

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



**"EFECTO DE TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON NPK EN
UNA PLANTACIÓN ESTABLECIDA DE PALMA ACEITERA
(*Elaeisguineensis*, Jacq)" EN AGUAYTIA.**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO
HIMMLER SOTO DOMÍNGUEZ

Pucallpa – Perú

2015

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



**“EFECTO DE TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON NPK EN
UNA PLANTACIÓN ESTABLECIDA DE PALMA ACEITERA
(*Elaeis guineensis*, Jacq)” EN AGUAYTIA.**

TESIS
PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO
HIMMLER SOTO DOMÍNGUEZ

Pucallpa – Perú

2015

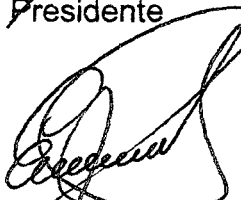
ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el jurado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, integrado por los siguientes docentes:

Dr. Gustavo H. Celi Arévalo


Presidente

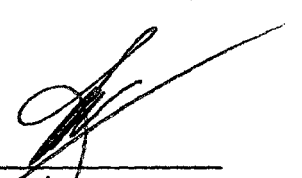
Ing. Edwin Poquioma Yuimachi.


Secretario

Ing. Celso Calle Serrano MSc.


Miembro

Ing. Antonio López Ucariegue MSc.


Asesor

Bach. Himmler Soto Domínguez


Tesisista

DEDICATORIA

A mis padres: EDWIN POLO y FLOR, mi eterno agradecimiento por sus abnegados sacrificios, apoyo y sabios consejos que me ofrecieron a lo largo de mi formación profesional.

A mi querida esposa FLOR DE LIZ, por darme su apoyo incondicional y la fuerza moral y a mis dos hijas (LIZ ANGHELY y XIMENA JAEL) por ser el motor y motivo por el cual nos esforzamos; las amo con todo el corazón.

A mis hermanos, sobrinos y aquellos amigos que en tiempo de crepúsculo, fueron albor en mi vida, y contribuyeron en mi formación, los quiero profusamente.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la institución y personas que han contribuido en la ejecución de la presente tesis:

- *A la Universidad Nacional de Ucayali por facilitarme sus equipos de laboratorio, en especial a los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por su esmerada labor y, a quienes valoro, respeto, y guardo una profunda gratitud y reconocimiento.*
- *Al Ing. Antonio López Ucarieque MSc., asesor de la presente tesis, por sus consejos y constante orientación.*
- *Al Ing. Edgardo Miranda Ruiz MSc., co-asesor de la presente tesis, por su apoyo desinteresado, relacionado con las recomendaciones profesionales y en el desarrollo del presente trabajo de investigación.*
- *Al Ing. Edwin Miranda Ruiz MSC. por su apoyo en las recomendaciones profesionales en el desarrollo del presente trabajo de investigación.*
- *Al señor Pablo Antonio Daza Yalico, propietario del fundo "Daza", por cedernos un espacio de su terreno para realizar el trabajo de investigación.*
- *A todas las personas que de una u otra forma aportaron en la realización y ejecución del presente trabajo de tesis.*

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE GRÁFICOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	4
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Generalidades del cultivo.....	5
2.2 Origen y distribución geográfica.....	6
2.3 Clasificación taxonómica.....	8
2.4 Descripción morfológica.....	9
2.5 Requerimientos agroecológicos.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1 Ubicación del experimento.....	30
3.2 Materiales.....	31
3.2.1 Material genético.....	31
3.2.2 Fertilizantes.....	31
3.2.3 Herramientas y equipos.....	31
3.3 Componentes de estudio.....	32
3.3.1 De las dosis de fertilizantes.....	32

3.3.2 De fertilización.....	33
3.4 Duración del experimento.....	33
3.5 Antecedentes del terreno.....	33
3.6 Características de clima y suelo.....	33
3.7 Metodología.....	34
3.7.1 Elaboración de actividades.....	34
3.7.2 Fertilizantes y manejo de la investigación.....	34
3.7.3 Muestreo de suelo y calicata.....	35
3.7.4 De la aplicación de los tratamientos.....	35
3.8 Variables a evaluar en plantación.....	36
3.9 Diseño estadístico.....	38
IV. RESULTADOS.....	42
4.1 Altura de planta.....	42
4.2 Altura de tronco.....	44
4.3 Área foliar.....	46
4.4 Del análisis de suelo y calicata.....	48
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	52
VII. RECOMENDACIONES.....	53
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	54
IX. ICONOGRAFÍAS.....	57
X. ANEXO.....	64

LISTA DE CUADROS

En el texto	Pág.
Cuadro 1 Limitaciones e impacto en los costos adicionales.....	23
Cuadro 2 Programa de fertilización de vivero.....	25
Cuadro 3 Programa orientativo de fertilización para cultivos jóvenes.....	26
Cuadro 4 Programa orientativo de fertilización para cultivos jóvenes.....	26
Cuadro 5 Programa orientativo de fertilización para cultivos jóvenes.....	27
Cuadro 6 Niveles críticos de nutrientes en hojas.....	28
Cuadro 7 Recomendaciones de fertilizantes para palma.....	29
Cuadro 8 Dosis de fertilizantes utilizado en la plantación de palma aceitera.....	32
Cuadro 9 Esquema del análisis de variancia.....	38
Cuadro 10 Resultados de los análisis de suelo por cada tratamiento comparado con el tratamiento testigo.....	48
Cuadro 11 Resultado de la evaluación de las variables según cada tratamiento.....	64
Cuadro 12 Análisis de variancia para la variable altura de planta.....	69
Cuadro 13 Análisis con la prueba de Duncan para la variable altura de planta.....	69
Cuadro 14 Análisis de variancia para la variable altura de tronco.....	70
Cuadro 15 Análisis con la prueba de Duncan para la variable altura de tronco.....	70
Cuadro 16 Análisis de variancia para la variable área foliar.....	71
Cuadro 17 Análisis con la prueba de Duncan para la variable área foliar	71

Cuadro 18 Dosis de fertilización según producto comercial en kilogramos por hectárea.....	72
Cuadro 19 Dosis de fertilización según elemento químico en kilogramos por hectárea.....	72
Cuadro 20 Formato para la obtención de datos de las variable en campo.....	73

LISTA DE GRÁFICOS

En el texto	Pág.
GRÁFICOS	
Gráfico 1 Croquis de ubicación de la parcela.....	30
Gráfico 2 Distribución de los tratamientos.....	40
Gráfico 3 Altura de planta.....	43
Gráfico 4 Altura de planta (cm) al inicio y final del ensayo.....	43
Gráfico 5 Altura de tronco.....	45
Gráfico 6 Altura de tronco (cm) al inicio y final del ensayo.....	45
Gráfico 7 Área foliar.....	47
Gráfico 8 Área foliar (m ²) al inicio y final del ensayo.....	47
ICONOGRAFÍAS	
Foto 1 Ubicación de la parcela.....	57
Foto 2 Delimitación del área de experimento.....	57
Foto 3 Preparación de los fertilizantes.....	58
Foto 4 Dosis según cada tratamiento.....	58
Foto 5 Aplicación de las dosis a cada tratamiento.....	59
Foto 6 Evaluación de los parámetros.....	59
Foto 7 Muestreo de suelos.....	60
Foto 8 Calicata construida.....	60
Foto 9 Tratamiento 1.....	61
Foto 10 Tratamiento 4.....	61
Foto 11 Tratamiento 3.....	62
Foto 12 Visita de los jurados a la parcela experimental.....	62
Foto 13 Evaluación de una parcela tradicional.....	63

**“EFECTO DE TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON NPK EN UNA
PLANTACIÓN ESTABLECIDA DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis*,
Jacq)” EN AGUAYTÍA.**

RESUMEN

La presente tesis se instaló en los terrenos del Fundo “DAZA”, caserío Pampa Hermosa – Km 170 margen izquierdo de la C.F. Basadre de la vía Pucallpa – Lima, provincia y distrito de Padre Abad – Ucayali, geográficamente ubicado en las coordenadas UTM 433595 – 8997414, a una altitud de 360 msnm, iniciándose en noviembre del 2 013 y culminando en octubre del 2 014. La temperatura media promedio durante el periodo experimental fue de 26,5°C, la precipitación promedio total fue de 3 800,0mm, un promedio de humedad relativa del 88,0 % (Fuente: Estación meteorológica SENASA – UNU); el suelo tiene una textura franca, con un pH ligeramente ácido y con un contenido de materia orgánica medio. Las plantas seleccionadas para este experimento fueron determinados bajo la siguiente metodología: Se ubicó una plantación de 5 hectáreas de palma aceitera de 8 meses de siembra en campo definitivo, dentro de dicha plantación se seleccionaron en la parte central 144 plantas de palma aceitera de las 5 hectáreas, considerando las plantas laterales como efecto de borde, se distribuyó en tres bloques: I, II y III, cuatro tratamientos: T1, T2, T3 y T4 distribuidos en forma randomizado o al azar en cada bloque, separados de una hilera de plantas entre cada bloque y cada tratamiento, siendo el tratamiento cuatro (T4) el testigo, en cada tratamiento se evaluaron 5 plantas las cuales fueron identificadas para su evaluación calendarizada.

El distanciamiento existente entre plantas seleccionadas fue de 9m x 9m bajo el sistema tresbolillo, haciendo un total de 144 plantas para su evaluación, sobre las variables se midió la altura de planta, altura de tronco y área foliar. Se logró determinar que el tratamiento de fertilización aplicada a las plantas de los tratamientos 3 son las más adecuadas en esta primera fase de investigación.

Palabras claves: fertilización, niveles, palma aceitera, plantación, establecimiento.

**"EFFECT OF THREE LEVELS OF NPK FERTILIZATION IN A NEWLY
ESTABLISHED OIL PALM PLANTATION (*Elaeis guineensis*, Jacq)" IN
AGUAYTÍA.**

ABSTRACT

This thesis was installed in the grounds of the Fundo " DAZA " village Beautiful Pampa - 170 Km left side of the CF Basadre of Pucallpa route - Lima province and Padre Abad district - Ucayali, geographically located at UTM coordinates 433595 - 8997414, at an altitude of 360 meters, starting in november 2 013 and ending in october 2 014. The average mean temperature during the experimental period was 26,5 ° C, the total average rainfall was 3 800,0mm, an average relative humidity of 88,0 % (Source: SENASA meteorologist Station - UNU); the soil has a loamy texture, pH slightly acid medium containing organic matter. Selected for this experiment plants were determined under the following methodology: a plantation of 5 hectares of oil palm 8 months of planting final field within the plantation was located 144 oil palm plants were selected in the central part of the 5 hectares, considering the side effect edge plants are distributed in : three blocks I, II and III, four treatments: T1, T2, T3 and T4 distributed in a randomized way within each block separated from a plant row between each block and each treatment, the being treatment four (T4) the witness , in each treatment 5 plants were identified for calenderized evaluation. The density between selected plants were 9m x9m under the staggered system for a total of 144 plants selected for evaluation variables on plant height, stem diameter, number of leaves and leaf area It was determined that the treatment fertilization applied to plants in treatments 3 are the most appropriate in this first phase of research. **Key words: fertilization, levels, oil palm, plantation, establishment.**

I. INTRODUCCION

A nivel mundial, dentro de las plantas oleaginosas, la palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq), es la de mayor rendimiento en toneladas métricas (tm) de aceite por hectárea (ha), esta planta es conocida también como palma africana y en los últimos 80 años su cultivo se ha expandido en los trópicos húmedos del Asia Sur Oriental y América del Sur.

En la década de los 90, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo-UNOPS, inicia un proyecto en la zona de Neshuya, distrito de Coronel Portillo, región Ucayali, con pequeños agricultores, a razón de 5 ha por familia, logrando instalar 1 350,00 hectáreas y una planta extractora de 6 tm/RFF/hora. Posteriormente siguiendo el mismo modelo de Neshuya, la UNOPS, inició un nuevo proyecto con pequeños productores en la zona de Shambillo, distrito y provincia de Padre Abad, región Ucayali, instalando 1 000,00 hectáreas y una planta extractora de aceite de 6 tm/RFF/ hora.

El cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq), ha demostrado ser una alternativa para generar ingresos y empleos permanentes a nivel de: pequeños productores, que con 5 hectáreas cultivadas por familia puede aliviar su condición de pobreza. La palma aceitera tiene rendimientos que oscilan de 12 a 20 toneladas métricas de racimo de fruta fresca /hectárea /año (dependiendo del manejo adecuado del cultivo), que al precio actual promedio de racimo de fruta fresca que es de US \$ 130 por tonelada métrica, permite ingresos brutos alrededor de 3 000 dólares/hectárea /año, tiene una rentabilidad elevada con utilidades de US \$ 1 500 dólares por hectárea/año y bajos costos de producción. El costo de

una hectárea, desde la instalación hasta los 4 años, es en promedio US \$ 2 500 y produce racimo de fruta fresca aproximadamente 25 años.

En la provincia de Padre Abad, se encuentra la Asociación de Palmicultores de Shambillo "ASPASH", que está formada por 13 comités de base y cuenta con 1 600 hectáreas de palma aceitera en producción y 1 000 hectáreas en crecimiento. Tiene una producción promedio de **11,5** tm RFF/ha/año y la producción de RFF le vende a la planta extractora de aceite Oleaginosas Padre Abad SA - OLPASA, la misma que se encuentra ubicada en la carretera Federico Basadre km 178, que viene procesando 11 tm de RFF/hora que corresponde al 52% de su capacidad instalada. La planta está diseñada para incrementar su capacidad de proceso de producción a 18 tm RFF/hora. En la Provincia de Coronel Portillo, distrito de Campo Verde existen 18 caseríos productores de palma, en el distrito de Nueva Requena 14 caseríos. A su vez en la provincia de Padre Abad en el distrito de Padre Abad existen 12 caseríos que se dedican al cultivo de la palma, en los distritos de Irazola 15 caseríos y en Curimaná 19 caseríos. Estos caseríos tienen las mayores zonas productoras de palma aceitera.

