UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA DE TESIS

ESTUDIO DEL EFECTO DE CUATRO BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.)**. EN EL CANTÓN BUENA FÉ, LOS RÍOS, ECUADOR 2013.**

AUTOR:

LUIS ENRIQUE MONTAÑO CARPIO

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Agr. M. C. ROMMEL RAMOS REMACHE

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Luis Enrique Montaño Carpio, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

LUIS ENRIQUE MONTAÑO CARPIO

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Ing. Agr. M. C. Rommel Ramos Remache, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Luis Enrique Montaño Carpio, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de. Ingeniero agropecuario de grado titulada "**ESTUDIO DEL EFECTO DE CUATRO BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LA PALMA ACEITERA** (*Elaeis guineensis* Jacq.)**. EN EL CANTÓN BUENA FÉ, LOS RÍOS, ECUADOR 2013.**", bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

_____

Ing. Agr. M. C. Rommel Ramos Remache
DIRECTOR DE TESIS DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

APROBADO:

_____

Ing. Agr. M. Sc. Diana Véliz Zamora.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

_____ _____

Ing. Agr. M. Sc. Jaime Vera Chang. Ing. Agr. M. Sc. Wilfrido Escobar Pavón.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL **MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

AGRADECIMIENTO

A mi familia abuelos, tíos y primos, que de alguna u otra manera me brindaron su apoyo incondicional en la realización de mi investigación y por ende la culminación de mis estudios y por sus concejos en momentos tan cruciales en la perdida de mi querida madre, muchas gracias.

A mi papá Silvio Montaño Quiñonez por el apoyo brindado en el transcurso de mi carrera universitaria.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a la Facultad de Ciencias Pecuarias por haber permitido mi formación profesional.

Al Ing. M. C. Rommel Ramos docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias por aportar con sus conocimientos en la investigación y a la Ing. Marlene Medina por el apoyo brindado en los tramites de tesis.

A la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera, (ANCUPA), y su personal técnico y administrativo.

A los técnicos del departamento de investigación del CIPAL (Centro de Investigación en Palma Aceitera), Dr. Gustavo Bernal, Ingenieros. Cristian Vega, Eduardo Paredes, Bladimir Bravo y Mayra Ronquillo, por la confianza brindada al permitirme realizar esta investigación.

LUIS ENRIQUE MONTAÑO CARPIO

DEDICATORIA

A la que es mi motor de inspiración y superación y me encamino a seguir esta carrera que por cosas de la vida se encuentra en el cielo pero todos los días la llevo en mi corazón a mi mamá Lcda. Silvia Aida Carpio.

A mis dos hermanos Silvio Montaño el ñaño y Yenifer Edith Montaño, quienes me han mostrado comprensión y respeto.

A mi hija Thifany a mis sobrinos Yeray Andre Caicedo y Silvia Tatiana que un futuro esta tesis de investigación se ha un ejemplo de perseverancia, dedicación y trabajo.

A la madre de mi hija y compañera Dexy León por la comprensión que me ha tenido.

LUIS ENRIQUE

ÍNDICE GENERAL

PORTADA……..i

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS…….....….ii

CERTIFICACIÓN……iii

MIEMBROS DE TRIBUNAL DE TESIS..…….....iv

AGRADECIMIENTOS……..v

DEDICATORIA…….....vi

ÍNDICE GENERAL……....vii

RESUMEN EJECUTIVO…….....xvi

ABSTRAC……..xvii

CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN……

1.1. Introducción 1

1.2. Problematización 2

1.3. Justificación 3

1.4. Objetivos 4

1.4.1. Objetivo general.....4

1.4.2. Objetivos específicos 4

1.5. Hipótesis 4

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO……

2.1. Fundamentación Teórica 5

2.1.1. Historia del cultivo en Ecuador 5

2.1.2. Origen del cultivo de palma 6

2.1.3. Botánica de la palma 6

2.1.4. Taxonomía.....6

2.1.5. Características climáticas 7

2.1.6. Características de suelo 7

2.1.7. Descripción morfológica de la palma africana 8

2.1.7.1. Raíces 8

2.1.7.2. Tallo.....8

2.1.7.3. Hojas 9
2.1.7.4. Inflorescencias 9
2.1.8. Características productivas y vegetativas 12
2.1.8.1. Número de racimo 12
2.1.8.2. Peso promedio de racimo 12
2.1.8.3. Rendimiento 12
2.1.8.4. Área foliar 13
2.1.8.5. Peso seco hoja 15
2.1.8.6. Longitud del raquis 15
2.1.8.7. Emisión 15
2.1.9. Manejo del cultivo 18
2.1.9.1. Podas 18
2.1.9.2. Cosecha 19
a. Estado de madurez del fruto 19
b. Frecuencia de cosecha 21
2.1.9.3. Nutrición vegetal 21
2.1.9.4. Nutrientes esenciales para la planta 23
2.1.9.5. Nutrientes primarios 24
a. Nitrógeno 24
b. Fosforo 24
c. Potasio 25
2.1.9.6. Nutrientes secundarios 26
a. Calcio 26
b. Magnesio 27
c. Azufre 27
2.1.9.7. Micronutrientes 27
a. Boro 28
b. Cloro 28
c. Cobre 28
d. Hierro 29
e. Manganeso 29
f. Molibdeno 29
g. Zinc 29

2.1.9.8. Balance Ca; Mg; K.....31
2.1.9.9. Capacidad de intercambio catiónico.....32
2.1.9.10. Movimiento de nutrientes suelo hacia la superficie de las raíces. 33
a. Flujo de masas.....33
b. Difusión 34
c. Intercepción radicular 34
2.1.9.11. Manejo responsable de nutrientes.....35
2.1.9.12. Control de malezas.....35
2.1.9.13. Aplicación de raquis a la corona.....36
CAPÍTULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN…….....
3.1. Materiales 38
3.1.1. Localización de la investigación.....38
3.1.2. Material genético 38
3.1.3. Materiales de campo 39
3.1.4. Materiales de oficina.....39
3.2. Diseño Experimental.....39
3.2.1. Modelo matemático 43
3.3. Métodos del Experimento 44
3.3.1. Área foliar de la hoja 9 (AF).....44
3.3.2. Peso seco foliar (PSF).....45
3.3.3. Longitud del raquis 45
3.3.4. Emisión foliar (EF) 45
3.3.5. Rendimiento (R).....46
3.3.6. Número de racimos por planta (NRP).....46
3.3.7. Peso promedio del racimo (PPR) 46
3.3.8. Rentabilidad.....46
3.3.9. Métodos Específicos de Manejo del Experimento 47
3.3.9.1. Análisis de suelo y foliares 47
3.3.9.2. Control de malezas.....47
3.3.9.3. Controles fitosanitarios.....47
3.3.9.4. Fertilización 47

3.3.9.5. Podas 48

3.3.9.6. Cosecha 48

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN……

4.1. Resultados y Discusión 47

4.1.1. Variables productivas 47

4.1.1.1. Número de racimos planta año 47

4.1.1.2. Peso promedio del racimo (Kg) 47

4.1.1.3. Rendimiento (ton ha^{-1} a^{-1}) 48

4.1.2. Variables vegetativas 49

4.1.2.1. Área foliar 49

4.1.2.2. Peso seco de la hoja 49

4.1.2.3. Longitud del raquis 49

4.1.2.4. Emisión agosto 2013 53

4.1.2.5. Emisión octubre 2013 54

4.1.2.6. Emisión diciembre 2013 54

4.1.2.7. Emisión febrero 2014 54

4.1.2.8. Emisión abril 2014 55

4.1.2.9. Emisión julio 2014 55

4.1.2.10. Emisión mes/año 56

4.1.3. Análisis económico 57

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……

5.1. Conclusiones 56

5.2 Recomendaciones 56

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFIA……..

