 b	7.5 a	12.8 a
4	ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta	4.0 b	8.2 a	12.5 a
5	ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta	3.7 b	7.6 a	14.5 a

(*) letras iguales en la comuna indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos

En esta etapa, el mayor valor numérico (5.0 cm), le correspondió al tratamiento ENMIFER a 0.5 kg/planta, mientras que los últimos lugares fueron ocupados por

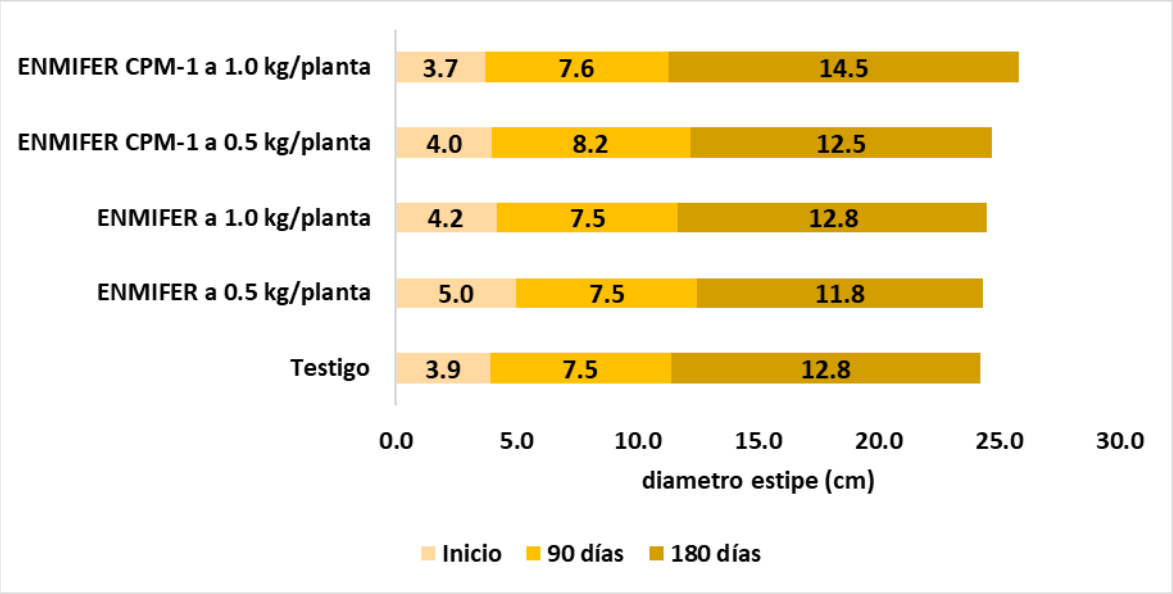
los tratamientos Testigo y ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta, con 3.9 y 3.7 cm, respectivamente.

Igualmente, al desarrollar el análisis de variabilidad para diámetro de estipe a los 90 días después de la aplicación de las enmiendas y dosis por enmienda, evidenció que no existió diferencias significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 8.89 %, considerado adecuado para ensayos de campo, según refiere Calzada (1970), y como puede apreciarse en el Anexo 07.

De esta forma, el mayor valor fue obtenido por el tratamiento ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta, con 8.2 cm de diámetro, seguidos de los tratamientos ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta, ENMIFER a las dosis 1.0 y 0.5 kg/planta y el testigo, con 7.6, 7.5, 7.5 y 7.5 cm de diámetro de estipe, respectivamente. Figura 5.

Figura 5.

Diámetro de estipe por tratamiento y por evaluación



Nota: Se observa un mejor efecto aplicando Enmifer CPM-1 a 1 kg por planta

Por otro lado, al efectuar el análisis de variabilidad para diámetro de estipe a los 180 días después de la aplicación de las enmiendas y dosis por enmienda, se determinó la inexistencia de diferencias estadísticas entre las enmiendas y las dosis por enmienda, con un coeficiente de variación del 13.41 %, considerado adecuado

para ensayos de campo, según refiere Calzada (1970), y como puede apreciarse en el Anexo 08.

Sin embargo, en términos numéricos, el mayor valor fue registrado con la aplicación del tratamiento ENMIFER CPM-1 a la dosis de 1.0 kg/planta, con 14.5 cm de diámetro, seguido del Testigo, ENMIFER a 1.0 kg/planta, ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta y ENMIFER a 0.5 kg/planta, quienes registraron sucesivamente, 12.8, 12.8, 12.5 y 11.8 cm de diámetro de estipe. Tabla 5 y Figura 5.

4.4. Número de hojas por planta

El número de hojas por planta fue evaluado en tres momentos durante el ensayo, antes de la aplicación de las enmiendas y dosis por enmienda y a los 90 y 180 días después de la aplicación.

Tabla 7.

Número de hojas por planta por tratamiento y por evaluación.