En Ucayali existen 10 035 ha de palma aceitera en producción (56,39%) y 7 759,6 ha en crecimiento (43,61%), siendo el rendimiento promedio regional de **11,60** tm RFF/hectárea/año. (DGCA – MINAG, 2 012)

Actualmente las áreas instaladas de palma aceitera superan las 24 mil hectáreas de plantaciones en diferentes fases y desarrollos de procesos fenológicos (instalaciones nuevas, en crecimiento, cosechas), cada plantación instalada en campo definitivo, cuenta con un programa de fertilización con NPK, el cual es adoptado por el agricultor muchas veces

sin ningún criterio técnico (DGCA – MINAG, 2 012), en virtud a ello proyectamos realizar este importante trabajo de investigación para determinar los niveles de fertilización con NPK en plantaciones de palma aceitera instaladas en suelos pobres en fertilidad y con bajo contenido de materia orgánica. Por tanto, el manejo nutricional es de importancia primordial y para lograrlo se necesita una acertada apreciación del estado nutricional de la plantación y de los principales componentes de éste en un complejo clima – suelo – planta. Por lo que se plantea los siguientes objetivos:

Objetivos

General

- Determinar el efecto de diferentes niveles de NPK sobre el crecimiento de palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq) en una plantación recién establecida.

Específicos.

- Evaluar el incremento en altura de planta, altura de tronco y área foliar en plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq) fertilizadas con NPK.

Hipótesis

H_a : La aplicación de al menos una dosis de NPK muestra efecto sobre el incremento de las variables morfológicas en plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq) recién establecidas.

H_0 : La aplicación de las dosis de NPK no muestra efecto sobre el incremento de las variables morfológicas en plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq) recién establecidas.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO.

La palma africana de aceite, también llamada “palma aceitera” ó “palma africana”, es el cultivo oleaginoso que mayor cantidad de aceite produce por hectárea; puede rendir de 3 a 5 tm de aceite crudo de palma por hectárea y de 600 a 1 000 kg. de aceite de palmiste; su rendimiento es 10 veces superior a la soya y con materiales genéticos actuales se puede obtener mayor rendimiento; su producción inicia a los 3 años de sembrado, produce comercialmente durante 25 años. Sus mejores producciones se dan entre los 8 a 10 años, para luego estabilizarse. El cultivo de la palma aceitera en el Perú, se inicia en la década 1 960 - 70, promocionado por el estado, a través del Ministerio de Agricultura - Proyecto de Colonización, Tingo María-Tocache-Campanilla. El Proyecto estableció una plantación piloto de 200 hectáreas, en la localidad de Tananta, distrito y provincia de Tocache, departamento de San Martín. La palma aceitera se adaptó muy bien a las condiciones de clima y suelos de la zona, con esta experiencia positiva, se ampliaron las superficies cultivadas. (DGCA – MINAG, 2 012)

En la provincia de Padre Abad, se encuentra la Asociación de Palmicultores de Shambillo “ASPASH”, que está formada por 13 comités de base y cuenta con 1 600,00 hectáreas de palma aceitera en producción y 1 000,00 hectáreas en crecimiento. Tiene una producción promedio de 11,5 tm RFF/ha/año y la producción de RFF le vende a la planta extractora de aceite Oleaginosas Padre Abad S.A. - OLPASA, la misma que se encuentra ubicada en la carretera Federico Basadre km 178, que viene procesando 11 tm de

RFF/hora que corresponde al 52% de su capacidad instalada. La planta está diseñada para incrementar su capacidad de proceso de producción a 18 tm RFF/hora. En Ucayali existen 10 035 ha de palma aceitera en producción (56,39%) y 7 759,6 ha en crecimiento (43,61%), siendo el rendimiento promedio regional de **11,60** tm RFF/hectárea/año. (MINAG, DGCA 2 012)

2.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.

Origen y expansión

La palma aceitera tiene su origen en África Occidental, lo cual se ha comprobado por evidencias bibliográficas y aún fósiles. Es así como más concretamente, su origen se ha atribuido a la zona ubicada en las costas del Golfo de Guinea, desde donde llegó a América a través de los viajes en los que fueron traídos muchos esclavos a este continente. Los frutos de la palma formaban parte de la dieta alimenticia de muchos pobladores de la franja tropical africana y al llegar a suelo americano, traían consigo frutos que posteriormente dieron origen a las primeras poblaciones de palma, tal como sucedió en San Salvador, Brasil, que al parecer fue el primer centro de adaptación y propagación espontánea de la palma. (Borrero, 2 012)

La palma aceitera en el Perú

El Perú es un país deficitario en la producción de aceites y grasas, por lo que para satisfacer la demanda es necesario la importación de otros países productores. La “palma aceitera” surge como gran alternativa para cubrir esta demanda por los siguientes puntos:

- Tiene el más alto rendimiento de aceite por unidad de área (4 – 7 tm aceite/ha).
- Es altamente rentable.
- Existe en el país áreas con gran potencial para el cultivo.

La situación actual del mercado nos conlleva a dejar la dependencia de aceites y grasas, para convertirnos en un país que satisfaga sus necesidades, así como iniciar un trabajo sostenido que nos permita alcanzar la demanda mundial de biocombustibles, como alternativa a otros mercados. Es importante mencionar que el mercado de aceites y grasas comestibles en el Perú produjo en 1 999 alrededor de 239 334 toneladas. Esta producción ha ido en aumento en la última década, creciendo a una tasa promedio de 3% al año. En este sector, se distinguen dos grandes categorías de productos: los aceites, que pueden ser de origen vegetal o compuestos, y las grasas entre las que se distinguen las mantecas y las margarinas.

Los aceites vegetales son elaborados a base de soya, de pepa de algodón, de maíz, de girasol, de palma, entre otros; mientras que los aceites compuestos son mezcla de aceites vegetales con aceites de pescado, lo cual los hace más económicos, aunque tienen mayor contenido de colesterol.

En la categoría de las grasas se distinguen las mantecas, orientadas al consumidor industrial y las margarinas orientadas directamente al público consumidor.

La palma aceitera es uno de los productos alternativos que también DEVIDA impulsa como sustituto de la hoja de coca en la Amazonía peruana. También, es un elemento ecológico de primer orden, pues facilita la reforestación

ordenada de áreas devastadas por el narcotráfico, la tala ilegal y la recuperación de pastizales abandonados.

La hectárea de palma produce de 25 a 30 toneladas de racimos de fruta fresca (RFF) y requiere de una inversión de dos mil quinientos a tres mil dólares. La recuperación del monto se inicia al tercer año y para el quinto la inversión está prácticamente recuperada. La palma aceitera permite obtener subproductos atractivos en los mercados: el aceite puro de palma y el palmiste. Del primer producto se tiene del 16 a 24% de extracción por hectárea y 3,5% en el caso del palmiste, insumo especial que sirve para la elaboración de aceites especiales utilizados por la industria cosmética.

A las ventajas mencionadas se suma el interés de los inversionistas peruanos por lo que la palma aceitera representa para la producción de biocombustibles o biodiesel. Es importante destacar que los biocombustibles son una mejor alternativa en vista a buscar fuentes de energías sustitutivas que sirvan de transición hacia una nueva tecnología. En tal sentido, la situación de la palmicultura en el Perú es emergente por muchas razones, constituyéndose en un pilar de desarrollo económico en zonas donde antes reinaba la violencia y desesperanza. (MINAG, DGCA – 2 012).

2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Umaña (2 004) menciona que la palabra “Elaeis” proviene del griego Eleia = Olivo, y por proceder de la palabra Guinea= guineensis, que hace referencia a la característica de producir aceite. Nombre común o vulgar: Palmera del aceite, Palma de aceite, Palma aceitera, Palma Aceitera de aceite, Corozo de Guinea, Palma aceitera oleaginosa, Palmera Aceitera, Palmera de Guinea.

División	: Fanerógamas
Tipo	: Angiosperma
Clase	: Monocotiledónea
Orden	: Palmales
Familia	: Palmaceae
Tribu	: Coccoinea
Género	: <i>Elaeis</i> (guineensis y oleífera)
Especie	: guineensis
Nombre científico	: <i>Elaeis guineensis</i>

2.4 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.

2.4.1 Tallo

El tallo o tronco de la palma aceitera se desarrolla en tres a cuatro años, una vez que ha tenido lugar la mayor parte del crecimiento horizontal del sistema radicular. Luego de sembrada la palma en campo definitivo se inicia la formación de un órgano voluminoso en la base del tallo que es el bulbo, que origina el ensanchamiento en la base del tronco y sirve de asiento a la columna del tallo. Al otro

extremo del bulbo, en el ápice del tallo se encuentra la yema vegetativa o meristemo apical, que es el punto de crecimiento del tallo, de forma cónica enclavada en la corona de la palma, protegido por el tejido tierno de las hojas jóvenes que emergen de él en número de 45 a 50. Las bases de inserción de los pecíolos que permanecen vivos por largo tiempo, forman gruesas escamas que dan al árbol su aspecto característico, al morir éstas, caen dejando al tallo desnudo con un color oscuro, liso y adelgazado, cosa que puede apreciarse en plantas muy viejas (Raygada, 2 005).

2.4.2 Hojas

En una planta adulta, el tallo está coronado por un penacho de hojas con una longitud entre 5 y 8 metros y un peso de 5 a 8 kilos cada una. Aparenta ser una hoja compuesta, aunque en realidad es una hoja pinnada, (con folíolos dispuestos como pluma, a cada lado del pecíolo) y consta de dos partes: el raquis y el pecíolo. A uno y otro lado del raquis existen de 100 a 160 pares de folíolos dispuestos en diferentes planos, correspondiendo el tercio central de la hoja a los más largos (1,20 m). Esta irregular disposición de los folíolos marca una de las características distintivas de la especie *Elaeis guineensis*. El pecíolo muy sólido en su base y provisto de espinas en los bordes, las que se transforman en folíolos rudimentarios en la medida en que se alejan del tallo, presenta una sección transversal asimétrica, con tendencia triangular o de letra "D" y en tanto se proyecta hacia el raquis se va adelgazando, manteniendo siempre muy sólida la nervadura central. El

desarrollo de una hoja, desde su estado rudimentario en la yema vegetativa del que sale en 24 meses a un escaso crecimiento, le sigue una siguiente etapa que es de rápido crecimiento, que de pocos centímetros la hoja pasará en 5 meses a una longitud de 5 a 6 metros que es conocida como flecha, que lleva dentro de sí al raquis y los folíolos en estrecha envoltura. En una tercera y final etapa, tiene lugar la apertura definitiva de la hoja adulta. Es importante conocer cómo se cuentan las hojas, puesto que a cada una de ellas corresponde un número a partir de la flecha que es la número "0", la última en abrirse fue la número 1 y, en la medida en que se van abriendo, la numeración avanza correlativamente, la 1 pasa a ser 2 y la 2 pasa a ser 3 etc. (Raygada, 2 005).

2.4.3 Raíz.

El sistema radical de la palma aceitera es de tipo fasciculado, en forma de cabellera; del bulbo radical salen dos tipos de raíces primarias, unas son verticales y otras adventicias. Las verticales se dividen en cuatro clases: Primarias que pueden tener gran cantidad de agua cuando son nuevas, pueden medir de 6 a 10 milímetros de diámetro y llegar a una longitud de hasta 10 metros. Estas raíces son de dos tipos: a) Raíces primarias verticales descendentes, son de número reducido, tienen como función la de anclar a la planta en el suelo; y, b) Raíces primarias radiales, que generalmente son horizontales y dan origen la mayoría de raíces. Las raíces primarias dan origen a las secundarias, estas tienen un diámetro de 1 a 4 milímetros de longitud de hasta 2 metros; de estas raíces se originan las terciarias, que miden de 0,5 a 1,5 milímetros de

diámetro y alcanzan aproximadamente 10 centímetros de longitud; así mismo, estas raíces dan origen a las cuaternarias, que tienen un diámetro de 0,2 a 0,5 milímetros y llegan a alcanzar hasta 3 centímetros de longitud. Estas raíces no poseen pelos absorbentes y no son lignificadas. La mayor parte de estas raíces se localizan en los primeros 30 a 40 centímetros de profundidad del suelo, especialmente las raíces terciarias y cuaternarias (Revelo, 2 002).

2.5 REQUERIMIENTOS AGRO ECOLÓGICOS.

Las características de las zonas en las cuales la palma alcanza niveles altos de producción siempre coinciden con altas temperaturas ambientales, adecuado suministro de agua, suficiente luz y radiación solar. Es deseable que tales condiciones sean estables a lo largo del año y de todo el proceso productivo. Entre las características medio ambientales bajo las cuales se desarrolla la palma aceitera, podemos citar, que requiere de un clima propio o característico del trópico húmedo. El grado de rusticidad de la palma aceitera, permite su adaptación a una amplia gama de condiciones agroecológicas con diversidad de suelos, dentro del marco ambiental del trópico húmedo. (Loli, 2 012)

El manejo agrícola e industrial de la palma africana es sencillo. Es un cultivo de alta rentabilidad y es una buena opción para las tierras bajas en las regiones tropicales. Las hojas se cortan a menudo para que no impidan el desarrollo de los racimos. Producción 12 – 14 racimos por año de 20 a 30 kilogramos cada uno. Comienza a producir y a cubrir gastos por costos desde

los 18 y 24 meses. Es económicamente viable por 25 años. El rendimiento de aceite promedio en Nicaragua anda entre 3,5 – 3,8 toneladas por hectáreas por año de aceite, pero mejorando las condiciones tecnológicas y la capacidad de los productores el rendimiento puede elevarse a 5,5 a 6,0 toneladas de aceite crudo por hectárea al año. (IICA, 2 006)

➤ **Clima**

La temperatura media anual apta para palma de aceite puede oscilar entre 20 y 32 grados centígrados (Paramanathan, 2 003). La temperatura media mensual es considerada de 28 (23 a 28) grados centígrados la misma que resulta óptima para la palma. El crecimiento de las palmas jóvenes se inhibe por completo a 15 grados centígrados, mientras que el crecimiento a 25 grados centígrados es 7 veces más rápido que a 20 grados y 3 veces más rápido que a 17,5 grados centígrados (Corley, Tinkes, 2 003)

Temperaturas mensuales de 25 a 28 °C en promedio son favorables, si la temperatura media mínima no es inferior a 21 °C. Temperaturas de 15 °C detienen el crecimiento de las plántulas de vivero y disminuyen el rendimiento de las palmas adultas.