6.1. Literatura Citada 57

CAPÍTULO VII. ANEXOS……

7.1. Anexos 68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro.		Página
1	Área foliar de la hoja después de diferentes años de siembra.	13
2	Promedios de emisión foliar con influencia de riego.	15
3	Emisión foliar a los 120, 240 y 360 días y promedio de la emisión foliar por mes, en el segundo año de evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (*E. oleifera x E. guineensis*) de palma aceitera.	16
4	Nutrientes disponibles en las hojas podadas	18
5	Frecuencia de cosecha dependiendo la época del año.	20
6	Niveles críticos de nutrientes en el suelo a considerar para elaborar un programa de nutrición para el cultivo de palma aceitera.	21
7	Niveles críticos de nutrientes en la hoja a considerar para elaborar un programa de nutrición para el cultivo de palma aceitera.	22
8	Formas químicas de los elementos esenciales que puede ser absorbida por las plantas.	29
9	Análisis bromatológico del raquis descompuesto.	37
10	Condiciones meteorológicas del lugar experimental Hacienda Gema.	38
11	Descripción del experimento evaluado en el Ensayo “Prácticas Agrícolas”.	40
12	Análisis de la varianza para el Ensayo “Prácticas Agrícolas”.	41
13	Programa de fertilización realizado en la investigación.	46

continúa……

Cuadro. Página

14 Promedio y coeficiente de variación de las variables productivas N de racimos, PP racimo y Rendimiento (ton ha^{-1} a^{-1}) registrado en palma aceitera mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013. 48

15 Promedio y coeficiente de variación de las variables vegetativas. Área foliar, Peso seco foliar, Longitud de raquis, registrado en palma aceitera mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013. 50

16 Promedio y coeficientes de variación de la variable vegetativa emisión foliar lecturas registradas cada 2 meses en palma aceitera mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013. 53

17 Beneficio bruto de campo, costo variable y beneficio neto parcial. 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Cronología del fruto de Palma Aceitera.	10
2	Posición de cada hoja con su respectiva filo taxia.	42

ÍNDICE DE CUADROS DE ANEXOS

Cuadro.		Pág.
1	Cuadrados Medios de las variables productivas Número de racimos, Peso promedio del racimo y Rendimiento (ton ha^{-1} a^{-1}) registrados en palma aceitera mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013.	62
2	Cuadrado Medios de las variables vegetativas Área foliar, Peso seco foliar, Longitud de raquis, registrado en palma de aceite mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013.	62
3	Cuadrado medios de las variables de emisiones de los meses de agosto, octubre, diciembre, febrero, abril, junio, registrados en palma aceitera mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013.	63
4	Cronograma de actividades de la investigación.	64

ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

Figura.		Pág.
3	Identificación de la investigación.	65
4	Establecimiento parcelas.	65
5	Calicata para revisar raíces.	65
6	Raíces sanas.	65
7	Cosecha de racimos.	65
8	Planta con raquis.	65
9	Reporte de análisis de suelo del campo experimental Hda “Gema” Buena Fé Los Ríos 2013	66
10	Reporte de análisis foliar del campo experimental Hda “Gema” Buena Fe Los Ríos 2013	67
11	Formato para variables productivas.	68
12	Formato para variables productivas.	69
13	Parcelas distribuidas en el lote experimental.	70

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio se realizó en la hacienda Gema propiedad del Arq. Gerardo Villamarin ubicada en el Km. 57 de la vía Santo Domingo – Buena Fe – Provincia de Los Ríos, Republica del Ecuador. Su ubicación Geográfica corresponde a 0´ 42” 00” de latitud Sur, 79´ 30” 00” de longitud y una altura de 149 msnm el objeto de estudio fue evaluar cuatro prácticas agrícolas en el rendimiento y la rentabilidad de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Los tratamientos se distribuyeron en el campo bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Los cinco tratamientos (manejo convencional, poda, cosecha, fertilización, aplicación raquis) dispuestos en cuatro repeticiones, se avaluaron las siguientes variables: peso del racimo kg, número de racimos y rendimiento ton ha^{-1} a^{-1}, además se calculó la rentabilidad a cada uno de los tratamientos. En cuanto que a las variables productivas peso del racimo kg, numero de racimos y rendimiento ton ha^{-1} a^{-1}, el tratamiento cinco (poda + cosechas + fertilización + aplicación de raquis) registro los mejores promedios con 4.11 kg, 9.42 racimos y 5.63 ton ha^{-1} a $^{-1}$**,** en su orden. En el análisis de la rentabilidad se pudo observar que el tratamiento cinco no es rentable, debido a que presenta una rentabilidad negativa en los doce meses de investigación, mientras que el tratamiento dos registró un beneficio positivo 1,35 USD.

ABSTRAC

The study was conducted on the farm Gema owned by architect Gerardo Villamarin located at Km 57 of the road Santo Domingo – Buena Fé - Los Rios Province, Republic of Ecuador. Its geographical location corresponds to 0´42 '00 "south latitude, 79' 30" 00 "in length and a height of 149 meters the object of study was to evaluate four agricultural practices in performance and profitability of oil palm (Elaeis guineensis Jacq .). The treatments were distributed in the design field under a randomized complete block design (DBCA). For means comparison Tukey test at 5% probability was applied. The five treatments (conventional management, pruning, harvesting, fertilization, rachis application) arranged in four repetitions, the following variables were valued: kg bunch weight, number of bunches and yield ton ha^{-1} a^{-1}, also the performance was calculated each of the treatments. As soon as the weight of the bunch kg, number of bunches and yield ton production variables ha-1 a-1, treatment five (pruning + harvest + fertilization + application rachis) register the best average with 4.11 kg, 9.42 clusters and 5.63 t ha^{-1}, in that order. In the profitability analysis it was observed that treatment five is not profitable, because it has a negative return in the twelve months of research, while treating two recorded a positive profit $ 1.35.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

En el Ecuador, el cultivo de palma aceitera ha tenido un constante crecimiento, hasta el 2005 alcanzó las 207 285.31 hectáreas (Censo Nacional, ANCUPA 2005). Este crecimiento ha ido acompañado de la generación de fuentes de trabajo directas e indirectas, y ha beneficiado a miles de familias dedicadas a esta actividad. El 87.1% de palmeros son pequeños productores con plantaciones menores a 50 hectáreas. (Ancupa, 2005).

Burgos (2011) citado por Macas (2014), afirma que a pesar del crecimiento del cultivo, su rendimiento en el Bloque Occidental (Santo Domingo, La Concordia, Quinindé y Quevedo) sigue siendo bajo con 12-14 t/RFF/año debido a condiciones climáticas adversas (ej. déficit hídrico, bajas temperaturas y déficit horas luz) y malas prácticas de manejo agronómico.

Las prácticas de manejo del cultivo de la palma se han mejorado substancialmente en los últimos años y se ha demostrado que son herramientas indispensables para lograr altos rendimientos y que al mismo tiempo son rentables y sustentables. Sin embargo, estas prácticas adecuadas de manejo no ha sido utilizadas en forma integrada en el trabajo diario de las plantaciones y su utilización parcial no logra los incrementos de rendimiento esperados (Bernal, 2001) citado por (Macas, 2014).

Macas (2014), afirma que si no se pueden manejar las condiciones climáticas; Sin embargo, un manejo agronómico adecuado (ej. podas semestrales, cosechas semanales, fertilización balanceada, control de malezas en la corona) ofrece a la planta un ambiente más favorable para desarrollarse en forma vigorosa y enfrentar con mayor probabilidad de éxito el efecto de los múltiples agentes que causan

disturbios fitosanitarios (abióticos: estrés y bióticos: agentes fitopatógenos y plagas) e incrementar su rendimiento a lo largo del tiempo.

Fairhurst (2009), citado por Macas (2014), recalca que debe pensarse que los principios de las “Buenas Prácticas Agrícolas” son aplicables a toda escala, sean pequeños o grandes productores. Además implementando esas prácticas se logra mejorar rendimientos y productividad con impacto positivo en los mercados de exportación.