N°	Tratamientos	Antes de aplicación	A 90 días después de aplicación	A 180 días después de aplicación
		Diámetro de estipe (cm)		
1	Testigo	10.0 a	12.0 a	16.0 a
2	ENMIFER a 0.5 kg/planta	9.3 a	10.3 a	16.0 a
3	ENMIFER a 1.0 kg/planta	9.6 a	11.0 a	16.3 a
4	ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta	10.6 a	12.6 a	16.6 a
5	ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta	10.3 a	12.6 a	18.0 a

(*) letras iguales en la comuna indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos

En la primera evaluación, no se aprecian diferencias estadísticas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 7.30 %, lo que indica una buena homogeneidad de los datos reportados, conforme se aprecia en el Anexo 09.

Las diferencias numéricas mostradas por el número de hojas por planta de palma aceitera antes de la aplicación de las enmiendas y dosis por enmienda fueron mínimas, correspondiendo promedios de 10.6, 10.3, 10.0, 9.6 y 9.3 hojas a los tratamientos ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta, ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta, Testigo, ENMIFER a 1.0 kg/planta y ENMIFER a 0.5 kg/planta, respectivamente. Tabla 6.

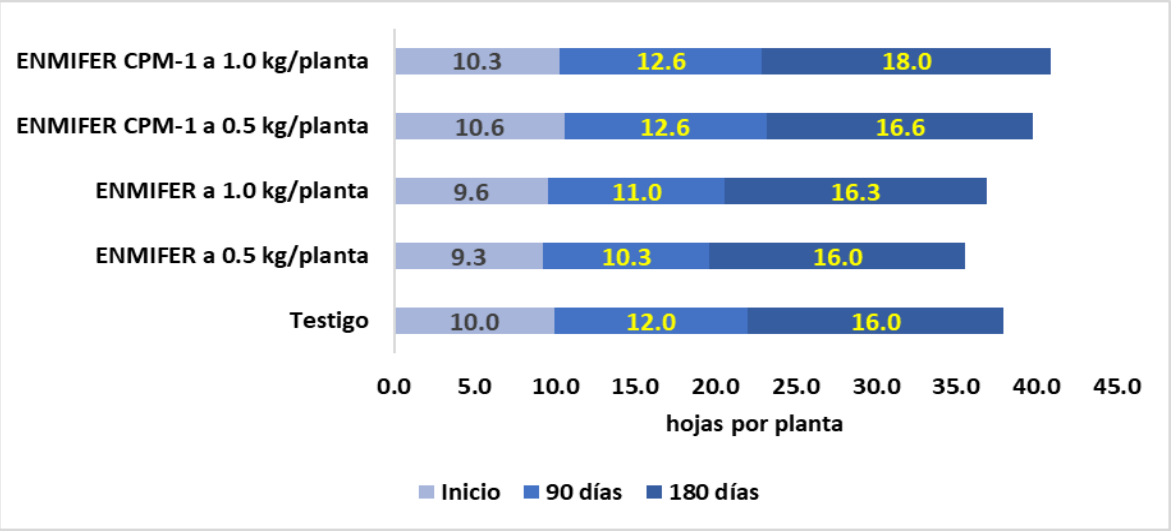
En la segunda evaluación, tampoco se aprecian diferencias significativas estadísticas entre las enmiendas y sus dosis, con una variabilidad del 22 %, lo que indica una buena homogeneidad de los datos reportados, según se reporta en el Anexo 10.

Las diferencias numéricas mostradas por los tratamientos a los 90 días después de la aplicación de las enmiendas y dosis por enmienda fueron mínimas, con promedios de 12.6, 12.6, 12.0, 11.0 y 10.3 hojas por planta, conseguidos por los tratamientos ENMIFER CPM-1 a las dosis de 1.0 y 0.5 kg/planta, testigo y por ENMIFER a las dosis de 1.0 y 0.5 kg/planta, respectivamente. Tabla 6 y Figura 6.

En la última evaluación, en forma similar a las anteriores no se observan diferencias significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 7.52 %, lo que indica una buena homogeneidad de los datos reportados, como se aprecia en el Anexo 11.

Figura 6.

Número de hojas por planta por tratamiento y por evaluación



Nota: Se observa un mejor efecto aplicando Enmifer CPM-1 a 1 kg por planta

Sin embargo, al efectuar la prueba de Duncan ($p<0.05$), se encontró que, mediante la aplicación del tratamiento ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta, se obtuvo el mayor valor con 18.0 hojas por planta, seguido de los tratamientos ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta, ENMIFER a 1.0 kg/planta, ENMIFER a 0.5 kg/planta y el Testigo, con promedios de 16.6, 16.3, 16.0 y 16.0 hojas por planta, respectivamente. Tabla 6 y Figura 6.

4.5. Longitud de hoja

La longitud de hoja fue también evaluada en tres momentos: antes de la aplicación y a los 90 y 180 días de aplicadas las enmiendas y dosis por enmienda.

Previo a la aplicación no se apreciaron diferencias estadísticas entre enmiendas y dosis por enmienda, con un coeficiente de variación de 13.41 %, lo que indica una buena homogeneidad de los datos. Anexo 12

En esta etapa, se presentó un ligera superioridad numérica con el tratamiento ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta, con 83.3 cm de longitud de hoja, seguido de las enmiendas ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta, ENMIFER a las dosis de 0.5 y 1.0

kg/planta, con 79.0, 77.6 y 76.1 cm, cada uno, mientras que el testigo ocupó la última posición con 68.0 cm de longitud de hoja. Tabla 7 y Figura 7.