➤ **Precipitación**

Como rangos óptimo se tiene 1 700 – 2 000 mm al año, con un promedio de 150 mm al mes, aún cuando algunos autores indican que en ningún caso el déficit de agua anual debe ser menor de 200 mm, es decir importa mucho la distribución de las precipitaciones, pero

durante julio a octubre son requeridas precipitaciones superiores a 400 mm al mes, cuando las precipitaciones son menores a 1 500 mm anuales se deben efectuar riegos complementarios, sobre todo en los meses más secos (IICA, 2 006). La precipitación entre 1 800 y 2 200 mm es óptima, si está bien distribuida en todos los meses. Precipitaciones de 1 500 mm anuales, como promedios mensuales de 150 mm, son también adecuadas.

➤ **Altitud**

De 0 – 3 hasta 500-700 msnm (Borrero, 2 012) Los ecosistemas que presentan máximo potencial productivo de la palma aceitera son las tierras bajas del trópico, con pocos metros sobre el nivel del mar y con pendientes menores al 6%. Humedad relativa: 70 – 90%, aun cuando se indica también que esta debe variar entre 75 – 85% (Raygada, 2 005).

➤ **Suelos**

Las características físicas y químicas del suelo influyen en el desarrollo de la palma de aceite, particularmente en zonas climáticas marginales. Al igual que el cocotero, la palma de aceite es favorecida por suelos profundos, sueltos y con buen drenaje. La palma de aceite resiste niveles bajos de acidez, hasta pH 4. Los suelos demasiado alcalinos le son perjudiciales (IICA, 2 006).

El suelo cumple una importante labor en las explotaciones de palma, sobre todo en aquellas en las que las condiciones climáticas son

marginales, dado que la disponibilidad de nutrientes y agua viene determinada por el estado del suelo (Surre y Ziller, 1969).

Las mejores plantaciones de palma aceitera crecen en suelos en donde no existen impedimentos físicos, químicos o biológicos, para un buen desarrollo del sistema radical.

Varios problemas fitosanitarios de gran importancia en el cultivo se encuentran relacionados con condiciones del suelo que comprometen el desarrollo y mantenimiento de un sistema radical vigoroso (Chinchilla y Duran, 1997). Una aireación pobre en el suelo, y una baja fertilidad que cause en la planta una nutrición desbalanceada comprometen seriamente la calidad y cantidad del sistema radical.

Una aireación pobre en el suelo puede resultar de la combinación de texturas pesadas y baja macroporosidad; de la presencia de texturas contrastantes en el perfil, de la compactación, o de la presencia de un nivel freático poco profundo (menor de un metro de profundidad) o fluctuante. La presencia de estratos gruesos superficiales restringen también el desarrollo radical y debido a su poca capacidad de retención de humedad, exponen a la planta a un estrés mayor durante períodos prolongados de sequía.

a) Características físicas:

Las palmas expresan su mayor potencial cuando el suelo es fértil donde los nutrientes mantienen un buen equilibrio y rico en materia orgánica (Quesada, 2012), con características físicas permiten la

exploración nutritiva e hídrica de las raíces, ya que son muy sensibles a la compactación y a la cohesibilidad de los suelos (Surre y Ziller, 1969). Las características físicas más consideradas son principalmente la textura y el drenaje.

En los suelos ligeros, de textura arenosa a franco-arenosa, se presentan problemas de lavado y lixiviación de nutrientes, por lo que su consistencia es insuficiente para el soporte de la planta. Los suelos pesados, de textura arcillosa, presentan limitaciones para su manejo, por la dificultad para drenarlos y por la facilidad con la que se compactan. Por tanto, los suelos óptimos para el cultivo de la palma aceitera, son suelos profundos con buen drenaje, de textura ligeramente arcillosa, con buen contenido en materia orgánica, topografía de plana a ligeramente ondulada con pendientes inferiores al 2% y con un nivel de fertilidad de medio a alto. (Raygada, 2005).

b) Fisiografía y drenaje:

Requiere de suelos bien drenados que eviten que se lave el terreno y produzcan lixiviación de nutrientes. Por ello son preferibles terrenos con pendientes suaves (hasta el 25%), ya que las grandes pendientes favorecen la erosión por escorrentía y dificultan el manejo del cultivo. Asimismo, es necesario que el suelo tenga un grado adecuado de porosidad para garantizar el drenaje. Por todo esto, los mejores suelos para el cultivo de la palma son aquellos que presentan una buena porosidad y disponibilidad de los nutrientes (Quesada, 2012). Es necesario evitar la formación de horizontes excesivamente

coherentes, ya que el sistema radical es sensible a dicho fenómeno. Por tanto, la palma africana se desarrolla de forma adecuada en medios porosos, con suficiente capacidad de saturación de humedad, que permitan, además de un buen desarrollo radical, soportar cortos períodos de sequía, sin disminuir su producción.

c) Características químicas:

El pH del suelo debe estar comprendido entre 4,5 y 7,5, pero se adapta desde 3,0 a 8,2, aunque bajo condiciones de acidez en general presentan deficiencias de elementos nutritivos, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro, que obligan a un manejo adecuado de la fertilización e imponen la aplicación de enmiendas. Cuando hay una alta acidez en el subsuelo se limita la profundización de las raíces y ocasiona susceptibilidad en las plantas a períodos prolongados de déficit hídrico. La cantidad de calcio intercambiable puede producir problemas de absorción de cationes. (Quesada, 1 997), así niveles altos de calcio intercambiables puede ocasionar problemas en la absorción de cationes, por efecto de interacciones.

➤ Principales deficiencias nutricionales en palma aceitera

Nitrógeno

Su deficiencia es rápidamente conocida en palmas jóvenes por el desarrollo de un color amarillo pálido en todo el follaje, iniciándose comúnmente a partir de las hojas inferiores. Sin embargo en áreas mal drenadas, y en donde existe competencias por este elemento con algunas gramíneas, las hojas superiores pueden presentar un mayor grado de amarillamiento que las inferiores. También se observan deficiencias de este elemento en suelos de textura arenosa, en donde se produce su pérdida por lavado (Begazo, 2 000). La deficiencia de nitrógeno puede ser corregida con diversos abonos, el Cloruro de Amonio, Sulfato de Amonio, Nitrato de Amonio, Urea, etc. Siempre será preferible escoger el Cloruro de Amonio por la sencilla razón que aporta el elemento Cloro que es muy deficiente en la cuenca de la amazonía en general. (Hernández, 1 996)

Fósforo

La palma de aceite como todas las plantas necesita fosforo, elemento indispensable para las reacciones que rigen la síntesis de las proteínas. (Hernández, 1 996). Normalmente no se observan síntomas fácilmente de esta deficiencia. El crecimiento en general es menor, notándose una reducción en el largo de las hojas y el diámetro del tronco, que puede tomar una apariencia de lápiz. Algunas malezas asociadas al cultivo (particularmente gramíneas), pueden desarrollar una coloración púrpura en el follaje de mayor edad. Una mala nutrición nitrogenada provoca un bajo

contenido de fósforo en las hojas. Las deficiencias de Fósforo pueden ser corregidas con superfosfato triple, superfosfato simple, fosfatos simples (Bayovar, Roca Fosfórica), etc. (Hernández, 1 996)

Potasio

El potasio es el nutriente más importante en la producción de aceite de palma. Por lo tanto, no se puede lograr una alta producción de aceite sin la adecuada cantidad de potasio. El potasio es esencial para una gran variedad de procesos dentro de la fisiología vegetal:

- Juega un rol importante en la conversión de la luz solar en energía bioquímica durante el proceso de fotosíntesis
- Acelera el flujo de asimilados desde las hojas hacia otros órganos de la planta (por ejemplo los racimos de fruta fresca)
- Promueve el almacenaje de asimilados como resultado de una mayor producción y una mejora en la tras locación de los carbohidratos.
- Incrementa la eficiencia en el uso del nitrógeno a través de una conversión más rápida del nitrógeno en proteínas. Plantas bien nutridas con potasio pueden utilizar de manera más eficiente la humedad del suelo que las plantas con deficiencia de K.

La deficiencia de Potasio se corrige con cloruro de potasio, nitrato de potasio, sulfato de potasio y magnesio. (Hernández, 1 996)

Magnesio

El Magnesio es un componente esencial de la Clorofila y desempeña un papel muy importante en la fisiología de la planta. Cumple las diversas funciones en el metabolismo de la palma aceitera:

- Es el átomo central de la molécula de clorofila, el pigmento verde de las hojas, que captura la energía del sol necesaria para la fotosíntesis.
- Está involucrado en la reacción de la carboxilasa de la fotosíntesis, al ser parte de una coenzima que fija el CO_2 .
- Es necesario en todos los procesos que requieren energía, como por ejemplo la síntesis de almidón, proteínas y vitaminas.
- Acelera el transporte de asimilados hacia las hojas y racimos de fruta, y se necesita en varias enzimas relacionadas con la producción de ácidos grasos y en la biosíntesis de aceites.

Los síntomas visuales de deficiencia aparecen por lo general en las plantas jóvenes, pero pueden observarse en las plantas adultas en ciertas condiciones de suelo y clima. La deficiencia de Magnesio es corregida con sulfato de magnesio, kieserita, sulfato doble de potasio y magnesio, dolomita, cloruro de magnesio. Este último abono es el más recomendable pero su uso es difícil y su importación es onerosa. En los suelos de baja capacidad de intercambio es especialmente importante procurar mantener un equilibrio correcto entre potasio y magnesio. (Hernández, 1 996)

Boro

El boro es el micronutriente más importante en la nutrición de la palma aceitera y tiene varias funciones en procesos fisiológicos:

- Es esencial para la elongación radical, la formación de carbohidratos y de la pared celular.
- Participa en la formación de proteínas y en la regulación de la síntesis de ácidos nucleicos.
- Activa la producción de sacarosa y el transporte hacia otros órganos.

Azufre

El azufre es uno de los seis macro nutrientes y es absorbido usualmente por las plantas en una cantidad similar al fósforo y magnesio. El contenido total de azufre en plantas varía de 0,2 % y 0,5 % de la materia seca. El azufre está involucrado en muchos procesos metabólicos como por ejemplo:

- Se necesita para la fotosíntesis, producción de almidón y azúcar.
- Es constituyente de dos aminoácidos los cuales son necesarios para la producción de proteínas.
- Incrementa el uso eficiente del nitrógeno por parte de las raíces.

❖ Fertilización

La fertilización es la práctica por la cual se trata de devolver al suelo los nutrientes que son extraídos por las cosechas, es decir que esta labor está en función de las características del cultivo y del suelo que van a influir en la eficiencia de los fertilizantes aplicados. La palma africana es una planta con elevado potencial de producción y es debido a su alta productividad que se genera grandes volúmenes de biomasa en forma de hojas, inflorescencias, racimos, raíces y desarrollo del estipe. Esta producción de biomasa y del producto comercial demanda una gran cantidad de nutrientes, por lo que la práctica de la fertilización es determinante. Los nutrientes pueden provenir del suelo, el que es considerado como un reservorio de nutrientes, de la fijación biológica por efecto de la cobertura (kudzu), de la materia orgánica o biomasa incorporada por efecto de la cobertura empleada en el cultivo, por la aplicación de fertilizantes. En definitiva, los objetivos que se persiguen con la fertilización son el suministro de nutrientes para promover el desarrollo vegetativo y la resistencia a plagas y enfermedades y el reemplazamiento de los nutrientes exportados por los racimos en la cosecha. Observar las características que estos presentan y la forma que podrían afectar la fertilización, para este efecto el muestreo de suelos es determinante (Loli, 2 012)

Cuadro N° 1. Limitaciones e impacto en los costos adicionales.

Limitaciones	Impacto o Fuente de Costos Adicionales
Suelo superficial	Poca reserva de nutrientes
	Poco desarrollo de raíces
	Mayor costo de preparación y fertilización
	Cuidados en la preparación del terreno
Suelo muy arenoso	Poca reserva de nutrientes
	Mayor frecuencia de fertilización
	Poca retención de agua
Suelo muy arcilloso	Mayores costos de drenaje
	Mayores costos de labranza.- Subsulado
Bajo contenido de nutrientes	Mayores costos de fertilización
	Mayor costo de siembra
Pendiente pronunciada	Mayor costo de cosecha
	Mayor costo de mantenimiento general
	Mayores costos de drenaje
Exceso de precipitación	Limitaciones para la fertilización
	Limitaciones para operaciones de campo

Fuente: Guía técnica "Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de palma aceitera", 2 012

➤ Fertilización en viveros

La plántula durante el primer mes de crecimiento se nutre de las reservas contenidas en las semillas, al agotarse éstas es necesario

suministrarle los nutrientes mediante la puesta en práctica de un programa de fertilización que satisfaga las necesidades en forma apropiada el desarrollo de la planta. Debido a la escasa movilización del fósforo (P), es recomendable mezclarlo con la tierra de la bolsa antes de la siembra de la semilla a fin de darle disponibilidad en la zona radicular. Durante los dos primeros meses de edad, la fertilización de las plántulas será foliar, a base de úrea diluida, las aplicaciones se iniciarán a partir de que las plántulas muestren su primera hoja, hasta que la solución escurra por las hojas; inmediatamente después se debe aplicar agua pura sobre las plántulas con una regadera de mano. La cantidad de fertilizantes a aplicar depende de las expectativas de rendimiento, la fertilidad y las características físicas del suelo. El programa de fertilización se fundamenta principalmente en los resultados de experimentos de campo. Sin embargo, los resultados de los análisis de suelo y foliares y la experiencia de cultivo en un área en particular, son indicadores esenciales para su elaboración. (IICA, 2006).

Cuadro N° 2. Programa de fertilización de vivero.