La provincia de los Ríos tiene buenas perspectivas de crecimiento del cultivo de palma aceitera en la zona, por la lamentable crisis fitosanitaria que se tenga registrada desde la llegada de la palma esta enfermedad es conocida como PC (Pudrición del Cogollo), en los últimos años la PC ha causado la pérdida de más de 15.000 hectáreas de cultivo solo en la zona de San Lorenzo en el periodo 2004 – 2005, se disemino esta enfermedad, y más de 8.000 hectáreas en la zona de Viche cuya enfermedad se propago en los años 2011 - 2012. Pero los primeros registro de aparición de esta enfermedad fue en 1979 en la región Amazónica, que en el periodo 1992 – 1993 devasto la mayoría de las plantaciones con un promedio de 10.000 hectáreas.

1.2. Problematización

Una de las causas de la baja producción de la palma aceitera en el Bloque Occidental que comprende los sectores de Santo Domingo, La Concordia, Quinindé y Quevedo es la distribución irregular de la precipitación con un déficit hídrico en el segundo semestre del año al tratarse de una especie exigente en agua, demandando entre 150 a 180 mm por mes, precipitaciones mensuales de menos de 100 mm, durante dos meses consecutivos, ocasionan un desequilibrio en la producción, y nos limita a realizar fertilización durante este semestre. A esto

se suma la carente información sobre los efectos del uso adecuado de prácticas agrícolas en la producción de palma aceitera para la zona de Buena Fe, es imprescindible establecer criterios técnicos de manejo para incrementar la producción de racimos de fruta fresca (RFF) y el contenido de aceite.

1.3. Justificación

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son el conjunto de técnicas y métodos agronómicos que han demostrado ser los medios más rentables y viables para reducir la diferencia entre el rendimiento económico efectivo y su máximo, y minimizar el impacto del sistema de producción sobre el entorno mediante la utilización eficaz de los insumos externos y los medios de producción (Fairhurst *et al.*, 2003). Además, buscan proporcionar a los dueños de plantaciones, administradores de fincas y gente relacionada con el cultivo conceptos y principios de manejo del cultivo y nutrición, orientados a la mejora de la productividad y generar información para la zona palmicultora de la provincia de Los Ríos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Implementar cuatro Buenas Prácticas Agrícolas, (poda, cosecha, fertilización, aplicación de raquis) en el desarrollo, rendimiento y rentabilidad del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), en el Cantón Buena Fé (Fumisa).

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la respuesta del cultivo al uso de Buenas Prácticas Agrícolas, mediante variables agronómicas tomadas en las parcelas de investigación.

- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.5. Hipótesis

H_a: Al menos unas de las buenas prácticas agrícolas influyen en el desarrollo, rendimiento y rentabilidad de la palma aceitera.

H_o: Ninguna de las buenas prácticas agrícolas influyen en el desarrollo, rendimiento y rentabilidad de la palma aceitera.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. Historia del cultivo en Ecuador

Según Dávila (2010), el cultivo de la palma aceitera se inicia en el Ecuador en el año 1953, con una plantación ubicada en el kilómetro 37 de la via Santo Domingo – Quinindé, utilizando material Dura Deli, introducido por Roscoe Scoot, procedente de la plantación de United Fruit Company de Honduras; en los siguientes años, Scoot difunde la semilla entre sus vecinos y, en el año de 1960, con sus propias manos, instala la primera planta extractora en los predios de su plantación.

El Banco Nacional de Fomento entrega importantes préstamos con fondos provenientes del BID, destinados al desarrollo del cultivo y a la formación de la Estación Experimental de Palma Aceitera. En esa misma época, los hermanos Scott venden un terreno de 100 hectáreas donde se instala la Estación Experimental, la cual en agosto de 1963 pasa a manos del INIAP , tomando gran impulso en su desarrollo; el Programa de Palma continua a cargo del Ing. Víctor Manuel Nápoles, quien en 1965 a través de una beca otorgada por la FAO, viaja a Nigeria y Costa de Marfil para realizar estudios sobre el cultivo y la producción de semillas de palma; posteriormente se traslada a Malasia, donde ya se desarrollaban plantaciones a gran escala; en septiembre de 1966 regresa al Ecuador, dando inicio a la producción de semilla en la Estación Experimental de Palma Aceitera, convirtiéndose el INIAP en el principal proveedor de semilla para el establecimiento de los cultivos de palma en aquella época en nuestro país. (Dávila, 2010)

Empezando la década de los años 70 ya existían varios palmicultores y algunas empresas dedicadas al cultivo de la palma aceitera, en la zonas de Santo Domingo hacia Quininde y Quevedo, quienes toman la decisión transcendental de agruparse en una organización privada sin fines de lucro, y es así como en

octubre de 1970 nace la ASOCIACION NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA AFRICANA (ANCUPA).

2.1.2. Origen del cultivo de palma

La palma aceitera es originaria de África, de la región del Golfo de Guinea, extendiéndose aproximadamente hasta los 15 grados de latitud norte y sur. Desde tiempos remotos la planta crece de forma silvestre, siendo su fruto utilizado para la extracción del aceite para consumo humano. Durante el siglo XX se transforma en cultivo comercial, estableciéndose en varios países africanos para luego ser introducida en América difundiéndose y adaptándose rápidamente por todo el continente (Acupalma, 2003).

2.1.3. Botánica de la palma

Bernal (2001), señala que botánicamente a la palma de aceite se la conoce como *Elaeis guineensis.* Este nombre le fue dado por Jacquin en 1973, con base a la palabra griega *elaion,* que significa aceite. En cuanto al nombre especifico *guineensis,* hace honor a la región de Guinea de donde se considera originaria.

La palma de aceite tiene 16 pares de cromosomas. Es una planta monocotiledónea, esto significa que su semilla tiene un solo cotiledón o almendra. Es una planta monoica: las flores masculinas y femeninas se producen independientes, aunque en una misma palma; y es alogama, pues su polinización es cruzada (Bernal, 2001).

2.1.4. Taxonomía

Según Hartley (1983), la palma aceitera pertenece a la siguiente ubicación taxonómica.

Reino: Vegetal

Clase: Monocotiledónea

Orden: Arecales
Familia: Arecaceae
Tribu: Cocoineae
Género: Elaeis
Especie: *Elaeis guineensis*

2.1.5. Características climáticas

- Precipitación: de 1.500 a 1.800 mm/año, entre 120 a 150 mm/mes.
- Brillo solar: aproximadamente 1.400 horas/año, 115 horas/mes.
- Temperatura: media diaria-anual entre 24 a 26 grados centígrados.
- Humedad ambiental: promedio diario mensual 75% de humedad relativa.
- Altitud: no mayor de 500 msnm.

2.1.6. Características de suelo

A pesar de crecer y producir en una gran variedad de suelos, los adecuados para el mejor desarrollo y rendimiento, son los de textura franco-limosa a franco – arcilloso. El rango de pH adecuado para el cultivo es de 5 a 6,5.

Los suelos de la principal zona productora de palma africana en el Ecuador, son Santo Domingo de los Colorados – Quinindé – Quevedo son de origen volcánico con contenido variable de alófono (arcillas amorfas); la textura es franco – arenoso, los cuales son ideales en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

Por su alto porcentaje de porosidad y ninguna compactación. Con el desarrollo del cultivo las exigencias de suelo, en sus condiciones físico-químicas, son mayores, por lo que para obtener una constante y adecuada producción debe implementarse un excelente y oportuno manejo del suelo y cultivo, a fin de contrarrestar los efectos negativos de las condiciones del suelo como son: limitada

estructura para el sostenimiento y anclaje de la palma, baja capacidad de retención de agua y reducida actividad química (Chávez, 2003).

2.1.7. Descripción morfológica de la palma africana

2.1.7.1. Raíces

El sistema de raíces se origina inicialmente en la radícula pero en poco tiempo es reemplazado por las raíces primarias que se originan en la base de la lígula y luego en forma continuada, desde los nudos basales del estipe conjuntamente con raíces adventicias, aunque por norma general, estas abortan y se secan sin llegar al estado funcional. Las raíces primarias seniles se reemplazan continuamente a medida que mueren. El sistema de raíces cumple dos funciones diferentes: Es el soporte de las palmas a cargo de las raíces primarias y secundarias, y es el mecanismo de absorción de agua y minerales nutrientes del suelo, a cargo de las raíces primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias (Revelo, 2002), citado por (Macas, 2014).