Tabla 8.

Longitud de hoja por tratamiento y por evaluación

N°	Tratamientos	Antes de aplicación	A 90 días después de aplicación	A 180 días después de aplicación
		Longitud de hoja (cm)		
1	Testigo	68.0 b	109.6 a	149.8 a
2	ENMIFER a 0.5 kg/planta	77.6 b	132.8 a	155.1 a
3	ENMIFER a 1.0 kg/planta	76.1 b	128.3 a	162.3 a
4	ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta	83.3 a	129.6 a	160.6 a
5	ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta	79.0 b	133.5 a	176.5 a

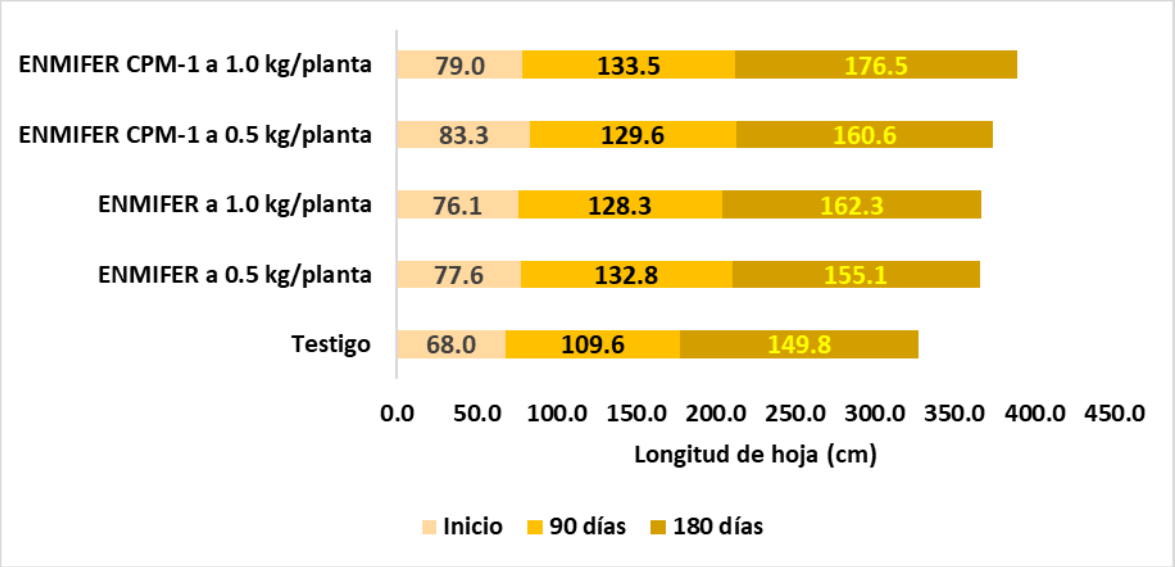
(*) letras iguales en la comuna indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos

A los tres meses posteriores a la aplicación de las enmiendas y dosis por enmienda, no se aprecian diferencias estadísticas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 11.60 %, lo que indica una buena homogeneidad de los datos reportados. Anexo 13.

Al respecto, la prueba de Duncan ($p<0.05$), estableció promedios estadísticamente similares entre los tratamientos ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta, ENMIFER a 0.5 kg/planta, ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta y ENMIFER a 1.0 kg/planta, con 133.5, 132.8, 129.6 y 128.3 cm de longitud de hoja, cada uno, mientras que el Testigo ocupo la última posición con 109.6 cm.

Figura 7.

Longitud de hojas por tratamiento y por evaluación



Nota: Se observa un mejor efecto aplicando Enmifer CPM-1 a 1 kg por planta

A los seis meses después de aplicar las enmiendas y dosis por enmienda, tampoco se observan diferencias estadísticas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 9.86 %, lo que indica una buena homogeneidad de los datos reportados Anexo 14.

En esta evaluación, aun cuando no hubo diferencias estadísticas, numéricamente, le corresponde al mayor valor al tratamiento ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta, con 176.5 cm de longitud de hoja, mientras que los tratamientos ENMIFER a 1.0 kg/planta, ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta y ENMIFER a 0.5 kg/planta, registraron sucesivamente, 162.3, 160.6 y 155.1 cm, mientras que, el tratamiento Testigo obtuvo 149.8 cm de longitud de hoja. Tabla 7 y Figura 7.

4.6. Ancho de hoja

La variable ancho de hoja fue evaluada en tres oportunidades durante el ensayo, antes de la aplicación de las enmiendas y dosis por enmienda y a los 90 y 180 días después de su aplicación.

Antes de la aplicación, no se apreciaron diferencias significativas entre enmiendas y dosis de enmiendas, con una variabilidad de 9.71 %, lo que indica una buena homogeneidad de los datos registrados. Anexo 15.

Tabla 9.