Meses de plantones	Fertilizantes g/planta			
	Urea	SPT	KCl	Kieserita
1 a 1,5	250	-	-	-
2	350	-	-	-
2,5	350	-	-	-
3	2.5	5	-	-
4	5	5	-	-
5	5	5	-	10
6	10	10	-	-
7	10	10	5	-
8	10	10	5	30
9	25	10	5	25
10	25	10	5	-

En 200 litros de agua - Aplicación para 500 plantas. Fuente IICA, 2 006

➤ Fertilización en plantaciones jóvenes

La fertilización en palma joven debe fraccionarse tanto como sea posible. El número de ciclos por año no debe ser inferior a tres, y de ser posible es aconsejable realizar ciclos cada dos meses durante el primer año en el campo. La cantidad de fertilizante que debe aplicarse

durante el segundo y tercer año excede en mucho lo que la planta dedica a la producción de racimos. La fertilización temprana permite que la planta acumule reservas en el tronco y el follaje, que son esenciales para garantizar una producción alta y sostenida en el futuro.

(IICA, 2 006)

Cuadro N° 3. Programa orientativo de fertilización para cultivos jóvenes en g/planta (IICA, 2 006)

	Urea	Cloruro de potasio	Superfosfato triple
1ra dosis	100	75	200
2da dosis	100	75	-
Total	200	150	200

Cuadro N° 4. Programa orientativo de fertilización para cultivos jóvenes en g/planta (IICA, 2 006)

	Urea	Cloruro de potasio	Superfosfato triple	Sulfato hidratado de magnesio	Sal	Boro
1ra dosis	300	200	-	250	-	15
2da dosis	400	300	400	-	300	20
Total	700	500	400	250	300	35

Cuadro N° 5. Programa orientativo de fertilización para cultivos jóvenes en g/planta (IICA, 2 006)

	Urea	Cloruro de potasio	Superfosfato triple	Sulfato hidratado de magnesio	Sal	Boro
1ra dosis	500	300	-	400	500	20
2da dosis	750	400	500	-	-	25
Total	1250	700	500	400	500	45

En palma joven, el fertilizante se aplica sobre una banda o anillo alrededor de la base de las palmas. Esta banda aumenta en grosor y se aleja de la base conforme la planta crece. En palma adulta, es preferible distribuir el fertilizante sobre toda el área, aunque también se le puede colocar sobre una banda a lo largo de las hileras de palma sobre los montones de hojas (Apile) y los círculos. (IICA, 2 006).

➤ Fertilización en plantaciones adultas

En palmas adultas durante el período productivo máximo (Aprox. 6-15 años) se recomiendan tres o cuatro ciclos de fertilización al año. A partir del tercer año, el abonado se programa de acuerdo con los resultados de los análisis foliares, considerando la tasa de exportación de nutrientes en los racimos y la expectativa de producción. La demanda de todos los nutrientes se incrementa fuertemente entre el segundo y el quinto año después de la siembra en el campo, y se

mantiene más o menos estable hasta el séptimo u octavo año (Begazo, 2 000).

El programa de fertilización debe diseñarse tomando en cuenta el análisis químico del suelo, el análisis foliar, los niveles de rendimiento y la edad de las palmas (IICA, 2 006). Los niveles críticos de diferentes elementos en las hojas 9 y 17, expresados en porcentaje de materia se exponen en el Cuadro 6.

Cuadro N° 6. Niveles críticos de nutrientes en hojas (%) (IICA, 2 006)

Hoja	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	calcio	magnesio
9	2,70	0,160	1,250	0,500	0,230
17	2,50	0,150	1,000	0,600	0,240

Los niveles críticos por debajo de estos porcentajes se consideran deficiencias. Para la aplicación de fertilizantes, debe tenerse en cuenta que el mayor porcentaje de raíces absorbentes se encuentra a unos 25 cm de profundidad, y que las raíces se extienden en la misma forma que su follaje o corona. La aplicación de los fertilizantes se hace en círculos de 0,50 m de radio en palmas al año del trasplante, de 1,50 m a los dos años, y de 2,00 m a los 3 años. El círculo se agranda en 0,50 m cada año. La aplicación de fertilizante debe de estar acorde las condiciones específicas de cada finca, considerando el análisis de

suelo y follaje. En último caso aplicar las cantidades expuestas en el Cuadro 7 que son una guía general (IICA, 2 006).

Cuadro N° 7. Recomendaciones de fertilizante para palma. (IICA, 2006)

Fuente	Plantas jóvenes Kg/palma				Palmas adultas	
	Años					
	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	kg/palma/año	
Urea	0,5	1,0	1,5	2,0	2,0	En 3 aplicaciones
Triple Superfosfato	0,2	0,5	0,8	0,8	0,75	Una aplicación 1er. Semestre
Sulfato de Potasio	0,8	0,8	1,5	1,0	1,0	Una aplicación 2do. Semestre
Cloruro de Potasio	-	-	-	1,0	1,0	Una aplicación
Bórax	-	0,1	0,1	0,1	0,06	Una aplicación
Sulfato de magnesio	0,3	0,3	0,3	0,3	0,25	Una aplicación

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el fundo "DAZA", ubicado en el caserío Pampa Hermosa – Km 170 margen izquierdo de la C.F. Basadre de la vía Pucallpa – Lima.

Geográficamente está ubicado en:

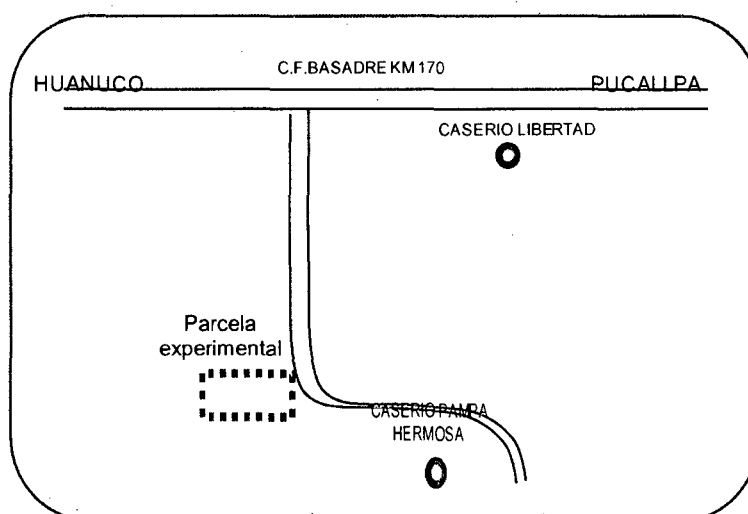
Longitud Sur : $09^{\circ} 04' 10.0''$

Longitud Oeste : $75^{\circ} 36' 15,3''$

Altitud : 360 msnm.

Políticamente se ubica en Villa Aguaytía, distrito de Padre Abad, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

Gráfico N° 1. Croquis de ubicación de la parcela



3.2 MATERIALES

3.2.1 Material genético

- Plantas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq). Híbrido Tenera (Dura x Pisífera)

3.2.2 Fertilizantes

- Urea – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – (46% N)
- Cloruro de potasio – KCl – (60% K_2O)
- Superfosfato triple de calcio – $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ – (46% P_2O_5)

3.2.3 Herramientas y equipos

- Balanza gramera
- Vernier o cinta métrica
- Wincha de cinco (05) metros
- Brújula Brunto
- GPS Garmin 72Sc WGS 84
- Cámara digital.

3.3 COMPONENTES EN ESTUDIOS

3.3.1 De las dosis de fertilizantes

Los fertilizantes utilizados son úrea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), cloruro de potasio (KCl) y superfosfato triple de calcio ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) con las dosis siguientes:

- **Tratamiento 1:** aplicación de 14,30 kg de úrea; 10,73 kg de cloruro de potasio y 21,45 kg de superfosfato triple de calcio.
- **Tratamiento 2:** aplicación de 21,45 kg de úrea, 14,30 kg de cloruro de potasio y 28,60 kg de superfosfato triple de calcio.
- **Tratamiento 3:** aplicación de 28,60 kg de úrea, 21,45 kg de cloruro de potasio y 35,75 kg de superfosfato triple de calcio.
- **Tratamiento 4:** Sin fertilización alguna.

Cuadro 8. Dosis de fertilizante utilizado en la plantación de palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq).

TRATAMIENTOS	Urea (kg/ha)	Cloruro de Potasio (kg/ha)	Superfosfato Triple de Calcio (kg/ha)	Dosis de fertilizante/ planta (kg)	Plantas por tratamiento	Dosis por tratamiento (kg)
T1	14,30	10,73	21,45	0,33	36	11,88
T2	21,45	14,30	28,60	0,45	36	16,20
T3	28,60	21,45	35,75	0,63	36	21,60
T4 (Testigo)	0,00	0,00	0,00	0,00	36	0,00
TOTAL (kg/ha)	64,35	46,48	85,80		144	

3.3.2 De la fertilización

La fertilización se realizó en una plantación de palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq), dicha parcela contó con una edad de ocho (08) meses de establecido, la aplicación con NPK se realizó en dos fraccionamientos (Noviembre y Marzo) con la ayuda de un tacarpo en cuatro hoyos circundante a cada planta distanciados entre 40 a 50 cm.

3.4 DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El presente trabajo de investigación se realizó en 12 meses: 9 meses en la fase experimental, 3 meses que se dedico a la toma de datos y trabajo de gabinete consolidando la información recopilada en el campo.

3.5 ANTECEDENTES DEL TERRENO.

El terreno empleado, antes de su instalación con la plantación de palma aceitera, representaba una purma alta con más de 5 años sin explotar, presentaba plantas de aguaje dispersos en toda el área y algunos árboles de poca importancia forestal.

3.6 CARACTERÍSTICAS DE CLIMA Y SUELO.

a. Clima.

Según Cochrane (1 992) el departamento de Ucayali corresponde al ecosistema de bosque tropical semi siempre verde estacional, se

caracteriza por ser cálido y húmedo, con una temperatura media anual de 25°C con muy poca variación entre la máxima (36,5°C) y mínima (17,4°C) con una humedad relativa promedio de 75% y una precipitación anual promedio de 1 773mm.

b. Suelo.

El suelo está clasificado como un Ultisols de acuerdo a la clasificación de suelos de la séptima aproximación. Las características físicas son: textura franco arenoso, las propiedades químicas: el pH entre 3,5 – 4,5, el fósforo está considerado bajo, potasio, calcio aceptables y una CICE en la superficie que va disminuyendo conforme aumenta la profundidad. (Según al análisis de suelo)

3.7 METODOLOGÍA.

3.7.1 Elaboración de actividades

Como actividad preliminar, se planificó las distintas actividades a desarrollar en el transcurso de ejecución del proyecto de investigación, asimismo se realizó las coordinaciones necesarias para el reconocimiento y elección del área de estudio y las unidades experimentales.

3.7.2 Fertilización y manejo de la investigación en palma aceitera

Como parte de la primera actividad, se realizó una limpieza de las unidades experimentales, esta labor consistió en un plateo alrededor de

cada planta para facilitar la aplicación de los tratamientos. También se colocó los límites de los bloques y parcela experimental (Tratamientos). También se consideró la actividad de la colocación del letrero de la investigación y las diferentes etiquetas que identifique a cada unidad experimental.

3.7.3 Muestreo de suelo

Se extrajo muestra de 0 – 25 cm de profundidad de suelo en el área de cada tratamiento, empleando el método del zig – zag con un sacabocado, las sub muestras de cada tratamiento fueron mezclados, formando una sola muestra para cada tratamiento, secado bajo sombra, molido y tamizado; finalmente se empaquetó un kilo de muestra por tratamiento y se procedió a su rotulación con los datos de su extracción (lugar y fecha de recolección, nombre del recolector, etc.), para posteriormente ser enviados a su análisis respectivo en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y determinar el nivel de fertilidad del suelo luego de la aplicación de los tratamientos.

3.7.3 De la aplicación de los tratamientos

Seguidamente se realizó la aplicación de los tratamientos (fertilización). Labor que se realizó considerando la dosis que le pertenece a cada unidad experimental. Luego se realizó el registro de las variables cuantitativas morfológicas de cada planta (evaluación), en períodos mensuales durante nueve meses.

3.8 VARIABLES A EVALUAR EN PLANTACIÓN

3.8.1 Variables independientes evaluados en la plantación de palma aceitera.

Las variables independientes evaluadas corresponden a las diferentes dosis de fertilización (kg/ha) aplicadas en cada tratamiento. T1: 11,88 kg; T2: 16,20 kg; T3: 21,60 kg y T4: 00,00 kg (Testigo).

3.8.2 Variables dependientes evaluadas en la plantación de palma aceitera.

Las variables evaluadas propuestas fueron utilizadas por (Murillo y Camacho, 1 997). En períodos de 30 días, se evaluó cinco plantas por cada tratamiento, sin considerar los extremos.

Altura total de la planta

La altura total se evaluó desde la base de la planta hasta la parte apical de los brotes, se utilizó una Wincha de 3 metros.

Es una variable cuya utilidad se orientó a evaluar dos aspectos primordiales:

- La calidad del crecimiento o incremento en altura a una edad determinada.

- La altura al momento de la plantación en proporción con el tamaño de las raíces.

Altura del tronco

Se realizó la medición de la altura del tronco con la ayuda de una wincha de 3mt. Se avaluó desde la base de la planta hasta la aparición visual de la hoja bandera.

Área foliar

Se realizó midiendo los folios centrales de cada hoja y luego se multiplicó por el total de hojas y posteriormente con el total de plantas por tratamiento.

- Área de la Hoja (AF)

$$AF = b (n \times lw) \text{ (cm}^2\text{)}$$

n = Número de folios

lw = Promedio de la longitud x ancho medio en una muestra de los folios centrales.

b = 0,55 (factor de corrección), "b" fluctúa entre 0,55 y 0,57 de acuerdo con la edad de las plantas de palma, pero en la mayoría de las comparaciones se emplea 0,55 (Hartley, 1 986)

3.9 DISEÑO ESTADISTICO

El diseño experimental que se utilizó fue el Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA).