Las raíces primarias casi no tienen capacidad de absorción. Las raíces secundarias, de menor diámetro, son algo más absorbentes en la porción próxima a su inserción en las primarias y su función principal es la de servir de base a las raíces terciarias (10 cm. de longitud) y estas a su vez, a las cuaternarias (no más de 5 mm). Estos dos últimos tipos de raíces son los que conforman la cabellera de absorción de agua y nutrientes para la planta (Raygada, 2005), citado por (Macas, 2014)

2.1.7.2. Tallo

El estipe o tronco de la palma es columnar y casi uniforme en el diámetro, con excepción de la base, la cual es un tanto abultada. El estipe de la palma aceitera es único porque no produce yemas ni retoños (Revelo, 2002), citado por (Macas, 2014).

El tallo funciona como un órgano de sostén vascular y de almacenamiento. Puede alcanzar una altura de 30 m, pero en otras no llega a más de 15 o 18 m. El ancho del tallo despojado de las bases de las hojas, varia de 20 a 75 cm (Hartley, 1983).

2.1.7.3. Hojas

La hoja es pinnada simple, produciendo foliolos lineales o pinnas a cada lado del pecíolo. Este puede dividirse en dos zonas, el raquis que lleva los foliolos y el pecíolo que es mucho más corto que el raquis y produce solo espinas laterales. En la unión del pecíolo con el raquis se encuentran pequeños foliolos con vestigios de láminas. La longitud de los pecíolos varía enormemente y en palma deli puede llegar a medir 12 m. algunos pecíolo pueden permanecer verdes por un periodo considerable, tienen un promedio de 100 a 160 pares de foliolos dispuestos en diferentes planos, correspondiendo el tercio central de la hoja (Hartley, 1983).

La filo-taxia o distribución de las hojas indica que ellas están dispuestas en ocho espirales respecto del eje vertical. Conocer el ordenamiento permite identificar la ubicación de cada hoja, lo cual resulta indispensable en la toma de muestras para los análisis foliares, como el conteo de algunas plagas (Bernal, 2001), citado por (Macas, 2014).

2.1.7.4. Inflorescencias

Así se tiene que, para Corley & Tinker (2009**),** la diferenciación del sexo ocurre 24 meses antes de la antesis, o de 29 a 30 meses antes de la cosecha.

Según Umaña (2004) sostiene que, en la axila de cada primordio foliar se encuentra localizado un primordio floral unos 2 o 3 meses después de que el primordio foliar se formó. Esta estructura es al principio bisexual con el potencial de desarrollarse en una inflorescencia de cualquier sexo. Alrededor de 10 meses después de que el primordio se inició, se determina el sexo de inflorescencia. Aun

cuando en cada axila se produce un primordio floral, algunas veces abortan durante el desarrollo y nunca llegan a ser visibles:

Figura 1. Cronología del fruto de Palma Aceitera.

Fuente: Bernal, F, y Almonacid, M. ANCUPA. 2006. Citado por Reinoso 2009.

La palma de aceite es monoica (es decir las flores masculinas y femeninas se presentan separadamente pero en la misma planta), polinización cruzada es realizada por el gorgojo *elaeidobius kamerunicus,* los incestos son atraídos a las flores masculinas (en donde se alimentan y completan su ciclo vital) por un fuerte olor a anís liberado cuando las flores comienzan a derramar el polen en la antesis, que persiste por 2-5 días. Las flores femeninas también producen un olor a anís en la antesis (que dura por 36-48 horas) y los gorgojos que llevan el polen desde las flores masculinas son atraídos de este modo a las flores femeninas receptivas en las palmas vecinas (Fairhurst, 2003.)

2.1.8. Características productivas y vegetativas

2.1.8.1. Número de racimo

Martínez (2014), evaluó el comportamiento agronómico de 13 híbridos interespecíficos (*e. oleífera x e. guineensis*) de palma aceitera de distintas procedencias en la zona de Santo Domingo y su área de influencia (en su tercer año de plantación), como resultado obtuvo que la variedad Tenera INIAP *(Elaeis guinensis)* aunque no fue el mejor tratamiento presento 2,16 racimos al año.

2.1.8.2. Peso promedio de racimo

Martínez (2014), evaluó el comportamiento agronómico de 13 híbridos interespecíficos (*e. oleífera x e. guineensis*) de palma aceitera de distintas procedencias en la zona de Santo Domingo y su área de influencia (en su tercer año de plantación), como resultado obtuvo que la variedad Tenera INIAP *(Elaeis guinensis)* aunque no fue el mejor tratamiento presento 3,96 kg racimo.

2.1.8.3. Rendimiento

Si bien es cierto que no todos los años son iguales en cuanto al clima, siempre se ha mantenido este déficit hídrico que en promedio dura entre 5 y 6 meses lo que indudablemente afecta al cultivo; esto se ve directamente reflejado en las bajas producciones que se obtienen (producción promedia anual 12 t/ha/año la más baja entre los países productores de palma aceitera) cuando el cultivo en condiciones óptimas puede llegar a producir hasta 40 t/ha/año, (Corley & Tinker, 2009).

Mite *et al.,* (1999) señalan que, saber la influencia que ejerce el riego sobre la producción y rentabilidad de la palma aceitera es, sin lugar a dudas, de gran importancia en zonas de humedad insuficiente. Se observa que, la mayor respuesta se obtiene en r1 (con Riego) con un promedio de 25.03 t/ha; en tanto

que, la menor respuesta se obtiene en r0 (sin Riego) con un promedio de 19.85 t/ha.

Nevarez (2010) en su investigación titulada. Evaluación de tecnologías en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), con una edad de 11 años de plantación, en el Cantón La Concordia, Provincia de Esmeraldas, reporto el siguiente rendimiento 12,76 en el tratamiento (P.R. + C.S. + F.B. + Control de maleza con glifosato).

2.1.8.4. Área foliar

Para Vallejo & Figueredo (1986) citado por Vega (2010), en palma aceitera, el follaje es de primaria importancia para determinar el rendimiento. A cada hoja le corresponde una inflorescencia y el tamaño y desarrollo de ésta depende de la cantidad y estado del follaje.

También mencionan que el área foliar aumenta con la edad de la palma, al menos hasta cuando alcanza los 17 años de desarrollo. La yema vegetativa produce hojas a un ritmo casi constante, que en una palma adulta viene a ser de unas 20 a 25 hojas por año. Finalmente, las hojas formadas en la etapa madura, que se inicia entre el tercero y cuarto año, son pinnadas y están constituidas por un número de 200 a 320 folíolos repartidos a uno y otro lado del raquis sobre dos niveles. Los folíolos pueden alcanzar una longitud hasta de 1.20 metros y un ancho de 5 a 6 centímetros.

Según Umaña (2004), la falla de racimos (malogro de racimos) aparece frecuentemente mayor en palmas jóvenes con grandes cargas de racimos y con área foliar y reservas inadecuadas para desarrollar los racimos producidos.

Fairhurst (2003) demostró que el área de la hoja podría calcularse en forma confiable a partir de valores medios de la sección transversal del peciolo (STP) durante los 5 primeros años.

El mismo autor asegura que el cierre del dosel se ha definido como la etapa en la cual el 80% de la radiación que entra es intersectada por el cultivo o cuando las hojas de tres palmas vecinas se sobreponen, el dosel esta efectivamente cerrado mucho antes de que las hojas alcancen su tamaño máximo. Para las densidades de palma normales de entre 136-143 palmas ha^{-1}, esto ocurre alrededor de 5 años después del trasplante pero la oportunidad precisa también depende de factores tales como la fertilidad del suelo, prácticas de fertilización, clima y tipos de material de siembra. El cierre del dosel ocurre con mayor rapidez con las densidades de siembra más altas.

Cuadro 1. Área foliar de la hoja después de diferentes años de siembra.