Ancho de hoja por tratamiento y por evaluación

N°	Tratamientos	Antes de aplicación	A 90 días después de aplicación	A 180 días después de aplicación
		Ancho de hoja (cm)		
1	Testigo	39.0 b	62.5 a	71.5 a
2	ENMIFER a 0.5 kg/planta	52.8 b	62.1 a	71.6 a
3	ENMIFER a 1.0 kg/planta	56.6 a	63.8 a	65.3 a
4	ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta	55.8 a	58.5 a	74.5 a
5	ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta	56.0 a	64.3 a	76.0 a

(*) letras iguales en la comuna indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos

Sin embargo, numéricamente en esta etapa, se presentó un ligera superioridad de los tratamientos ENMIFER a 1.0 kg/planta, ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta y ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta, con 56.6, 56.0 y 55.8 cm de ancho de hoja, mientras que, los tratamientos ENMIFER a 0.5 kg/planta y el testigo registraron cada uno, 52.8 y 39.0 cm de ancho de hoja. Tabla 8 y Figura 8.

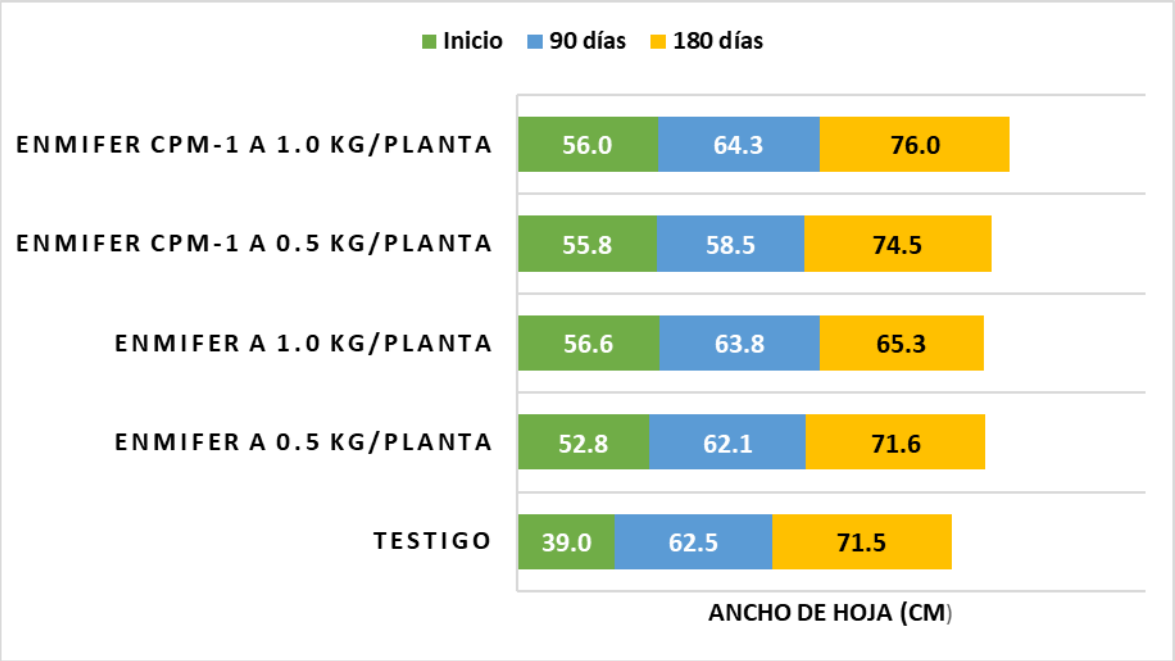
A los tres meses después de la aplicación de las enmiendas y dosis por enmienda, tampoco se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos probados, con un coeficiente de variación de 9.33 %, lo que indica una buena homogeneidad de los datos presentados. Anexo 16.

Hecha la prueba de Duncan ($p<0.05$) se encontró valores relativamente similares con 64.3, 63.8, 62.5, 62.1 y 58.5 cm, logrados por los tratamientos ENMIFER CPM-1 a 1.0 kg/planta, ENMIFER a 1.0 kg/planta, Testigo, ENMIFER a 0.5 kg/planta y ENMIFER CPM-1 a 0.5 kg/planta, respectivamente, mientras que, a

los seis meses después, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos probados, con un coeficiente de variación de 10.40 %. Anexo 17.

Figura 8.

Ancho de hoja por tratamiento y por evaluación



Con la prueba de Duncan ($p<0.05$), en esta etapa, se demostró que, de forma similar a la evaluación anterior, se registraron valores similares entre los tratamientos ENMIFER CPM-1 a las dosis 1.0 y 0.5 kg/planta, ENMIFER a 0.5 kg/planta, Testigo y ENMIFER a 1.0 kg/planta, quienes sucesivamente reportan promedio de 76.0, 74.5, 71.6, 71.5 y 65.3 cm de ancho de hoja de palma aceitera, conforme se aprecia en la Tabla 8 y Figura 8.

CAPÍTULO V.