Las características evaluadas de cada uno de los componentes en estudio fueron sometidas al análisis de variancia (ANVA) para verificar la variabilidad entre tratamientos en promedios y la significación estadística se determinó por la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

a. Esquema del análisis de variancia (ANVA)

Para realizar el análisis de variancia (Padrón, 1 996) se procedió de acuerdo al siguiente esquema:

Cuadro 9. Esquema del análisis de variancia

FV	GL	SC	CM	FC
Bloque	(r-1)	3-1 = 2	CMbloq	CMbloq/CMee
Tratamiento	(t-1)	4-1 = 3	CMtrat	CMtrat/CMee
E. Experim.	(r-1)(t-1)	2 x 3 = 6	CMee	
Total	tr-1	3 x 4 -1 = 11		

b. Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal está representado por la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}	:	Variable respuesta u observación
μ	:	Efecto de la media poblacional
T_i	:	Efecto del i – ésimo tratamiento (dosis de fertilización)
β_j	:	Efecto del j – ésimo bloque
ε_{ij}	:	Efecto aleatorio - Error experimental

c. Disposición experimental.

La distribución de las unidades experimentales en el campo fue al azar, dando igual preferencia a las unidades experimentales de recibir los tratamientos.

En la parcela experimental se encontró cuatro (04) tratamientos con 36 unidades experimentales por cada tratamiento. Estas unidades experimentales fueron distribuidas en tres (03) bloques de manera al azar. T1: 11,88 kg; T2: 16,20 kg; T3: 21,60 kg y T4: 00,00 kg (Testigo).

BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
T1	T1	T1	T1	T3	T3	T3	T3	T1	T1	T1	T1
T1	T1	T1	T1	T3	T3	T3	T3	T1	T1	T1	T1
T1	T1	T1	T1	T3	T3	T3	T3	T1	T1	T1	T1
T2	T2	T2	T2	T4	T4	T4	T4	T2	T2	T2	T2
T2	T2	T2	T2	T4	T4	T4	T4	T2	T2	T2	T2
T2	T2	T2	T2	T4	T4	T4	T4	T2	T2	T2	T2
T3	T3	T3	T3	T1	T1	T1	T1	T3	T3	T3	T3
T3	T3	T3	T3	T1	T1	T1	T1	T3	T3	T3	T3
T3	T3	T3	T3	T1	T1	T1	T1	T3	T3	T3	T3
T4	T4	T4	T4	T2	T2	T2	T2	T4	T4	T4	T4
T4	T4	T4	T4	T2	T2	T2	T2	T4	T4	T4	T4
T4	T4	T4	T4	T2	T2	T2	T2	T4	T4	T4	T4

Gráfico 2. Distribución de los tratamientos en la parcela experimental.

d. Distribución del área experimental.

Largo	:	116,85 metros
Ancho	:	144,00 metros
Área total	:	16 826,40 metros cuadrados
Numero de bloques	:	3
Largo de bloques	:	144,00 metros
Ancho de bloques	:	35,06 metros
Área del bloque	:	5 048,64 metros cuadrados
Número de plantas por bloque	:	48
Distancia entre plantas	:	9,00 metros

Distancia entre filas de plantas : 7,79 metros

Número de filas de plantas : 12

Número de plantas total : 144

IV. RESULTADOS.

4.1 Altura de planta

Los resultados encontrados según el análisis de varianza con un C.V del 2,77% nos da la confiabilidad necesaria de las mediciones realizadas en los promedios de los cuatro tratamientos; sin embargo al someterlos a la prueba de significación ($p > 0,05$) nos indica que entre los promedios de los tratamientos (I, II y III) las diferencias son altamente significativas y mucho mayor si la comparamos con el testigo. Según el cuadro de Duncan los resultados en el parámetro altura de planta nos indica que el tratamiento III muestra una diferencia altamente significativa con el tratamiento IV, sin embargo los tratamientos I, II nos demuestra que no son significativamente diferentes.

También durante el experimento se observó un incremento en el crecimiento, en promedio de 12,67 centímetros entre los tratamientos I, II y III, sin embargo el tratamiento IV (Testigo) presentó un crecimiento en promedio de 8,70 centímetros en la variable altura de planta. El crecimiento promedio mensual de las plantas en los tratamientos I, II y III durante el experimento fue de 1,41 centímetros, así mismo el crecimiento promedio mensual del tratamiento IV (Testigo) fue de 0,97 centímetros.

Gráfico N° 3. Altura de planta.

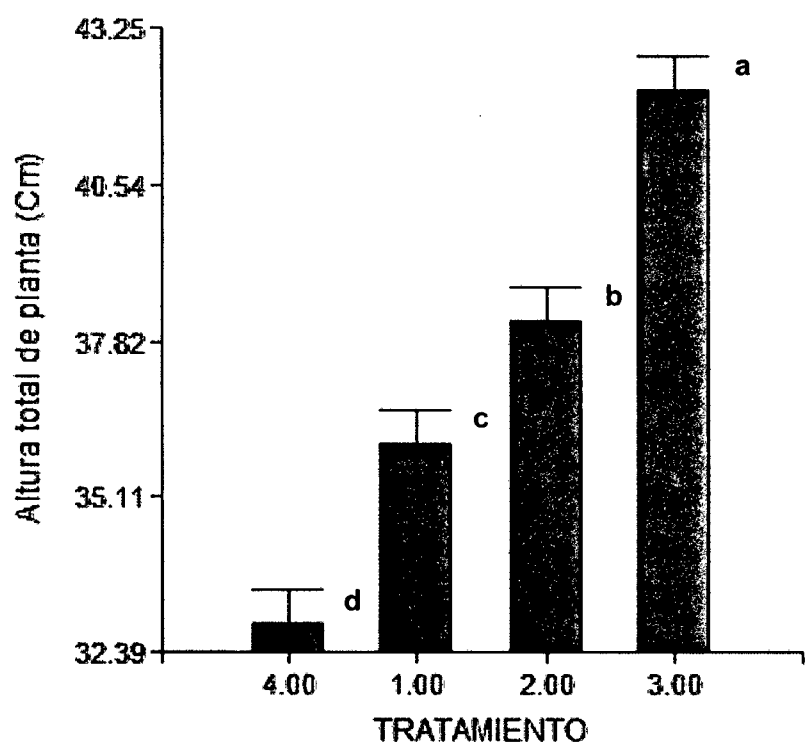
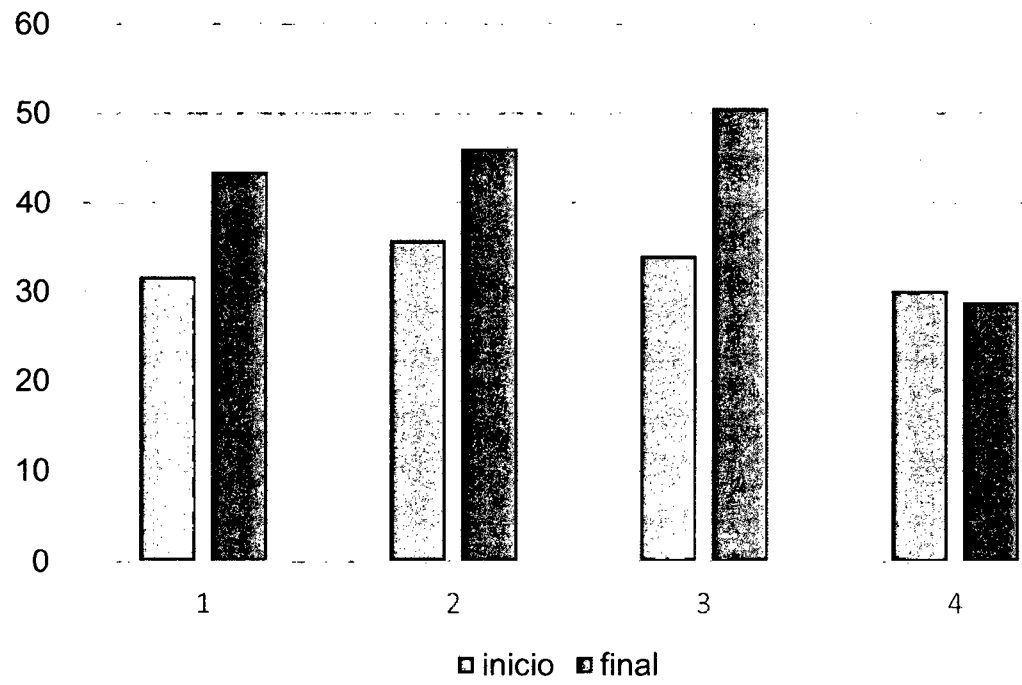


Gráfico N° 4. Altura de planta (cm) al inicio y final del ensayo



4.2 Altura de tronco

Los resultados encontrados según el análisis de varianza con un C.V del 2,88% nos da la confiabilidad necesaria de las mediciones realizadas en los promedios de los cuatro tratamientos; sin embargo al someterlos a la prueba de significación ($p > 0,05$) nos indica que entre los promedios de los tratamientos (I, II y III) las diferencias son altamente significativas y mucho mayor si la comparamos con el testigo. Para el parámetro Altura de tronco según la prueba de Duncan los resultados nos demuestra que el Tratamiento III es altamente significativo con respecto al tratamiento IV, y los tratamientos I, II no son significativamente diferentes.

Durante el experimento se observó un incremento en la altura de tronco, en promedio de 12,67 centímetros entre los tratamientos I, II y III, sin embargo el tratamiento IV (Testigo) presentó un crecimiento en promedio de 8,70 centímetros en la variable altura de tronco. El crecimiento promedio mensual de las plantas en los tratamientos I, II y III durante el experimento fue de 1,41 centímetros, así mismo el crecimiento promedio mensual del tratamiento IV (Testigo) fue de 0,97 centímetros.

Gráfico N° 5. Altura de tronco.

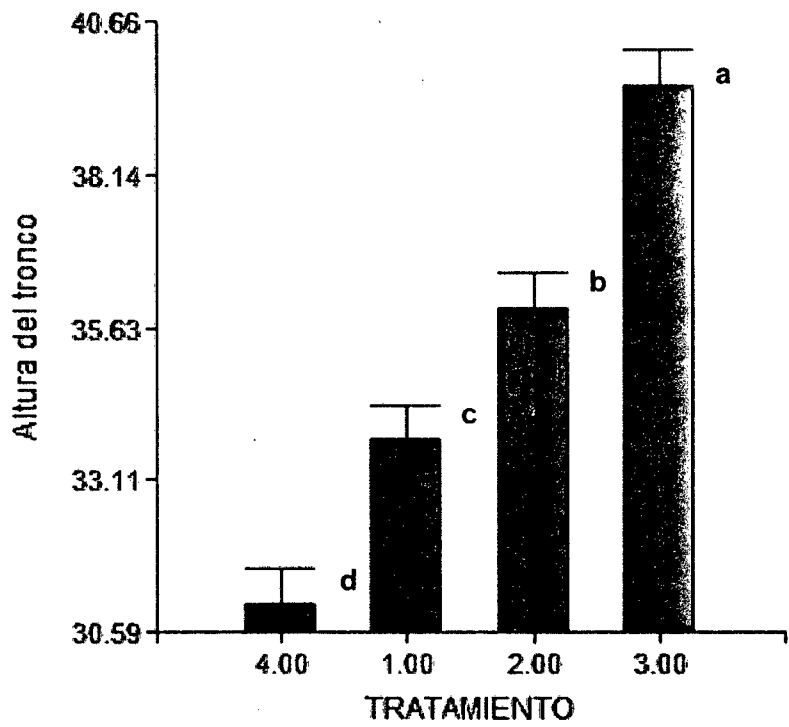
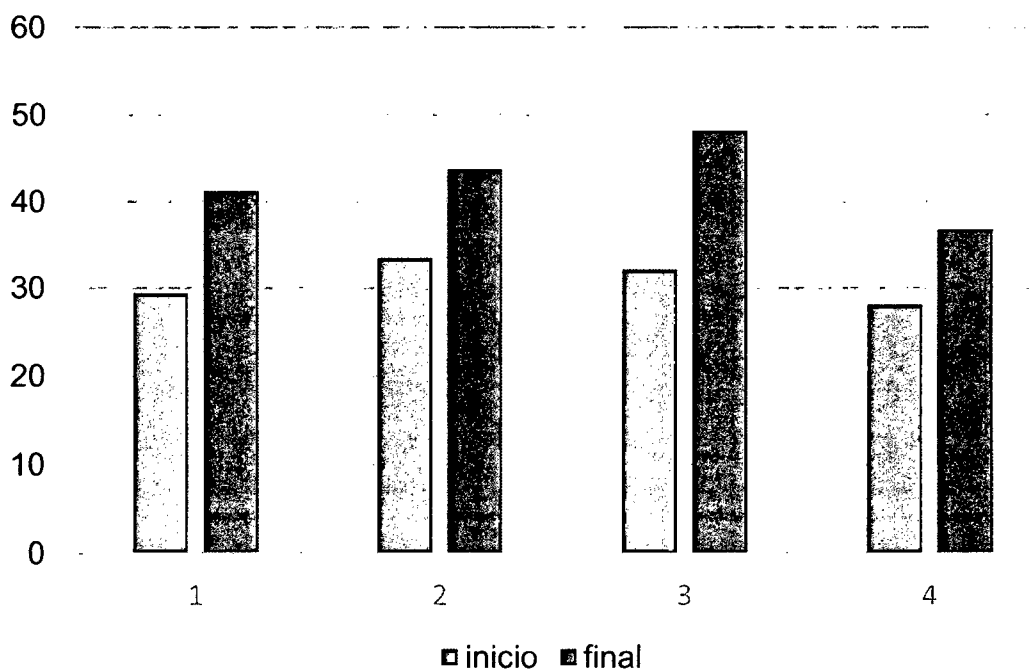


Gráfico 6: Altura de tronco (cm) al inicio y final del ensayo



4.3 Área foliar

Los resultados encontrados según el análisis de varianza con un C.V del 8,89% nos da la confiabilidad necesaria de las mediciones realizadas en los promedios de los cuatro tratamientos; sin embargo al someterlos a la prueba de significación ($p > 0,05$) nos indica que entre los promedios de los tratamientos (I, II y III) no existen diferencias significativas; pero si la comparamos con el testigo si existen diferencias significativas. Según la prueba de Duncan, nos indica que los tratamientos I, II, III son significativamente parecidos, mientras que el tratamiento IV, en comparación con los tratamientos I, II, III, son altamente significativos.