Años aproximados después de la siembra	Área foliar m^2
5	7
6	9
8	10
10	11
12	12

Fuente: Fairhurst (2003).

2.1.8.5. **Peso seco hoja**

Martinez (2014), evaluó el comportamiento agronómico de 13 híbridos interespecíficos (*e. oleífera x e. guineensis*) de palma aceitera de distintas procedencias en la zona de Santo Domingo y su área de influencia (en su tercer año de plantación) como resultado obtuvo que la variedad Tenera INIAP *(Elaeis guinensis)* aunque no fue el mejor tratamiento presento 1,75 kg peso seco de la hoja.

2.1.8.6. Longitud del raquis

Martínez (2014), evaluó el comportamiento agronómico de 13 híbridos interespecíficos (*e. oleífera x e. guineensis*) de palma aceitera distintas procedencias en la zona de Santo Domingo y su área de influencia (en su tercer año de plantación) como resultado obtuvo que la variedad Tenera INIAP *(Elaeis guinensis)* aunque no fue el mejor tratamiento presento 258,32 cm longitud del raquis.

2.1.8.7. Emisión

El número de hojas nuevas producidas por una palma es bajo en el primer año después del trasplanté, pero puede ser tan alto como de 40/año dos años después del trasplanté; luego decae constantemente con la edad estabilizándose desde los 8-12 años con aproximadamente 20-24 hojas por año, Las hojas representan la fábrica de las palmas, porque son las encargadas de la producción de nutrimentos y energías esenciales para la producción de racimos (Corley, 2009)

Robles (1980) indica que, es importante evaluar la producción de hojas pues a la postre ésta determina el número de inflorescencias (una por axila) y por consiguiente los rendimientos de la plantación.

Sanjinés (1987) citado por Vega (2010), flechas acumuladas durante las épocas de sequía. Lo más probable es que estas generen inflorescencias masculinas, o a su vez, racimos malogrados debido a las condiciones adversas a las que fueron sometidas, la inflorescencia asociada con cada hoja que no se abre y permanece en estado de flecha sufrirá el mismo retraso, afectando la producción 15 meses más tarde.

Vega (2010), reporto los siguientes promedios de emisión foliar con influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos tenera de palma aceitera (*elaeis guineensis* jacq.) de distintos orígenes en su quinto año de ejecución. La Concordia, Esmeraldas.

Cuadro 2. Promedios de emisión foliar con influencia de riego.

Factores	Emisión foliar (hojas/mes)		
	Época 1	**Época 2**	**Anual**
Riego			
R1 Con Riego	2.17	1.89	2.03
r0 Sin Riego	2.36	1.59	1.98
Híbridos			
h1 INIAP	2.30a	1.74ab	2.02a
h2 IRHO	2.15b	1.63b	1.89b
h3 ASD	2.35a	1.84a	2.10a
Interacciones			
r1h1 (INIAP Con Riego)	2.23	1.19a	2.08
r0h1 (INIAP Sin Riego)	2.37	1.56c	1.96
r1h2 (IRHO Con Riego)	2.03	1.80ab	1.92
r0h2 (IRHO Sin Riego)	2.27	1.45c	1.86
r1h3 (ASD Con Riego)	2.25	1.93a	2.09
r0h3 (ASD Sin Riego)	2.45	1.76b	2.11

Según Paredes (2012), en su investigación comportamiento agronómico de hibridos interespecíficos (e. *oleifera x e. guineensis*) de palma aceitera en Santo Domingo y sus alrededores reporto los siguientes datos.

Cuadro 3. Emisión foliar a los 120, 240 y 360 días y promedio de la emisión foliar por mes, en el segundo año de evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (*E. oleifera x E. guineensis*) de palma aceitera.

Tratamientos	120 días	240 días	360 días	Promedio mensual
	*	**NS**	**NS**	**
T1 INIAP (Taisha x Calabar 1)	10,08a	8,88	7,23	2,18ab
T2 INIAP (Taisha x Calabar 5)	9,60ab	8,95	7,15	2,10abc
T3 INIAP (Taisha x Calabar 6)	9,27ab	8,67	7,36	2,05abc
T4 INIAP (Taisha x Calabar 7)	9,98 a	9,09	7,59	2,19ab
T5 INIAP (Taisha x Calabar 8)	10,74 a	9,84	8,02	2,35 a
T6 INIAP(Taisha x Calabar 11)	9,74 a	8,97	7,23	2,16ab
T7 INIAP (Taisha x Angola 15)	9,36ab	8,43	7,01	2,07abc
T8 INIAP (Taisha x Angola 16)	10.09a	8,93	6,77	2,15ab
T9 INIAP (Taisha x Angola 17)	10,06a	9.04	7,24	2,19ab
T10 La Cabaña (Coari x La Mé)	9,02b	7,99	6,50	1,93bc
T11 Palmar del Río (Taisha x Avros)	9,59ab	8,50	6,76	2,07abc
T12 PDA (Coari x La Mé)	7,77b	8,17	6,52	1,85bc
T 13 INIAP (Eleais guineensis)	9,06b	8,46	6,31	1,73c
Promedio General	9,58	8,76	7,05	2,08
CV %	7,66	6,85	8,92	6,45
Tukey 5%	2,19			0,40

2.1.9. Manejo del cultivo

2.1.9.1. Podas

Consiste en el corte de hojas bajeras envejecidas que de alguna manera pierdan más del 50% del área foliar, por lo tanto no útiles para la planta. Se realiza una vez por año en los meses de menor precipitación, el corte de hojas se efectúa lo más cerca del estipe o tronco dejando aproximadamente 15 cm del tronco a fin de evitar la retención de frutos, para realizar esta labor en palmas de más de 3 metros se utiliza cuchillo malayo (Chávez & Rivadeneira, 2003)

En condiciones normales las hojas que han perdido área foliar se cortan en los ciclos regulares de podas, una o dos veces por año, pero las hojas verdes no deberían podarse, sin embargo, cuando se cosechan los racimos es necesario eliminar una o más hojas verdes para ganar acceso al pedúnculo del racimo. La poda convencional para palmas adultas típicamente da por resultado un número de hojas entre 32 y 40 por palma, aunque ocasionalmente se pueden encontrar números menores (Corley, 2009).

Henson (2002) observo que la poda también influencio las concentraciones de nutrientes en las hojas, ya que la relación entre las concentraciones de nutrientes y los rendimientos se alteró. Esto pudiera tenerse en cuenta cuando se usan los datos de análisis foliares para los planes de fertilización.

El mismo autor afirma que la recuperación de la palma por las podas es mejor en palmas jóvenes, ya que pueden producir más rápidamente nuevas hojas que las palmas viejas.

Los foliolos de las hojas podadas contienen alrededor del 80% del N y la mayor parte del P y Mg disponibles en las hojas podadas mientras que todas las otras partes de las hojas podadas contienen grandes cantidades de . La liberación de nutrientes de las hojas podadas es bastante rápida y en un experimento en

Malasia alrededor de 43% del N, 63% del P, 76% del K y 60% del Mg contenidos en las hojas podadas fueron mineralizados (principalmente a partir de los foliolos) cerca de 24 semanas después de la poda, las cantidades de N y K reciclados representan así una proporción significativa de la absorción anual del N y K, y de este modo una parte importante del ciclo de nutrientes en las palmas adultas, la ubicación de las hojas en el campo pueden distribuirse sobre las líneas entre hileras para suministrar una cobertura al suelo para minimizar los efectos de la salpicadura de la lluvia y el lavado superficial, conservar la humedad del suelo, contener el crecimiento de malezas y minimizar la erosión del suelo (Kee & Chew, 1997).

Cuadro 4. Nutrientes disponibles en las hojas podadas

Parte de la planta	N	P	K	Mg
	Kg ha^{-1} $año^{-1}$			
Foliolos	66	4	29	6
Raquis	10	2	49	3
Peciolo	6	1	24	2
Total	82	7	102	11

Fuente: Kee & Chew, 1997.