DISCUSIÓN

Corrección de la acidez del suelo

En primer lugar, el pH inicial del suelo fue 5.3, considerado fuertemente acido, sin embargo, después de la aplicación de las fuentes y dosis, a los 180 días, no se observaron cambios significativos en esta propiedad química, donde el menor valor se reporta con 4.7, al aplicarse ENMIFER CCPM1 a la dosis de 1.0 kg/planta.

Valores similares son reportados por Asqui (2024), con un pH de 4.5, por Cabrera (2023), con 4.54, mientras que, Rosas (2021), obtuvo un pH final de 6.04 cuando aplicó al suelo, 20 g de dolomita por planta, al establecimiento del cultivo de cacao. Asimismo, Hualcas (2020), reporta un promedio de 7.37, al aplicar al suelo, 2 t de dolomita por ha + 30 kg de P2O5 + 9 % de materia orgánica en el cultivo de cacao

Respecto al catión Al intercambiable cuyo valor inicial fue de 2.2 cmol/kg de suelo, si se aprecia una reducción moderada, especialmente con la aplicación de ENMIFER a la dosis de 0.5 kg/planta, con un promedio menor a 0.5 cmol/kg.

De igual forma, el porcentaje de acidez cambiable (PAC), de un valor inicial de 38.57 %, se redujo significativamente cuando se aplicó las fuentes y dosis de enmiendas, especialmente con ENMIFER a 0.5 kg/planta, cuyo valor a los 180 días después de la aplicación fue de 9.16 %, similar al que obtuvo Asqui (2024), en un ensayo similar, con una reducción de 6.4 % al aplicar la enmienda CPM3 a la dosis de 1 kg/planta de cacao recién establecida.

Otros ensayos reportan valores superiores como el de Cabrera (2023), con 43.3 %, aplicando 200 g de compost al suelo sembrado con cacao, mientras que Rosas (2021), registra un promedio final a los 6 meses después de la aplicación de 1.4 % aplicando al suelo, 60 g de Magnocal por planta de cacao recién establecida.

Evaluación del crecimiento inicial de la palma aceitera

Con relación a la altura de planta, el mayor valor en el ensayo se reporta cuando se aplicó la enmienda ENMIFER CPM1 a la dosis de 1.0 kg/planta, con 165 cm, probablemente por el mayor aporte de CaO (50 %) y de P2O5 (20 %), en comparación a los demás tratamientos. De todos modo, este valor resulta igual al que reporta Asqui (2024), en una investigación similar, con 163.5 cm, pero menor al que encontró Tapullima (2023), en el sector Neshuya, con 224 cm de altura de planta, cuando aplicó la fórmula 20-20-20 de NPK.

Respecto al diámetro de estipe, al finalizar el ensayo, se encontró el mejor promedio con ENMIFER CPM1 a la dosis de 1.0 kg/planta, con 14.5 cm, probablemente por las razones expuestas anteriormente, sin embargo, resulta ligeramente mayor al que obtuvo Asqui (2024) con un diámetro de estipe de 13.4 cm, aplicando la enmienda CPM4 a la dosis de 0.5 kg/planta.

Por otro lado, la evaluación final del ensayo a los 180 días después de la aplicación de las enmiendas, determinó que el mejor número de hojas se reporta con la aplicación de ENMIFER CPM1 a la dosis de 1.0 kg/planta, con 18 hojas por planta, similar al que obtuvo Asqui (2024), con un ensayo similar con 18.3 hojas por planta, aplicando la enmienda CPM 4 a la dosis de 0.5 kg/planta.

Igualmente, al término del ensayo se obtuvo un promedio de 176 cm de longitud de hoja y 76 cm de ancho de hoja, al aplicarse ENMIFER CPM1 a la dosis de 1.0 kg/planta, pero ligeramente menor a los que obtuvo Asqui (2024), con 180 cm de longitud de hoja y 80 cm de ancho de hoja, aplicando las enmiendas CPM4 a la dosis de 0.5 kg/planta y CPM1 a la dosis de 1 kg/planta, respectivament

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES

Acorde con los objetivos de la investigación, se concluye:

- Se logró evaluar el efecto de las enmiendas ENMIFER y ENMIFER CPM1 a las dosis de 0.5 y 1.0 kg por planta cada una, en la corrección de la acidez del suelo y en los indicadores de crecimiento de la palma aceitera antes de su aplicación y a los 90 y 180 días posteriores, en el caserío Buenos Aires distrito de Campo Verde.

- La dosis de 0.5 kg por planta de la enmienda ENMIFER sobresale numéricamente a los 180 días después de su aplicación en el contenido de materia orgánica (1.4 %), Ca cambiable (4.73 cmol/kg), K cambiable (0.17 cmol/kg) y en reducción del porcentaje de acidez cambiable (9.16 %)

- La dosis de 1.0 kg por planta de la enmienda ENMIFER CPM1 logró destacar numéricamente a los 180 días después de su aplicación sobre los indicadores de crecimiento como altura de planta (165 cm), diámetro de estipe (14.5 cm), numero de hojas por planta (18), longitud y ancho de hoja (176.5 y 76 cm)

CAPITULO VII.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los resultados de la investigación, se recomienda

- Continuar futuros ensayos de investigación, tomando en cuenta los resultados de nuestro estudio y de esa forma, minimizar el problema de la toxicidad de Aluminio y mejorar los indicadores de crecimiento y rendimiento del cultivo

- Incluir el factor económico en futuras investigaciones en función del análisis beneficio-costo.