Durante el experimento se observó un incremento en el área foliar, en promedio de 12,83 cm² entre los tratamientos I, II y III, sin embargo el tratamiento IV (Testigo) presentó un incremento en promedio de 7,62 cm² en la variable área foliar. El incremento promedio mensual de las plantas en los tratamientos I, II y III durante el experimento fue de 1,43 cm², así mismo el incremento promedio mensual del tratamiento IV (Testigo) fue de 0,85 cm².

Gráfico N° 7. Área foliar.

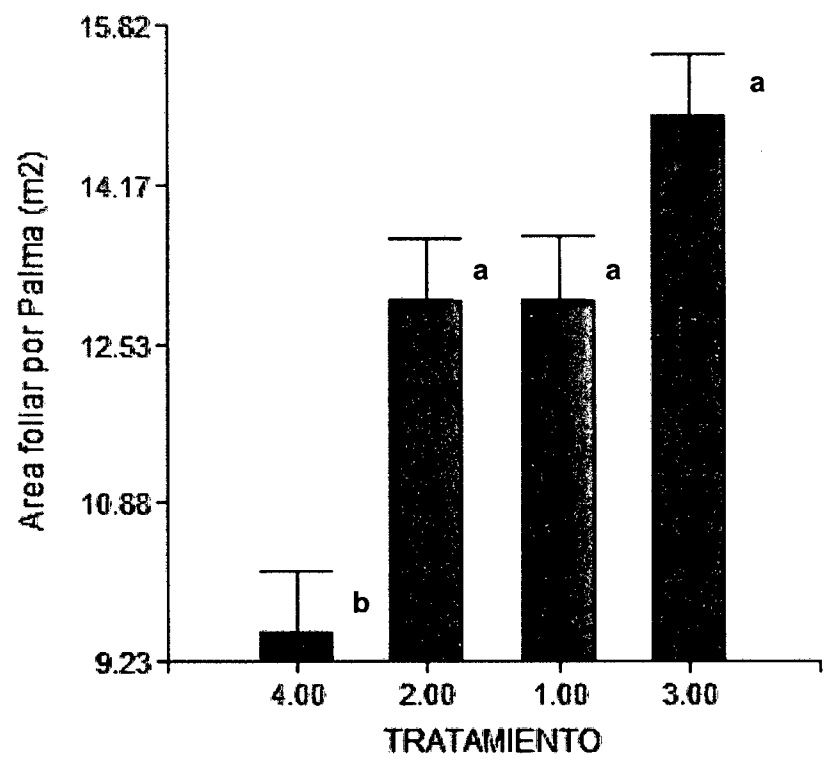
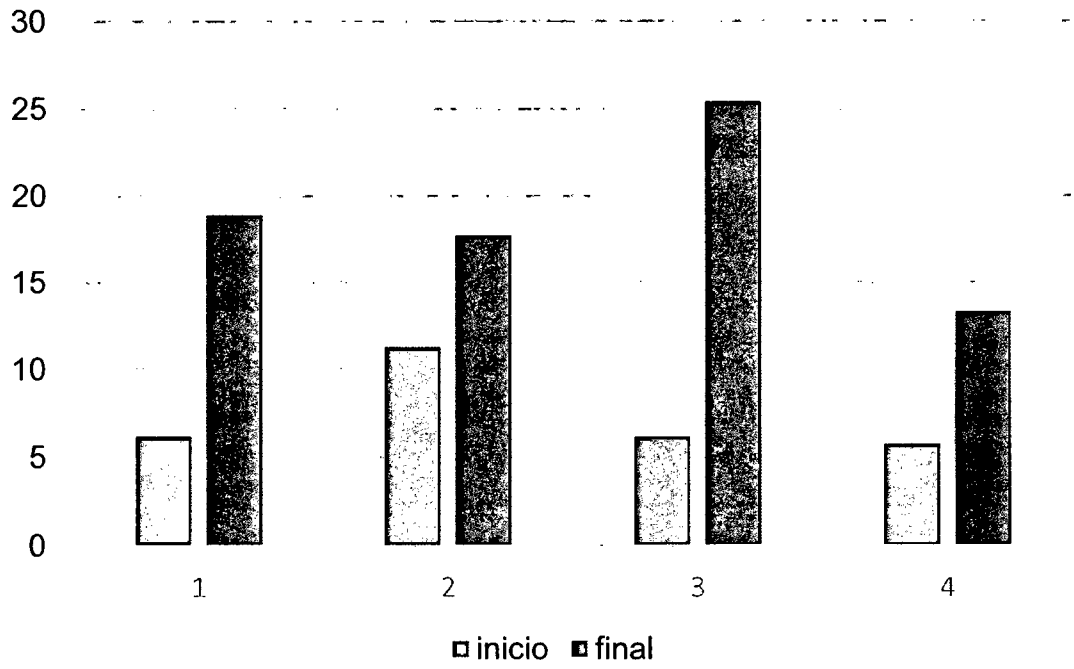


Gráfico N° 8. Área foliar (m²) al inicio y final del ensayo



4.4 Análisis de suelo y calicata

En el cuadro 10 se observa los siguiente: el pH oscila entre 3,73 – 4,25 indicándonos suelos moderadamente ácido, nivel medio en contenido de materia orgánica, el % de nitrógeno (N) es bajo, el fosforo (P) es medio, el potasio (K) es bajo, la saturación de aluminio (Al) es bajo, la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es alta, las bases cambiables se mantienen alto por el efecto del encharcamiento ya que no permite que se realicen las reacciones químicas por las condiciones anaeróbicas del suelo y la acides cambiabile es baja. Presenta una textura franca arenoso de consistencia harinosa, profundidad de 0 a 60 cm el cual se caracteriza como suelo más pobre que moderado, en estructura presenta agregados grandes, compactos y con muy pocos agregados finos, la porosidad es significativamente bajo, color blanco. Dichos análisis obtenidos en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva fueron contrastadas con una ficha técnica validada según manual (IICA-MFS-BACKUS-REFORESTA PERU SAC, 2 013).

Cuadro N°10. Resultados de los análisis de suelo por cada tratamiento aplicado comparado con el tratamiento testigo.

Tratamiento	Análisis Mecánico				pH	M.O.	N	P	K2O	CIC	CAMBIABLES						CICe	%	%	%
	% arena	% arcilla	% limo	Clase textural	01:01	%	%	ppm	kg/ha		Ca	Mg	K	Na	Al	H		Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. AL
T1	57.68	7.04	35.28	Franco arenoso	4.25	3.93	0.18	13	139.13	-	7.56	1.4	-	-	0.75	0.72	10.41	85.81	14.19	7.24
T2	55.68	7.04	37.28	Franco arenoso	3.78	3.69	0.16	10.1	154.37	-	6.65	1.3	-	-	1.17	1.09	10.24	77.89	22.11	11.44
T3	61.68	7.04	31.28	Franco arenoso	3.73	1.97	0.09	11.3	86.13	-	6.95	1.4	-	-	0.42	0.66	9.44	88.52	11.48	4.44
T4 (testigo)	65.68	7.04	27.28	Franco arenoso	4.15	2.29	0.10	10.05	59.63	-	1.99	1.9	-	-	0.67	0.51	5.08	76.75	23.25	13.17

Fuente: Laboratorio de suelos UNAS – 2014

V. DISCUSIÓN

❖ Altura de planta.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable altura de plantas tanto en el campo y a los análisis estadísticos, podemos decir que el mejor comportamiento en cuanto a crecimiento se ha obtenido con la dosis del tercer tratamiento seguida muy de cerca con la dosis de los tratamientos dos y uno respectivamente. Esto nos indica que necesariamente se tiene que utilizar los fertilizantes (NPK) durante el establecimiento de la plantación; al respecto el (IICA, 2 006) manifiesta que la fertilización temprana en palma aceitera permite que la planta acumule reservas en el tronco y el follaje, que son esenciales para garantizar una producción alta y sostenida en el futuro.

❖ Al tura de tronco.

En la variable altura de tronco tanto en el campo y a los análisis estadísticos, podemos decir que el mejor comportamiento en cuanto a crecimiento se ha obtenido con la dosis del tercer tratamiento seguida muy de cerca con la dosis de los tratamientos dos y uno respectivamente. Esto nos indica que necesariamente se tiene que utilizar los fertilizantes (NPK) durante el establecimiento de la plantación; al respecto el (IICA, 2 006) manifiesta que la fertilización temprana en palma aceitera permite que la planta acumule reservas en el tronco y el follaje, que son esenciales para garantizar una producción alta y sostenida en el futuro. Asimismo Thomas y Rolf, 2 003 menciona que deben aplicarse grandes cantidades de fertilizante de P

durante los tres primeros años de desarrollo para crear reservas de P y que la aplicación insuficiente de P durante la fase de establecimiento conduce a un mal desarrollo de la palma aceitera como raquitismo, troncos en forma de pirámide.

❖ **Área Foliar.**

En la variable área foliar no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos I, II y III, pero si con el testigo lo cual nos indica que el efecto de los fertilizantes (NPK) es bastante significativo frente a un testigo sin ningún efecto de fertilizantes. Y estos resultados son corroborados por el (IICA, 2 006) al manifestar que la fertilización temprana en palma aceitera permite que la planta acumule reservas en el tronco y el follaje, que son esenciales para garantizar una producción alta y sostenida en el futuro. Asimismo Thomas y Rolf, 2 003 manifiesta que el crecimiento vegetativo y el índice del área foliar aumentan cuando se aplica el N a las palmas jóvenes y que los fertilizantes nitrogenados deben aplicarse 3 a 4 meses antes del comienzo de la estación seca y grandes cantidades de N deben aplicarse en fracciones.

❖ **Del análisis de suelo y calicata.**

De acuerdo a los datos obtenidos en el laboratorio podemos decir que estos suelos, son pobres, con acidez cambiante baja extremas, de texturas franco-arenosas de consistencia harinosa, las bases cambiables se mantienen alto por el efecto del encharcamiento ya que no permite que se realicen las reacciones químicas por las condiciones anaeróbicas del suelo y la acidez, en

estructura presenta agregados grandes, compactos y con muy pocos agregados finos, la porosidad es significativamente bajo.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados experimentales se concluye que:

- Las plantas del tratamiento III fueron las que más respondieron a la dosis de fertilización aplicado tal como se puede mostrar en los análisis de variancia y la prueba de DUNCAN $p > 0,05$, las diferencias significativas altas y las similares entre los tratamientos según la prueba de Duncan nos indican definitivamente que en los tres parámetros evaluados en 9 meses calendarios el tratamiento III fue el que mejor resultado agronómico presentó.
- En cuanto al análisis de suelo el pH muy bajo sin embargo presenta alta % de bases cambiables y baja saturación de aluminio. Esto se debe a que estos suelos presentan acumulación de ciertos minerales o elementos que tiene coloración blanca, como es el caso de la calcita, así como algunos silicatos y sales. Esto es un indicativo de un terreno anaeróbico, este ambiente ocurre cuando el suelo se satura con agua siendo desplazado o agotado el oxígeno del espacio poroso del suelo.
- Se acepta la hipótesis planteada, en la cual se afirma que la dosis 630 gr en dos fracciones de NPK muestra efecto significativo en las variables morfológicas de la palma aceitera.

VII. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a las conclusiones obtenidas se recomienda:

- Realizar trabajos con dosis mayores a los planteados en la presenta tesis e incorporar algunas variables adicionales como la presencia de plagas y enfermedades, malezas y uso de coberturas alternas al kudzu.
- Que las evaluaciones se realicen durante las épocas secas
- Que la Universidad Nacional de Ucayali a través de la facultad de Ciencias Agropecuarias involucre mas a los estudiantes en investigaciones relacionados al tema.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

- BEGAZO, E. 2 000. Fertilización en el cultivo de palma aceitera. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Perú. 38 p.
- BORRERO, C. A. 2 012. Guía técnica; Análisis de suelo y fertilización en el cultivo de palma aceitera. Universidad Nacional Agraria La Molina – Agrobanco. Lima – Perú. 6 p.
- CORLEY y TINKES 2 003. La palma de aceite. 3ra Edic. Longman Group. Reino Unido. 55 p.
- CHINCHILLA, C., DURAN, N. 1 999. Manejo de problemas fitosanitarios en palma aceitera. Una perspectiva agronómica. XII conferencia internacional sobre palma aceitera. Fedepalma. Cartagena, Colombia. 307p.
- DIRECCION REGIONAL SECTORIAL DE AGRICULTURA (DRSAU). 2 012. Diagnostico situacional de la palma aceitera en Ucayali. Ucayali, Perú. 1 p
- FERNANDEZ, R. 1 988. Planificación y diseño de plantaciones frutales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos; Universidad de Córdoba. Madrid, España. Edición Mundi – Prensa. 205 p.
- FLORES, L., GUERRA, J., OLIVERA, P. 1 996. Boletín técnico; Manejo de viveros y plantaciones. Universidad Nacional Agraria de la Selva; Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. 54 p.

- GUERRERO, A. 2 000. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ed. Mundi Prensa México, S.A. de C.V. Bilbao, España. 206 p.
- HERNANDEZ, T. 1 996. Palma aceitera; sistemas de producción en Ucayali. Proyecto 759, UNDCP – UNOPS – Ucayali – Perú. 35, 36 p.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA). 2 006. Cultivo de la palma africana. Guía técnica. Managua, Nicaragua. 4, 27 p.
- IICA-MFS-BACKUS-REFORESTA PERU SAC. 2 013. Guía práctica, plan de capacitación y asistencia técnica para los actores forestales en Ucayali. Proyecto, Innovación tecnológica, servicios ambientales y capacitación en plantaciones forestales en tierras degradadas en la amazonia peruana. Ucayali – Perú. 7 – 16 p.
- LOLI, O. 2 012. Guía técnica; Análisis de suelo y fertilización en el cultivo de palma aceitera. Universidad Nacional Agraria La Molina – Agrobanco. Lima – Perú. 5 p.
- MINSTERIO DE AGRICULTURA, DIRECCION GENERAL DE COMPETITIVIDAD AGRARIA. 2 012. Palma aceitera; principales aspectos de la cadena agropecuaria. Lima, Perú. 12,13 p.
- MURILLO, O., CAMACHO, P. 1 997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. Departamento de Ingeniería Forestal; Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. Agronomía Costarricense 21(2): 189 – 206 p.