2.1.9.2. Cosecha

Según Vera (1998) para cualquier especie de planta cultivada, la cosecha es la fase final de todos los procesos y prácticas agronómicas destinadas a obtener una alta producción y es una labor que se debe hacer en forma eficiente y oportuna. Una labor de cosecha aumenta los méritos de la gestión agronómica y administrativa de la plantación; en cambio, una cosecha deficiente ocasiona pérdidas, determinando lo que técnicamente se realizó en campo.

El mismo autor manifiesta que en la palma de aceite no existe un patrón definido que determine una óptima cosecha; además, los indicadores visuales existentes son subjetivos y depende de la habilidad del operario. De otra parte el control de calidad en el campo es posterior a la ejecución de la cosecha y por lo tanto solo sirve para tomar medidas correctivas para el futuro.

El método de cosecha de las palmas jóvenes es con un cincel, palín o podón de 5 cm de ancho con un mango corto, la regla general es evitar cortar cualquier hoja verde a menos que sea inevitable. Desde los 5 años en adelante se usa una herramienta alternativa un hoz o cuchillo. Una vez que el racimo este maduro según el criterio del presente, pero por descuido se ha dejado sin cosechar, cuando llegue el siguiente ciclo de cosecha estará excesivamente maduro. Entonces habrá un gran número de frutos diseminados en el suelo, y los ácidos grasos libres en estos frutos ya estarán elevándose (Corley, 2009).

a. Estado de madurez del fruto

Bajo nuestras condiciones se considera como buen criterio de madurez cuando el racimo, a más de presentar un cambio de coloración de rojo anaranjado al rojo opaco, inicia el desprendimiento natural de más de 5 frutos por racimo, de acuerdo con la edad de la planta, unos aseguran que el máximo contenido de aceite se logra tan pronto como se inicia el proceso de desprendimiento de los frutos, otros consideran que lo ideal son cinco frutos por racimo, porque el costo y el tiempo que implica la recolección de pocos frutos es aceptable (Vera, 1998).

El mismo autor manifiesta que el porcentaje de aceite está determinado por el porcentaje total de frutos, la cantidad de pulpa y el porcentaje de aceite en pulpa. Sin embargo, consideran que la máxima acumulación de aceite en el racimo se presenta cuando los frutos comienzan a desprenderse del mismo.

b. Frecuencia de cosecha

La edad de la palma no ejerce ninguna influencia sobre la velocidad de maduración de los racimos, y que la madurez optima se alcanza entre los 175 y 185 días después de la antesis, siendo el volumen de producción el factor que determina la frecuencia duración de los ciclos de cosecha (Vera, 1998).

La fructificación de la planta es constante, lo que obliga a realizar cosechas continuas a través de todo el año y que están en relación con la edad de la planta y condiciones de clima de acuerdo con el siguiente calendario:

Cuadro 5. Frecuencia de cosecha dependiendo la época del año.

	Época del año	
Edad plantación (años)	Lluviosa	Seca
3 – 4	5 días	7 días
5 -8	7 días	10 días
9 -15	9 días	13 días
+ -15	15 días	20 días

Fuente: INIAP citado por Chaves & Rivadeneira (2003)

2.1.9.3. Nutrición vegetal

Existen multitud factores que gobiernan el crecimiento y el comportamiento de los cultivos. Para que un cultivo exprese su máximo rendimiento, es necesario que todos estos factores estén en un nivel óptimo. Si uno o más factores se presentan en niveles inadecuados, resultara en una disminución del rendimiento. Por lo tanto, no debemos olvidar que aun estando todos los factores nutricionales en niveles óptimos, una sequía, enfermedades o cualquier factor no controlable puede resultar en un cultivo improductivo. De todos estos factores que regulan el desarrollo y rendimiento de las plantas, temperatura, humedad, enfermedades, nutrientes, etc., es quizás, la nutrición de las mismas, el más importante. Lo mejor

que uno puede hacer es tratar de optimizar el nivel de todos los nutrientes en el suelo y la planta, con la esperanza de encontrar altos rendimientos, siempre que no se encuentre algún otro factor limitante (CSR, 2013).

Según Mite (2009) en palma aceitera el ciclo de nutrientes incluye los siguientes factores:

- Remoción de nutrientes en los racimos cosechados
- Inmovilización en el tronco.
- Reciclaje de poda de hojas (frondas) y las inflorescencias masculinas y el lavado de las hojas.
- También se puede incluir el reciclaje en el campo de los racimos vacíos y de los residuos provenientes de la extractora.

El análisis foliar da una indicación del estado nutricional de una plantación, proporcionando una buena información sobre los desequilibrios nutricionales.
Los datos de análisis de suelo deben también usarse para validar las indicaciones de deficiencias basadas en los resultados de los análisis foliares (Lárez, 2003).

Cuadro 6. Niveles críticos de nutrientes en el suelo a considerar para elaborar un programa de nutrición para el cultivo de palma aceitera.

Nutriente	Palma madura > 6 años		
	Deficiente	Optimo	Exceso
NH_4 ppm	< 30	35 – 40	> 45
P ppm	< 9	10 – 14	> 15
K meq/100	< ,22	0,24 – 0,38	> 0,40
Ca meq/100	< 50	5,1 - -8,9	> 9
Mg meq/100	< 1,5	1,7 - -2,3	> 2,40

Fuente: Fairhurst et al., 2005

Cuadro 7. Niveles críticos de nutrientes en la hoja a considerar para elaborar un programa de nutrición para el cultivo de palma aceitera

Nutriente	Palma joven (< 6 años)		
	Deficiente	Optimo	Exceso
N %	< 2,30	2,40 – 2,80	< 3,00
P %	< 0,14	0,15 – 0,18	< 0,25
K %	< 0,75	0,90 – 1,20	> 1,60
Mg %	< 0,20	0,25 – 0,40	> 0,70
Ca %	< 0,25	0,50 – 0,75	> 1,00
S %	< 0,20	0,25 – 0,35	> 0,60
B (mgkg-1)	< 8	15 -- 25	> 40
Cu (mgkg-1)	< 3	5 -- 8	> 15
Zn (mgkg-1)	< 10	12 -- 18	> 80

Fuente**:** Fairhurst et al., 2005

2.1.9.4. Nutrientes esenciales para la planta

Se conoce que 16 elementos químicos son esenciales para el crecimiento de la planta. Estos elementos están divididos en dos grandes grupos: minerales y no minerales, conocer la función de los nutrientes es importante ya que el fertilizante es uno de los insumos más costosos y necesario dentro de una plantación ya que la palma aceitera responde directamente a la fertilización, por ello es importante conocer la funcionalidad de ellos dentro del metabolismo vegetal. Sin embargo en la mayoría de las plantaciones existe un tremendo potencial para incrementar los rendimientos y la rentabilidad con el uso adecuado de fertilizantes (Leon, 1998), citado por (Macas, 2014).

Un programa de fertilización rentable resulta de la integración de aspectos como: conocimiento del estado de manejo de la plantación, conocimiento de los tipos de

suelos presentes en la finca e interpretación agronómica de los análisis de suelos y foliar (Espinosa, 2002), citado por (Macas, 2014).

Los elementos con funciones específicas y esenciales en el metabolismo de las plantas se clasifican en: elementos primarios, secundarios y micronutrientes, según su concentración en la planta y conforme a sus requerimientos para el adecuado crecimiento, reproducción y desarrollo de la palma, (Kirkby, 2008).

2.1.9.5. Nutrientes primarios

El nitrógeno, el fosforo y el potasio son llamados nutrientes primarios porque son los elementos esenciales que son deficientes en los suelos.

a. Nitrógeno

El nitrógeno forma parte de muchos compuestos orgánicos (aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos) y varios de estos compuestos actúan como enzimas que catalizan reacciones bioquímicas en las plantas. Por esta razón, el N es esencial para casi todos los procesos fisiológicos. El N incrementa el área foliar, mejora la producción de hojas y en consecuencia mejora la asimilación neta de la palma. El N es el motor del crecimiento (Fairhurst *et al., 2005*).