- Propiciar ensayos sobre otras propuestas orgánicas referidas a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, así como satisfacer las exigencias nutricionales de la planta de palma aceitera

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agraria pe. 2023. La palma aceitera es el cultivo líder en el desarrollo de la Amazonía peruana. Disponible: https://agraria.pe/noticias/la-palma-aceitera-es-el-cultivo-lider-en-el-desarrollo-de-la-31421

Armas, P. 2019. efecto de la aplicación de cuatro dosis de óxido de silicio y oxido de magnesio sobre la absorción de fosforo por plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en campo definitivo en la zona de Neshuya Ucayali. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 91 p.

Asqui Jimenez, C. (2025). Efecto de fuentes y dosis de enmiendas fertilizantes al establecimiento de la palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq) en el caserío Buenos Aires, distrito de Campo Verde.

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. Lima 30 p.

Bazán, R. (2019). Evaluación de parámetros de acidez en suelos de la región Amazonas. Revista de Investigaciones Agronómicas, 15(2), 45-60.

Bernal, A; Montaño, J; Sánchez, R; Albarrán, Y; Forrero, F. 2014. Evaluación de materiales encalantes y orgánicos sobre las bases intercambiables de un suelo ácido sulfatado en invernadero. In Revista Temas Agrarios Vol 19:1 enero-junio 2014 (19-31)

Bernales, G; Arévalo, C; Arévalo, E. 2021. Palma aceitera en la Amazonía Peruana. Capitulo IX. Fertilización en palma aceitera. Instituto de Cultivos Tropicales. Tarapoto. San Martín. Pp 127-168.

Cabrera, J. 2023. Efecto de dos fuentes y tres dosis por fuente de abonos orgánicos en el establecimiento de una plantación de cacao (*Theobroma*

cacao L.) en la zona de Neshuya Padre Abad. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 86 p.

Calzada, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 663 p.

Castellanos, J. 2023. Manejo y corrección de la acidez de suelos. Consultado en línea. [23 de abril del 2023] Disponible: https://www.intagri.com/articulos/suelos/manejo-y-correccion-de-acidez-de-suelo

Cayón, D. G. (2002). *Ecofisiología de la palma de aceite*. Ponencia presentada en el II Curso Internacional sobre Manejo de Palma Aceitera, Maracaibo, Venezuela.

Colas, A; Machado, J; Padrón, I. 2006. Uso de abonos orgánico minerales en suelos ferralíticos rojos compactados. Consultado en línea Disponible: https://www.mendeley.com/search/?page=4&query=uso%20de%20dolomita%20&sortBy=relevance

Contreras, J. 2021. Efecto de la aplicación de enmiendas cálcicas en las propiedades físicas, químicas y biológicas de suelos ácidos en Satipo. Tesis Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo.88 p.

Fairhurst, T; Hardter, R. 2003. Nutrición general de la Palma de aceite. I*n* Palma de aceite. Manejo para rendimientos altos y sostenibles. Editado por T. Fairhurst y R Hardter. International Plant Nutrition Institute. Alemania. pp 213-256

Hualcas Cenizario, C. N. (2020). Evaluación de las propiedades de un suelo degradado por efecto de la aplicación de enmiendas en el establecimiento del cacao (Theobroma cacao L.) en la localidad de Río Espino.

Jaramillo, D. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Consultado en línea. 31 diciembre 2023. Disponible: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70085/70060838.2002.pdf?sequence

Luna, D; Pulido, C. 2021. Emisiones de CO_2 por aplicación de cal en suelos ácidos de Colombia. Consultado en línea. 23.04.2023. Disponible: https://www.mendeley.com/search/?page=1&query=uso%20de%20dolomita%20&sortBy=relevance

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Portal de suelos de la FAO. Consultado en línea. [27 de abril del 2023] Disponible:https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-acidos/es/

Ortiz, C. L., & Fernández, C. (1994). *Manejo de la fertilización en cultivos tropicales*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.

Ricse, E. 2018. Efecto de enmiendas en un suelo ácido con cultivo de Phaseolus vulgaris L., variedad norteño - Satipo (Tesis para optar el Título de Ingeniera en Ciencias Agrarias - Especialidad: Agronomía). Universidad Nacional del Centro del Perú – Facultad de Ciencias Agrarias – Satipo– Perú.

Rosas Baras, J. L. (2021). Efecto de la aplicación de dolomita y magnocal en la dinámica del suelo y crecimiento vegetativo del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en Neshuya-Padre Abad.

Sáenz, G. V. (2019). *Desarrollo radicular del híbrido interespecífico de palma de aceite (Elaeis oleifera x Elaeis guineensis) en la Orinoquía colombiana*. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 20(2), 1-13

Tapullima 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.