- PADRON, E. 1 996. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Ed. Trillas. México. 215 p.
- PARAMANANTHAN, S. 1 987. Citado por Thomas F. y Rolf H. 2 003. Palma de aceite: Manejo para rendimientos altos y sostenibles. Instituto Internacional de Nutrición de las Plantas. Malasia. 55 p.
- QUESADA, G. 1 997. Citado por LOLI, O. 2 012. Guía técnica; Análisis de suelo y fertilización en el cultivo de palma aceitera. Universidad Nacional Agraria La Molina – Agrobanco. Lima – Perú. 9 p.
- RAYGADA, R. 2 005. Manual técnico para el cultivo de palma aceitera. Lima, Perú, Noviembre 2005. 21 – 24 p.
- REVELO, M. 2 002. Generalidades sobre botánica, morfología y fisiología. Revista, Palma Cultura Moderna 2 002. Vol. 1 Colombia. 9 – 18 p.
- SURRE, C., ZILLER, R. 1 969. Citado por Thomas, F. y Rolf, H. 2 003. Palma de aceite. Edic. Blume. Barcelona, España. 51 p.
- THOMAS, F. y ROLF, H. 2 003. Palma de aceite. Edic. Blume. Barcelona, España. 218 - 222 p
- TITO A. H., JUAN D. 1 996. Palma aceitera sistemas de producción, en Ucayali. Junio 1 996. 36 – 38 p.
- UMAÑA, C. 2 004. XXVI Curso Internacional de Palma Aceitera, Costa Rica. 1 – 2 p.

IX. ICONOGRAFÍAS



FOTO 1: Ubicación de la parcela



FOTO 2: Delimitación del área de experimento



FOTO3: Preparación de las dosis de fertilización



FOTO 4: Dosis según cada tratamiento



FOTO 5: Aplicación de las dosis a cada tratamiento



FOTO 6: Evaluación de los parámetros

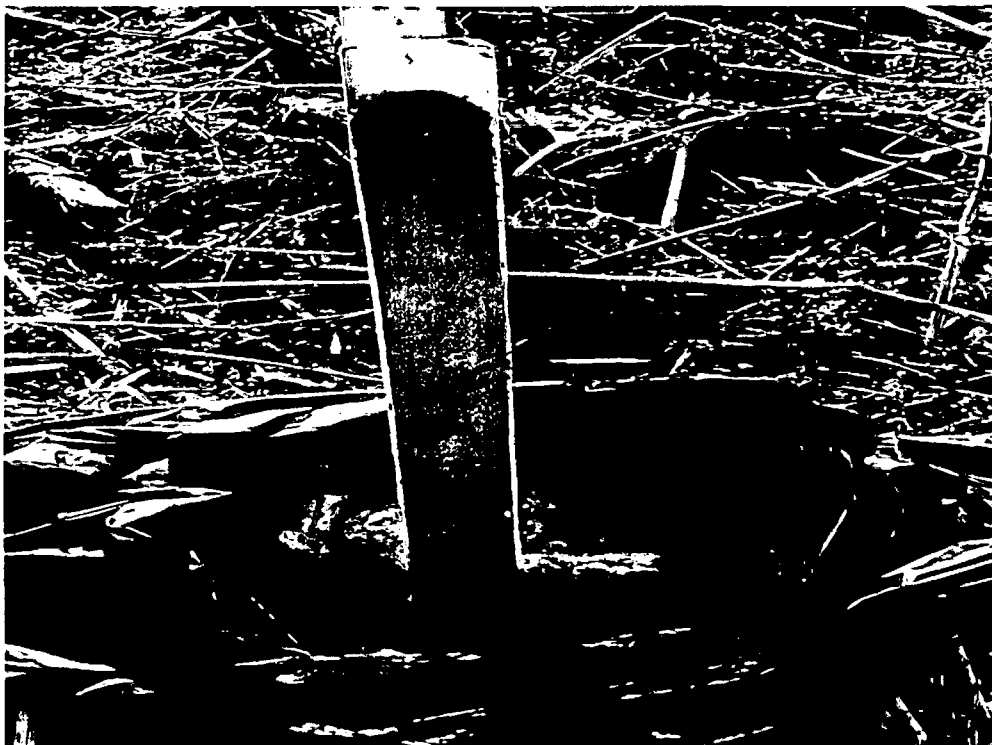


FOTO 7: Muestreo de suelos en cada tratamiento

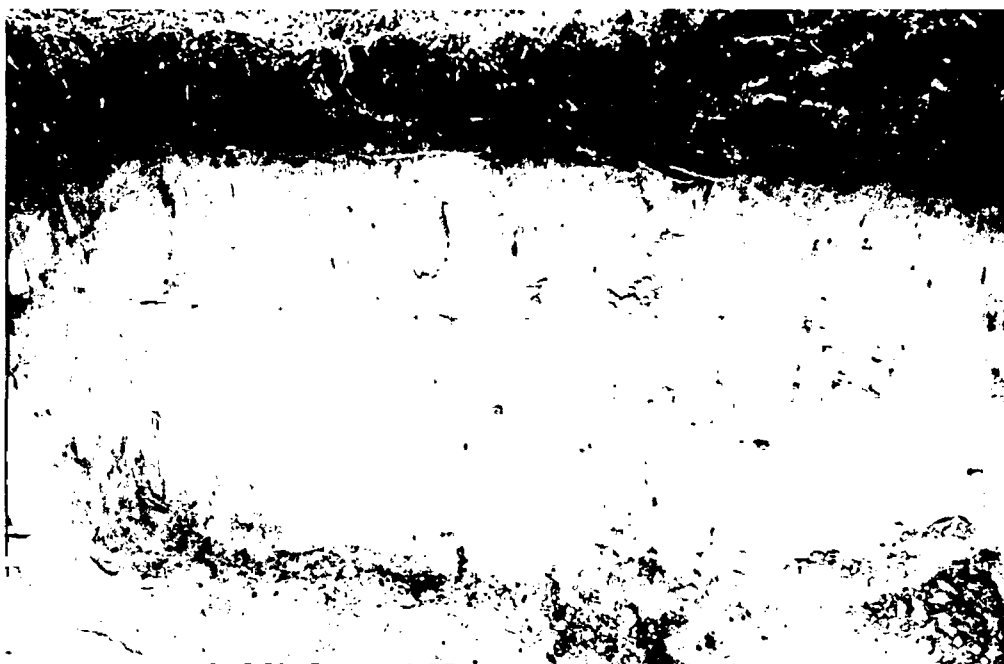


FOTO 8: Calicata construida



FOTO 9: Tratamiento 1



FOTO 10: Tratamiento 4



FOTO 11: Tratamiento 3



FOTO 12: Visita de los jurados a la parcela experimental



FOTO 13: Evaluación de una parcela tradicional

X. ANEXOS.

Cuadro N° 11. Resultados de las variables según cada tratamiento

EVALUACION	BLOQUE	TRATAMIENTO	Altura total de planta (cm)					Altura del tronco (cm)					Área foliar por Palma (m2)				
			P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
1RA	I	I	31,70	30,00	30,60	27,80	30,90	29,40	27,80	28,40	25,50	28,70	6,19	5,84	6,42	7,93	5,97
	II		29,60	29,80	31,70	32,70	30,40	27,40	27,60	29,40	30,50	28,10	11,85	12,52	13,06	10,32	11,58
	III		30,30	29,60	32,90	27,60	23,60	28,10	27,30	30,50	25,30	21,40	8,65	10,34	8,79	8,40	8,90
	I	II	35,80	31,90	33,40	34,60	34,00	33,50	29,70	31,20	32,30	31,80	11,27	7,23	9,58	6,91	9,24
	II		26,70	27,00	31,70	27,90	28,50	24,50	24,80	29,50	25,60	26,30	7,21	7,48	8,02	6,65	6,25
	III		32,50	33,50	34,40	30,90	31,90	30,30	31,20	32,20	28,60	29,70	6,81	11,04	9,01	9,55	8,63
	I	III	34,60	34,40	36,80	31,09	28,60	32,20	31,60	34,20	29,40	26,20	6,15	6,64	7,28	5,28	4,97
	II		30,50	35,10	32,00	30,20	34,20	28,20	32,40	29,60	27,70	31,70	7,16	6,64	9,64	7,95	8,92
	III		32,60	32,20	33,00	36,40	34,80	30,20	29,40	30,40	33,60	32,30	10,31	9,62	10,04	8,97	8,28
	I	IV	30,10	30,10	33,30	30,60	31,40	28,10	28,04	31,30	28,50	29,70	5,73	5,82	5,64	6,58	7,53
	II		31,30	30,10	31,40	25,00	29,50	29,20	28,40	29,50	23,30	27,90	6,98	8,11	6,78	6,27	6,36
	III		25,10	30,20	27,40	28,90	27,30	23,20	28,50	25,50	27,10	25,60	4,43	5,61	7,74	6,53	7,13
2DA	I	I	32,70	30,50	31,30	29,00	31,40	30,40	28,30	29,10	26,70	29,20	7,59	6,39	5,66	10,60	6,49
	II		30,60	30,70	32,90	33,40	31,50	28,40	28,50	30,60	31,20	29,20	14,56	13,48	14,76	18,24	14,50
	III		31,40	30,80	33,20	29,10	25,30	29,20	28,50	30,80	26,80	23,10	9,85	10,32	11,94	9,03	8,93
	I	II	36,50	32,60	34,30	35,60	34,60	34,20	30,40	32,10	33,30	32,40	10,60	10,60	10,73	9,32	9,20
	II		28,40	28,40	32,50	29,10	30,10	26,20	26,20	30,30	26,80	27,90	10,72	11,24	10,86	10,47	9,42
	III		33,50	34,40	34,90	32,40	32,80	31,30	32,10	32,70	30,10	30,60	9,04	11,37	10,96	11,64	10,26
	I	III	36,50	36,10	38,00	33,90	31,20	34,10	33,30	35,40	31,40	28,80	9,54	9,04	8,83	8,69	8,51
	II		32,60	36,20	33,80	32,20	35,80	30,30	33,50	31,40	29,70	33,30	10,06	8,88	13,85	8,69	14,26
	III		34,60	34,40	34,90	38,20	36,60	32,20	31,60	32,30	35,40	34,10	13,02	14,59	12,69	9,99	9,99
	I	IV	31,20	30,40	33,60	31,20	31,20	29,20	28,70	31,60	29,10	29,50	7,43	7,57	7,81	7,20	7,52
	II		31,90	30,40	31,70	26,00	29,40	29,80	28,70	29,80	24,30	27,80	7,63	8,30	8,20	7,39	7,92
	III		26,20	30,10	28,10	30,00	27,30	24,30	28,40	26,20	28,20	25,60	6,11	6,57	7,62	7,21	7,71

EVALUACION	BLOQUE	TRATAMIENTO	Altura total de planta (cm)					Altura del tronco (cm)					Área foliar por Palma (m2)				
			P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
3RA	I	I	33,20	32,10	33,30	30,90	32,70	30,90	29,90	31,10	28,60	30,50	6,38	6,60	7,79	7,41	7,50
	II		32,30	32,60	34,10	34,70	33,00	30,10	30,40	31,80	32,50	30,70	13,55	15,03	14,85	18,68	15,16
	III		33,30	32,50	35,30	31,80	27,00	31,10	30,20	32,90	29,50	24,80	11,58	10,96	13,42	10,61	10,78
	I	II	37,70	34,30	35,90	37,10	35,70	35,40	32,10	33,70	34,80	33,50	10,39	10,08	10,53	11,23	9,94
	II		29,70	30,30	34,30	32,00	31,90	27,50	28,10	32,10	29,70	29,70	11,69	11,34	11,29	12,32	10,61
	III		35,70	36,40	36,50	34,10	34,50	33,50	34,10	34,30	31,80	32,30	8,61	11,84	12,21	10,47	11,50
	I	III	38,00	39,00	40,30	36,80	33,80	35,60	36,20	37,70	34,30	31,40	11,00	11,34	12,63	13,21	10,14
	II		34,60	39,50	36,50	34,90	37,70	32,30	36,80	34,10	32,40	35,20	11,28	9,28	13,92	9,60	14,26
	III		36,70	37,30	36,50	39,40	38,30	34,30	34,50	33,90	36,60	35,80	14,53	14,60	14,09	12,39	12,35
	I	IV	32,20	31,10	34,20	32,00	31,80	30,20	29,40	32,20	29,90	30,10	8,01	7,81	8,11	8,18	8,20
	II		32,90	31,10	32,50	27,50	29,90	30,80	29,40	30,60	25,80	28,30	8,49	8,49	9,40	8,40	8,98
	III		28,10	31,00	29,50	30,90	28,50	26,20	29,30	27,60	29,10	26,80	6,55	7,81	8,18	8,11	8,98
4TA	I	I	35,50	33,70	35,00	33,40	34,60	33,20	31,50	32,80	31,10	32,40	7,33	7,25	8,96	8,06	7,79
	II		33,60	34,00	36,40	36,50	34,40	31,40	31,80	34,10	34,30	32,10	11,11	11,65	15,49	13,31	14,68
	III		34,00	34,10	36,70	33,70	29,40	31,80	31,80	34,30	31,40	27,20	12,00	10,83	12,21	12,56	10,76
	I	II	39,10	36,40	37,00	38,80	37,40	36,80	34,20	34,80	36,50	35,20	11,85	10,76	11,05	11,04	12,12
	II		33,00	32,50	35,60	34,50	34,60	30,80	30,30	33,40	32,20	32,40	12,13	10,39	14,33	11,43	12,73
	III		37,10	37,50	37,60	36,90	36,70	34,90	35,20	35,40	34,60	34,50	11,25	10,83	12,21	12,56	10,76
	I	III	40,20	41,40	42,40	38,90	37,10	37,80	38,60	39,80	36,40	34,70	10,75	9,42	11,87	10,19	10,90
	II		37,50	41,80	38,90	37,80	39,90	35,20	39,10	36,50	35,30	37,40	11,36	9,05	10,87	9,94	13,49
	III		38,80	40,10	39,70	42,30	40,90	36,40	37,30	37,10	39,50	38,40	14,73	15,21	16,34	13,72	14,34
	I	IV	33,20	31,80	34,90	32,90	32,20	31,20	30,10	32,90	30,80	30,50	7,66	8,68	8,29	8,28	7,75
	II		34,30	31,80	33,40	28,90	30,90	32,20	30,10	31,50	27,20	29,30	8,12	8,40	8,55	7,93	8,40
	III		29,20	31,90	30,40	32,20	29,40	27,30	30,20	28,50	30,40	27,70	8,59	8,67	9,03	9,11	9,47