Las aplicaciones abundantes de N que llevan a contenidos foliares de N mayores al 2.8 % disminuyen el Mg foliar a menos de 0.24 % y aumentaron los síntomas de follaje anaranjado. (Hartley, 1983).

b. Fosforo

El fosforo es un constituyente esencial de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) que están involucrados el almacenamiento transferencia de la información genética. Se encuentran en compuestos que contienen fosfolípidos en las membranas de la célula y por lo tanto están involucrados en el mantenimiento de la necesaria

separación entre los varios procesos fisiológicos en las células de las plantas. El P es parte del adenosina difosfato y adenosina trifosfato, compuestos indispensable para todos los procesos que requieren energía. Por esta razón, la deficiencia de P interrumpe el crecimiento y funciones de la planta lo que reduce la tasa de producción y expansión de las hojas y el área foliar. (Fairhurst *et al., 2005*).

El fosforo es esencial para el crecimiento de la planta, particularmente para el crecimiento de la raíz durante el establecimiento y las primeras etapas de la plantación. (Mite *et al,* 1999).

c. Potasio

El potasio activa varias encimas que catalizan las reacciones bioquímicas de la síntesis de almidones, proteínas y grasas. También interviene en varios pasos de la síntesis de proteínas (traslado de información genética e incorporación del N inorgánico en los aminoácidos). El K mejora el efecto de las fitohormonas (ácido indol acético y citoquinas), compuestos requeridos para el crecimiento del tejido meristematico. El K desempeña un importante papal en la conversión de luz a energía bioquímica durante la fotosíntesis y por lo tanto es requerido para la fijación de CO_2. (Fairhurst *et al., 2005*).

El mismo autor manifiesta que K juega un papel central en la osmoregulación de las plantas (extensión de células y regulación de los estomas) y otras funciones relacionadas con la adaptación al estrés por agua, esta también involucrado en la translocación de los carbohidratos y otros fotosintatos desde la fuente (hojas) al sumidero a sitio de acumulación (inflorescencias, racimos y raíces), el tamaño y número de los racimos se reduce cuando las plantas presentan deficiencia de K.
El potasio es el nutriente más absorbido por el cultivo de palma, por lo tanto, incide en la producción (Espinoza, 2001), exportándose en una cosecha de 25 ton/ha de fruta la cantidad de 94 kg K/año y una absorción total de la planta (material

vegetativo, hojas podadas, racimos e inflorescencias) de la cantidad de 250 kg de K/año, (Calvache, 1999). Citado por (Guañuna, 2012).

El potasio puede presentar antagonismo con el calcio y el magnesio, o sea, una deficiencia de potasio se refleja en un exceso de calcio o magnesio y un exceso de potasio en una deficiencia de calcio o magnesio, (Owen, 1993). Citado por (León, 1998).

.

2.1.9.6. Nutrientes secundarios

Son elementos de importancia para la nutrición de las plantas al igual que los elementos primarios, ya que intervienen en diferentes funciones dentro de la planta, (Inpofos, 1997), citado por (Nevarez, 2010).

a. Calcio

Según Perter (2005), citado por Guañuna (2012), las funciones de calcio relacionadas con el desarrollo del meristemo a nivel celular son:

- Facilita la división y alargamiento de las células del meristemo.
- Consolida las membranas celulares del meristemo.
- Regula la permeabilidad de las membranas de la célula.
- Actúa como barreras físicas.
- Concentraciones de Ca^{2+} es siempre alta en las vacuolas y baja en el citoplasma. La salud celular y de la planta entera depende del surtido de calcio desde las vacuolas como respiratorias. El calcio alto en el citoplasma es toxico porque siempre precipita al fosforo.
- La vacuola es una etapa crítica en la demanda por calcio para la formación y crecimiento de las células del meristemo.

A pesar de que consideramos que un suelo con menos de 3.0 meq/100g de Ca intercambiable y menos de 20 % de saturación de Ca es un suelo bajo en Ca, hasta ajora no se han reportado deficiencias visibles de este elemento en la palma de aceite. (León, 1998).

b. Magnesio

El magnesio tiene muchas funciones en el metabolismo de la planta de palma aceitera. Es el constituyente central de la molécula de clorofila, el pigmento verde que convierte la energía de la luz solar en energía bioquímica durante la fotosíntesis. El magnesio también es un componente esencial de la enzima que cataliza la síntesis de la clorofila y es necesario en todos los procesos que requieren energía, como la síntesis de carbohidratos y proteínas y el transporte de asimilados desde las hojas a los racimos y raíces, mejorando así la eficiencia de absorción de nutrientes. La eficiente síntesis de aceite en los racimos de palma aceitera está relacionada con el adecuado suplemento de Mg. (Fairhurst *et al.,* 2005).

c. Azufre

El azufre es un constituyente de los aminoácidos (cisteína y metionina) que son los bloques principales para la construcción de las proteínas. El S también es un elemento estructural de coenzimas requeridas para la formación de ácidos grasos de cadena larga y por lo tanto para la síntesis de aceite en el mesocarpio y la almendra. (Fairhurst *et al.,* 2005).

2.1.9.7. Micronutrientes

Los micronutrientes en las plantas son requeridos en menores cantidades para el adecuado crecimiento y producción. A pesar de las bajas cantidades que se requiere dentro de los tejidos de los órganos de las plantas, los micronutrientes tienen la misma importancia que los macronutrientes ya que son constituyentes de

las paredes de la células, membranas celulares, constituyentes enzimáticos, activadores de enzimas, en la fotosíntesis, etc. (Kirkby & Romheld, 2008).

a. Boro

El boro es esencial para la elongación de las raíces, síntesis de ácidos nucleicos, formación de la pared celular, metabolismo del fenol, diferenciación de los tejidos, integridad de la membrana plasmática, formación de carbohidratos, proteínas y polen y crecimiento del tubo polínico. El B entra generalmente a la planta a través del flujo creado por la transpiración, pero la relocalización dentro de la planta es restringida debido a su movilidad por el floema. Por esta razón los síntomas de deficiencia aparecen en los tejidos meristematicos jóvenes lo que explica la presencia de los síntomas en la parte distal de las hojas. (Fairhurst *et al.,* 2005).

b. Cloro

En la planta el cloro, es un cofactor que evita el funcionamiento de la molécula de agua en el fotosistema II y estimula el transporte de electrones, (Kirkby & Romhled, 2008).

Es un nutriente esencial para la vida de las plantas, está involucrado en muchas reacciones energéticas, en especial en la descomposición química del agua en presencia de la luz solar y en la activación de varios sistemas enzimáticos. Además, está involucrado en el transporte de cationes K, Ca y Mg dentro de la planta, regulando la apertura y cerrando las células “guarda” en los estomas. De esta forma, controla la perdida de agua y el estrés por humedad y manteniendo la turgencia de la célula. (IPNI, 2013).

c. Cobre

El cobre es un constituyente esencial de proteínas y enzimas (citocroma oxidasa) y está involucrado en el transporte de electrones en el fotosistema I en la

fotosíntesis. El Cu se encuentra en el polifenol oxidasa, una enzima involucrada en la síntesis de lignina. El Cu también participa en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y N. La viabilidad del polen se reduce con la deficiencia de Cu. (Fairhurst *et al.,* 2005).

El aumento del cobre en la planta induce la resistencia debido al incremento en la síntesis de peróxidos, compuestos fenólicos y quinonas, que presentan propiedades fungicidas y bactericidas por excelencia, (Fancelli y Vasquez, 2006). Citado por (Guañuna, 2012).

d. Hierro

Se requiere hierro en todas las enzimas que catalizan procesos de redox (citocromo y ferrredoxina) en las plantas. Por lo tanto, el Fe juega un papel importante en la fotosíntesis, metabolismo de la energía y fijación de N_2. El Fe es también un constituyente de las proteínas de hierro – azufre. (Fairhurst *et al.,* 2005).

e. Manganeso

El Mn acelera la germinación y la maduración de las plantas incrementa la disponibilidad de P y Ca,
El proceso de absorción de Mn por parte de la planta puede ser restringido al existir altas concentraciones de Ca, Mg, Zn, en especial del K y el Na, (Fancelli y Vásquez, 2006). Citado por (Guañuna, 2012).