Vásquez, V. 2001. Evaluación de enmiendas a suelos con niveles altos de Ca en una plantación joven de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq). Zamorano Honduras. Consultado en línea. 28.abril 2023. Disponible: https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ad6813fb-1b11-4c3e-8fb4-fa681a3a350c/content

ANEXOS

Anexo 01. Resultados del análisis de suelo antes de la aplicación

Instituto Nacional de Innovación Agraria

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

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N°LE - 200

INFORME DE ENSAYO
N° 100333-24 / SU / LABSAF - PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Leiber Mas Tapullina
Propietario / Productor	: Leiber Mas Tapullina
Dirección del cliente	: Caserio Buenos Aires Km 40-INT- 20 KM
Solicitado por	: Leiber Mas Tapullina
Muestreado por	: El cliente
Número de muestra(s)	: 1
Producto declarado	: Suelo
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa plástica
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: Caserio Buenos aires-Campo verde-Coronel portillo
Fecha(s) de muestreo	: 2024-01-06 (***)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2024-01-20
Lugar de ensayo	: LABSAF PUCALLPA
Fecha(s) de análisis	: Del 2024-02-01 al 2024-02-10
Cotización del servicio	: 062-24-PC
Fecha de emisión	: 2024-03-18

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			SU3333-PC-24	0	0	0	0	0
Matriz Analizada			Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de Muestreo			2024-01-06	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)			10:00	-	-	-	-	-
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)			Tesis Leiber	-	-	-	-	-
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
pH.	unid. pH	0,1	5,3	-	-	-	-	-
Materia Orgánica	%	0,3	0,5	-	-	-	-	-
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,5	2,70	-	-	-	-	-
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,5	2,20	-	-	-	-	-
Textura	-	-	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	22,00	-	-	-	-	-
Arcilla	%	-	38,00	-	-	-	-	-
Limo	%	-	40,00	-	-	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco arcilloso	-	-	-	-	-
Fósforo Disponible (*)	mg/kg	0,4	2,0	-	-	-	-	-
Calcio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	3,33	-	-	-	-	-
Magnesio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,56	-	-	-	-	-
Sodio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,28	-	-	-	-	-
Potasio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,13	-	-	-	-	-
Potasio Disponible (*)	ppm	3,20	73,60	-	-	-	-	-
Suma de bases intercambiables (*)	cmol (+)/Kg	-	4,30					
CICe (*)	cmol (+)/Kg	-	7,00					
Saturación de acidez y aluminio (*)	%	-	38,57					

PERÚ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego — LABSAF

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

F-46 / Ver.05
www.inia.gob.pe

Página 1 de 2

Anexo 02. Resultados del análisis de suelo después de la aplicación

Instituto Nacional de Innovación Agraria

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

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 200

INFORME DE ENSAYO
N° 010014-24 / SU / LABSAF - PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Leiber Mas Tapullima
Propietario / Productor	: Leiber Mas Tapullima
Dirección del cliente	: Caserio Buenos Aires
Solicitado por	: Leiber Mas Tapullima
Muestreado por	: El cliente
Número de muestra(s)	: 4
Producto declarado	: Suelo
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa plástica
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: Caserio Buenos Aires-Campo verde
Fecha(s) de muestreo	: 2024-07-04 (***)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2024-07-14
Lugar de ensayo	: LABSAF PUCALLPA
Fecha(s) de análisis	: Del Lunes -07-20 al viernes 07-27
Cotización del servicio	: 107-PC-24
Fecha de emisión	: 2024-08-20

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			SU6778-PC-2024	SU6779-PC-2024	SU6780-PC-2024	SU6781-PC-2024	0	0
Matriz Analizada			Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de Muestreo			2024-06-15	2024-06-15	2024-06-15	2024-06-15	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)			9:00	9:00	9:00	9:00	-	-
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)			TLMT T1	TLMT T2	TLMT T3	TLMT T4	-	-
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
pH.	unid. pH	0,1	5,1	4,9	4,7	5,2	-	-
Materia Orgánica	%	0,3	1,4	1,0	1,1	1,2	-	-
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,5	<0,5	0,95	1,70	2,05	-	-
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,5	<0,5	0,96	1,11	1,46	-	-
Textura	-	-	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	37,20	37,20	39,20	31,20	-	-
Arcilla	%	-	22,30	20,30	24,30	30,30	-	-
Limo	%	-	40,50	42,50	36,50	38,50	-	-
Clase Textural	-	-	Franco	Franco	Franco	Franco Arcilloso	-	-
Fósforo Disponible (*)	mg/kg	0,4	<0,4	<0,4	3,1	<0,4	-	-
Calcio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	3,56	2,32	2,69	4,73	-	-
Magnesio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,71	0,54	0,59	0,66	-	-
Sodio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,47	0,41	0,27	1,36	-	-
Potasio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,17	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Potasio Disponible (*)	ppm	3,20	74,80	52,00	40,00	56,00	-	-
Suma de bases intercambiables (*)	cmol (+)/Kg	-	4,91	3,27	3,56	6,75		
CICe (*)	cmol (+)/Kg	-	4,91	4,22	5,26	8,80		
Saturación de acidez y aluminio (*)	%	-	9,16	22,53	32,35	23,29		
	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo 03. ANVA de Altura planta antes de la aplicación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	20.13	10.06	0.49	0.62 ns
Tratamientos	4	96.60	24.15	1.18	0.38 ns
Error	8	163.20	20.40		
Total	14	279.93			
	CV = 10.09 %		R^2 = 0.71		