EVALUACION	BLOQUE	TRATAMIENTO	Altura total de planta (cm)					Altura del tronco (cm)					Área foliar por Palma (m2)				
			P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
5TA	I	I	36,60	35,70	37,00	35,70	35,10	34,30	33,50	34,80	33,40	32,90	9,44	10,01	9,85	8,83	9,31
	II		35,00	35,80	37,60	36,90	35,80	32,80	33,60	35,30	34,70	33,50	11,58	11,19	10,56	11,46	11,64
	III		35,90	35,80	38,60	35,00	31,60	33,70	33,50	36,20	32,70	29,40	13,23	13,11	13,01	13,63	13,99
	I	II	40,60	37,70	38,40	41,10	38,50	38,30	35,50	36,20	38,80	36,30	13,89	12,96	12,47	11,90	14,03
	II		35,50	35,10	37,00	36,80	36,60	33,30	32,90	34,80	34,50	34,40	12,72	12,25	14,30	11,73	12,48
	III		38,70	38,60	38,90	38,70	38,50	36,50	36,30	36,70	36,40	36,30	10,76	12,06	11,20	11,22	11,39
	I	III	42,50	44,20	44,30	42,00	39,80	40,10	41,40	41,70	39,50	37,40	12,44	11,09	12,94	12,37	11,33
	II		37,40	44,50	41,50	40,80	42,70	35,10	41,80	39,10	38,30	40,20	13,64	11,92	12,49	12,66	14,44
	III		40,30	42,60	41,90	43,50	43,00	37,90	39,80	39,30	40,70	40,50	15,21	15,09	17,88	12,83	14,15
	I	IV	34,40	32,50	35,70	34,20	32,90	32,40	30,80	33,70	32,10	31,20	8,59	8,88	8,38	8,46	8,49
	II		35,20	32,60	34,20	30,50	31,30	33,10	30,90	32,30	28,80	29,70	9,00	8,81	9,27	7,84	9,00
	III		31,10	32,40	32,00	33,10	30,50	29,20	30,70	30,10	31,30	28,80	9,61	10,07	9,96	8,78	9,51
6TA	I	I	38,40	37,10	37,90	36,60	37,30	36,10	34,90	35,70	34,30	35,10	11,58	10,78	10,76	10,31	11,04
	II		37,30	37,70	39,10	39,30	37,20	35,10	35,50	36,80	37,10	34,90	13,72	12,06	11,64	13,03	12,18
	III		37,10	37,80	39,60	37,60	34,00	34,90	35,50	37,20	35,30	31,80	14,75	14,73	13,90	14,85	14,84
	I	II	41,90	39,00	39,30	42,80	39,90	39,60	36,80	37,10	40,50	37,70	13,59	12,49	12,42	13,49	12,71
	II		38,10	37,50	38,40	39,60	39,00	35,90	35,30	36,20	37,30	36,80	14,05	14,48	13,60	12,88	13,72
	III		40,50	40,40	39,90	41,40	40,40	38,30	38,10	37,70	39,10	38,20	12,25	12,60	11,69	12,66	12,12
	I	III	44,20	46,30	46,20	44,60	42,50	41,80	43,50	43,60	42,10	40,10	13,08	14,05	13,57	12,91	13,71
	II		39,10	47,00	43,50	43,90	44,80	36,80	44,30	41,10	41,40	42,30	14,64	12,96	14,78	13,15	15,76
	III		42,50	45,60	44,30	46,70	45,00	40,10	42,80	41,70	43,90	42,50	15,57	15,55	16,35	15,73	14,84
	I	IV	35,50	33,30	36,30	35,20	33,10	33,50	31,60	34,30	33,10	31,40	9,61	9,18	9,50	9,18	9,58
	II		36,00	33,30	35,00	32,20	32,00	33,90	31,60	33,10	30,50	30,40	10,29	9,61	11,01	9,58	10,15
	III		32,90	33,20	33,20	34,00	32,10	31,00	31,50	31,30	32,20	30,40	9,62	9,82	9,93	9,82	9,51

EVALUACION	BLOQUE	TRATAMIENTO	Altura total de planta (cm)					Altura del tronco (cm)					Área foliar por Palma (m2)				
			P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
7MA	I	I	39,10	37,90	39,70	39,20	38,50	36,80	35,70	37,50	36,90	36,30	13,58	13,08	13,92	13,72	12,95
		II	38,70	39,40	41,50	40,60	38,70	36,50	37,20	39,20	38,40	36,40	14,83	13,83	12,83	13,86	12,82
		III	38,70	39,50	41,10	39,10	35,80	36,50	37,20	38,70	36,80	33,60	15,97	16,37	15,59	15,34	16,35
	II	I	43,60	40,90	40,60	44,60	41,50	41,30	38,70	38,40	42,30	39,30	15,14	14,47	14,69	13,46	13,78
		II	40,60	39,40	40,30	42,10	40,70	38,40	37,20	38,10	39,80	38,50	16,16	16,43	14,35	15,69	14,34
		III	42,30	42,00	41,60	43,00	42,40	40,10	39,70	39,40	40,70	40,20	14,75	14,78	13,92	14,22	14,52
	III	I	45,90	49,00	48,90	47,00	44,70	43,50	46,20	46,30	44,50	42,30	15,43	14,69	16,15	14,94	15,64
		II	42,40	49,50	46,10	45,90	46,30	40,10	46,80	43,70	43,40	43,80	14,70	15,85	17,11	15,77	17,66
		III	45,20	47,00	46,50	48,40	47,70	42,80	44,20	43,90	45,60	45,20	18,85	19,89	20,91	15,44	18,89
	IV	I	36,50	33,80	37,20	35,80	33,90	34,50	32,10	35,20	33,70	32,20	11,17	10,26	9,82	9,95	9,78
		II	37,40	34,10	35,80	33,80	32,90	35,30	32,40	33,90	32,10	31,30	11,29	11,34	11,63	9,93	12,04
		III	34,40	34,00	34,50	34,20	32,50	32,50	32,30	32,60	32,40	30,80	9,82	10,24	10,28	9,50	9,72
8VA	I	I	41,00	40,30	41,90	41,60	40,00	38,70	38,10	39,70	39,30	37,80	16,86	16,21	15,38	15,80	15,84
		II	40,60	40,70	42,40	41,70	40,10	38,40	38,50	40,10	39,50	37,80	15,83	17,56	16,02	14,49	16,04
		III	40,60	40,80	43,60	41,50	38,50	38,40	38,50	41,20	39,20	36,30	19,41	16,48	17,93	17,38	17,52
	II	I	44,70	42,60	42,00	46,00	42,80	42,40	40,40	39,80	43,70	40,60	16,45	15,60	15,22	16,86	16,06
		II	42,50	42,30	41,70	44,40	42,90	40,30	40,10	39,50	42,10	40,70	17,62	16,99	16,91	16,24	15,94
		III	43,90	43,80	42,40	45,10	44,30	41,70	41,50	40,20	42,80	42,10	16,63	15,30	15,93	16,76	15,97
	III	I	48,50	51,40	50,40	50,00	47,80	46,10	48,60	47,80	47,50	45,40	17,83	18,18	18,47	19,09	18,62
		II	44,50	51,20	48,70	48,60	49,70	42,20	48,50	46,30	46,10	47,20	18,77	18,54	20,02	19,36	19,91
		III	47,80	50,40	49,00	50,60	49,80	45,40	47,60	46,40	47,80	47,30	25,03	20,70	24,33	19,15	20,38
	IV	I	37,60	34,60	37,40	37,70	34,30	35,60	32,90	35,40	35,60	32,60	12,16	13,70	11,40	11,76	11,35
		II	38,30	34,90	36,60	34,90	33,40	36,20	33,20	34,70	33,20	31,80	12,02	11,43	13,44	12,06	13,64
		III	36,00	34,50	35,80	36,10	34,20	34,10	32,80	33,90	34,30	32,50	11,07	10,35	10,72	10,10	10,03

EVALUACION	BLOQUE	TRATAMIENTO	Altura total de planta (cm)					Altura del tronco (cm)					Área foliar por Palma (m2)				
			P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
9NA	I	I	43,50	41,80	43,00	43,60	41,00	41,20	39,60	40,80	41,30	38,80	18,96	18,73	20,89	21,19	22,04
		II	41,90	42,70	44,60	43,50	41,70	39,70	40,50	42,30	41,30	39,40	17,33	17,75	17,89	17,60	17,17
		III	42,80	43,50	45,00	43,10	40,70	40,60	41,20	42,60	40,80	38,50	21,30	20,01	21,52	22,36	21,60
	II	I	46,00	44,70	43,30	48,10	44,40	43,70	42,50	41,10	45,80	42,20	17,70	17,83	15,58	17,88	18,92
		II	45,30	44,50	43,40	47,10	44,70	43,10	42,30	41,20	44,80	42,50	20,29	19,61	18,83	18,77	19,51
		III	45,50	45,90	43,70	47,90	45,40	43,30	43,60	41,50	45,60	43,20	20,65	21,75	19,22	19,67	19,22
	III	I	50,60	54,20	52,50	52,00	50,90	48,20	51,40	49,90	49,50	48,50	25,43	24,80	26,86	27,47	39,29
		II	46,20	54,80	51,20	52,00	51,70	43,90	52,10	48,80	49,50	49,20	21,38	20,58	22,71	25,93	27,73
		III	50,00	53,20	51,90	53,30	52,20	47,60	50,40	49,30	50,50	49,70	28,57	26,07	26,99	26,29	24,83
	IV	I	38,80	35,30	38,50	38,80	34,80	36,80	33,60	36,50	36,70	33,10	13,35	16,30	14,88	13,61	13,11
		II	39,20	35,60	37,40	36,50	34,10	37,10	33,90	35,50	34,80	32,50	14,63	13,80	15,10	14,48	15,61
		III	37,40	35,30	37,30	37,60	35,00	35,50	33,60	35,40	35,80	33,30	12,71	14,21	14,83	14,29	13,04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 12. Análisis de variancia para la variable altura de planta.

F.V.	SC	GL	CM	F	p - valor
Modelo.	136,53	3	45,51	42,59	<0,0001
TRATAMIENTO	136,53	3	45,51	42,59	<0,0001
Error	8,55	8	1,07		
Total	145,08	11			

Cuadro 13. Análisis con la prueba de Duncan para la variable altura de planta.

Error: 1,0685

G.L.: 8

C.V.: 2,77

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
IV	32,88	3	0,6	d
I	36,03	3	0,6	c
II	38,16	3	0,6	b
III	42,16	3	0,6	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro N° 14. Análisis de variancia para la variable altura de tronco.

F.V.	SC	GL	CM	F	p - valor
Modelo.	117,71	3	39,24	38,42	<0,0001
TRATAMIENTO	117,71	3	39,24	38,42	<0,0001
Error	8,17	8	1,02		
Total	125,88	11			

Cuadro 15. Análisis con la prueba de Duncan para la variable altura de tronco.

Error: 1,0212

G.L.: 8

C.V.: 2,88

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
IV	31,05	3	0,58	d
I	33,78	3	0,58	c
II	35,93	3	0,58	b
III	39,62	3	0,58	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro N° 16. Análisis de variancia para la variable área foliar.

F.V.	SC	GL	CM	F	p - valor
Modelo.	44,67	3	14,89	11,89	<0,0026
TRATAMIENTO	44,67	3	14,89	11,89	<0,0026
Error	10,02	8	1,25		
Total	54,69	11			

Cuadro 17. Análisis con la prueba de Duncan para variable área foliar.

Error: 1,2526

G.L.: 8

C.V.: 8,89

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
IV	9,53	3	0,65	b
II	12,98	3	0,65	b
I	12,99	3	0,65	b
III	14,87	3	0,65	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 18.Dosis de fertilización según producto comercial en kilogramos por hectárea.

Tratamiento	kg/ha del fertilizante		
	Urea	Superfosfato triple de calcio	Cloruro de Potasio
T1	14,3	21,45	10,73
T2	21,45	28,6	14,3
T3	28,6	35,75	21,45
T4 (Testigo)	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 19.Dosis de fertilización según elemento químico en kilogramos por hectárea.

Tratamiento	kg/ha por elemento		
	Nitrógeno (N)	Fosforo (P)	Potasio (K)
T1	57	85	43
T2	85	114	57
T3	114	142	85
T4 (Testigo)	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia



Cuadro N° 20. Formato para la obtención de datos de las variables en campo.

PARAMETROS	P1	P2	P3	P4	P5
Altura de planta (cm)					
Altura del tronco (cm)					
Numero de hojas					
	Folios:	Folios:	Folios:	Folios:	Folios:
Área de la hoja	Largo (cm):	Largo (cm):	Largo (cm):	Largo (cm):	Largo (cm):
	Ancho(cm):	Ancho(cm):	Ancho(cm):	Ancho(cm):	Ancho(cm):