Anexo 04. ANVA de Altura planta a los 90 días después de la aplicación.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	226.52	113.26	0.49	0.08 ns
Tratamientos	4	109.58	27.39	0.83	0.54 ns
Error	8	263.26	32.90		
Total	14	599.37			
	CV = 6.28 %		R^2 = 0.76		

Anexo 05. ANVA de Altura planta a los 180 días después de la aplicación.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	1431.03	715.51	3.92	0.06 ns
Tratamientos	4	1624.76	406.19	2.22	0.05 *
Error	8	1461.63	182.70		
Total	14	4517.43			
	CV = 9.21 %		R^2 = 0.67		

Anexo 06. ANVA de Diámetro de estipe antes de la aplicación.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.92	0.46	1.58	0.26 ns
Tratamientos	4	3.09	0.77	2.66	0.03 *
Error	8	2.32	0.29		
Total	14	6.33			
CV = 12.87 %			R^2 = 0.63		

Anexo 07. ANVA de Diámetro de estipe a 90 días después de la aplicación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	1.08	0.54	1.17	0.35 ns
Tratamientos	4	1.07	0.26	0.58	0.68 ns
Error	8	3.72	0.46		
Total	14	5.88			
CV = 8.89 %			R^2 = 0.66		

Anexo 08. ANVA de Diámetro de estipe a 180 días después de la aplicación.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	4.85	2.42	0.80	0.48 ns
Tratamientos	4	11.32	2.83	0.94	0.48 ns
Error	8	24.19	3.02		
Total	14	40.37			
CV = 13.41 %			R^2 = 0.60		

Tabla 09. ANVA de Numero de hojas por planta antes de la aplicación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.40	0.20	1.83	0.22 ns
Tratamientos	4	3.33	0.83	1.19	0.38 ns
Error	8	4.26	0.53		
Total	14	8.00			
	CV = 7.30 %		R^2 = 0.86		

Tabla 10. ANVA de Numero de hojas por planta a los 90 días de la aplicación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	0.13	0.06	0.04	0.96 ns
Tratamientos	4	12.93	3.23	1.87	0.21 ns
Error	8	13.86	1.73		
Total	14	26.86			
	CV = 11.22 %		R^2 = 0.67		

Anexo 11. ANVA de Numero de hojas por planta a los 180 días de la aplicación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	3.33	1.66	0.04	0.39 ns
Tratamientos	4	6.93	1.73	1.09	0.42 ns
Error	8	12.66	1.58		
Total	14	22.93			
	CV = 7.52 %		R^2 = 0.74		

Anexo 12. ANVA de Longitud de hoja antes de la aplicación.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	04.85	2.42	0.80	0.48 ns
Tratamientos	4	11.32	2.83	0.94	0.44 ns
Error	8	24.19	3.02		
Total	14	40.37			
	CV = 13.41 %		R^2 = 0.69		

Anexo 13. ANVA de Longitud de hoja a los 90 días después de la aplicación.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	1269.10	634.55	02.93	0.11 ns
Tratamientos	4	1161.43	290.35	01.34	0.33 ns
Error	8	1735.60	216.88		
Total	14	4165.60			
	CV = 11.60 %		R^2 = 0.58		

Anexo 14. ANVA de Longitud de hoja a los 180 días después de la aplicación.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	924.70	462.35	01.83	0.22 ns
Tratamientos	4	1202.43	300.60	01.19	0.38 ns
Error	8	2017.60	252.18		
Total	14	4144.60			
	CV = 9.86 %		R^2 = 0.71		

Anexo 15. ANVA de Ancho de hoja antes de la aplicación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	175.23	87.61	03.42	0.08 ns
Tratamientos	4	666.43	166.60	06.51	0.54 ns
Error	8	204.76	25.59		
Total	14	1046.43			
	CV = 9.71 %		R^2 = 0.80		

Anexo 16. ANVA de Ancho de hoja a los 90 días después de la aplicación

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	10.43	05.21	00.15	0.85 ns
Tratamientos	4	62.93	15.73	00.47	0.75 ns
Error	8	270.06	33.75		
Total	14	343.43			
	CV = 9.33 %		R^2 = 0.71		

Anexo 17. ANVA de Ancho de hoja a los 180 días después de la aplicación.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	2	38.10	19.05	00.34	0.72 ns
Tratamientos	4	200.56	50.14	00.90	0.50 ns
Error	8	446.73	55.84		
Total	14	685.40			
	CV = 10.40 %		R^2 = 0.64		

ICONOGRAFIA

Figura 9. Siembra de palma aceitera después de aplicación



Figura 10. Planta de palma aceitera al establecimiento



Figura 11. Evaluación de campo



Figura 12. Evaluación de altura de planta



Figura 13. Evaluación de diámetro de estipe



Figura 14. Evaluación de número de hojas por planta