El Mn acelera la germinación y la maduración de las plantas incrementa la disponibilidad de P y Ca.

f. Molibdeno

En la planta el Mo es importante para la asimilación de nitrógeno como constituyente de la nitrato reductasa y nitrogenasa, presentes en las leguminosas moduladas que actúan en la fijación de N_2, (Inpofos, 1997), citado por (Nevarez, 2010).

g. Zinc

El zinc está presente en las plantas como catión divalente en metal enzimas, alguna de las cuales ligan las enzimas y sus correspondientes sustratos (Kirkby & Romheld, 2008).

El zinc participa en el metabolismo de las plantas favoreciendo la activación de enzimas, síntesis de aminoácidos y de fitohormonas (giberelinas, auxinas) ayudando al desarrollo y el crecimiento de las plantas, (Fancelli y Vásquez, 2006). Citado por (Guañuna, 2012).

Cuadro 8. Formas químicas de los elementos esenciales que puede ser absorbida por las plantas

Elemento	Ión o Molécula
C	CO_2(por las hojas)
H	H^+ ; HOH (Hidrogeno del agua)
O	$^{=}$; OH^- ; $CO_3^=$; $SO_4^=$; CO_2 (por las hojas)
P	$H_2PO_4^=$; $HPO_4^=$
K	K^+
N	NH_4^+ ; NO_3^-
S	$SO_4^=$
Ca	Ca^{++}
Mg	Mg^{++}
Fe	Fe^{++} , Fe^{+++}

Cu	Cu^{++}
Mn	Mn^{++}
Zn	Zn^{++}
B	H_3BO_3; $H_2BO_3^-$; $B(OH)_4^-$
Mo	$MoO_4^=$
Cl	Cl^-

Fuente: León, P. 1998

2.1.9.8. Balance Ca; Mg; K

(Ayala, 2008), citado por (Macas, 2014), menciona que para el caso de los cationes Potasio, Calcio y Magnesio, no se puede asegurar que el problema nutricional del cultivo de la palma radica principalmente en su deficiencia, sino más bien en un elevado desbalance entre estos tres cationes. Se aprecia un exceso de Calcio con relación al Magnesio y, en muchos casos, un exceso de Magnesio con relación del Potasio, lo que se ha agudizado en muchas áreas por no manejar su fertilización en base de un análisis de suelo y/o foliar.

La mayoría de las reacciones de los cationes Ca, Mg y K en los suelos depende de las proporciones en que estos iones intercambiables se encuentran en el complejo de cambio del suelo. Por esta razón es indispensable, cuando se tienen los resultados analíticos, calcular algunas relaciones entre ellos que indican la manera como se comportan con respecto a la nutrición de las plantas (León, 1998), citado por (Macas, 2014).

León (1998), manifiesta que el antagonismo consiste en que el aumento por encima de cierto nivel de la concentración de un elemento reduce la absorción de otro. Ejemplos: Na/Ca, K/Mg, Ca/Mg y K, Ca/Fe, Mn, Zn y B, Fe/Mn, N/K. Quizá el elemento más preocupante en suelos calizos sea el Ca, que como vemos es antagonista con multitud de elementos. También un exceso de abonado nitrogenado vemos que impide una correcta asimilación del K.

2.1.9.9. Capacidad de intercambio catiónico

Según León (1998). Por cambio iónico se entiende el proceso reversible en virtud del cual son cambiados cationes (+) y aniones (-) entre las fases liquidas y solidas si están en contacto estrecho una con otra. El cambio iónico es debido casi enteramente a la fracción arcilla (menor de 2 micras) y a la materia orgánica, es decir, a la fracción coloidal del suelo.

Es el potencial que tiene un suelo (o sus constituyentes) de absorber cationes de la superficie de sus partículas, los cuales pueden pasar a la fase soluble por los fenómenos de intercambio.
De este fenómeno son responsables en el suelo las arcillas y la materia orgánica tienen cargas positivas y negativas en una alta proporción estas son neutralizadas por cationes y aniones respectivamente.

En la relación Ca/Mg, el nivel crítico es 1, idealmente debe ser 2. Si es menor de 1, el suelo puede tener problemas físicos y nutricionales por exceso de Mg con relación al Ca. Si la relación es mayor a 7.0 puede que las plantas sufran por deficiencia de Mg, aunque el análisis del Mg intercambiable no lo indique. Para el caso del Ca:Mg:K: la relación es de 2:1:0.3 (60-30-10) aproximadamente, pero se pueden aceptar desviaciones no muy altas.

Para Mg/K, se considera bajo si es menor a 2 y alto si es mayor a 5. Los parámetros se mueven de acuerdo al tipo de suelo. Para (Ca+Mg)/k, la relación se considera bajo se es menor a 10 y alto si es mayor a 40. Si es muy alta, el Ca y el Mg en exceso pueden impedir la absorción del K por la palma y para (Ca + Mg + K), se considera baja cuando la sumatoria es inferior a 5, media entre 5 y 9 y alta si es mayor de 9.

La capacidad de intercambio catiónico efectiva en mucho de los suelos tropicales y sub tropicales ácidos pueden ser menor a 5 meq/100 g de suelo, cantidad

necesaria para retener cationes como el K y evitar su perdida por lixiviación. Además, se considera que el nivel mínimo de K intercambiable para la agricultura tropical es de 0.10 meq/100g de suelo, pero puede variar de 0.07 a 0.20 meq/100 g dependiendo de la clase de suelos y plantas. Un nivel menor a 0.15 meq/100 g (60 ppm) es generalmente inadecuado para el normal desarrollo de la planta.

2.1.9.10. Movimiento de nutrientes suelo hacia la superficie de las raíces.

Los procesos y factores que contribuyen a la transferencia de los nutrimentos en el suelo a las plantas son variadas e involucran a la raíz, la concentración de los iones en la rizosfera, el ambiente y la actividad de los microorganismos del suelo, (González y Trejo- Téllez, 2007). Citado por (Guañuna, 2012)

El mismo autor manifiesta que la adecuada actividad de nutrientes en el suelo, dependerá de la absorción de nutrientes por las raíces, así como la liberación de la fase sólida. Estos en sus diferentes formas se encuentran ligados a la fase solida con diferente energía. Así por ejemplo, el NO^{-3} y el Cl^{-} están prácticamente libres de la absorción en la mayoría de los suelos. El K, Ca, Mg y NH4 son absorbidos eléctricamente; el Fe y el Cu pueden formar complejos y quelatos; y el P puede formar complejos de alta insolubilidad como los óxidos de Al y Fe. De todas estas formas de.

a. Flujo de masas

El transporte de nutrientes depende estrictamente del flujo de agua, pues comprende la cantidad de nutrientes arrastrados por el agua por unidad de sección transversal al flujo, por unidad de tiempo, (Calvache, 1994).

Es un proceso pasivo y la cantidad de iones que se acumulan en la raíz, dependerá de la concentración de los nutrientes en la solución del suelo y de la

tasa de evapotranspiración de la planta, (González Y Trejo- Tellez, 2007), citado por (Guañuna, 2012).

Los nutrientes que lo utilizan como mecanismo de movilización son Ca, Mg, B, Mo, N, Cu, S, Fe y el Mn, (Bertsch, 1998**),** citado por (Guañuna, 2012).

b. Difusión

Es un movimiento que ocurre atreves de la solución del suelo en repuesta a una gradiente de concentración del nutriente. El P y el K se movilizan en el suelo mediante este mecanismo, (Havlin, 1999), citado por (Guañuna, 2012).

Cuando la fuente de suministro de la rizosfera no se satisface por un proceso de intercepción o flujo de masa, se genera una fuerza de difusión para solventar la deficiencia nutricional, (González Y Trejo - Téllez, 2007), citado por (Guañuna, 2012).

c. Intercepción radicular

En esta ruta de acceso, un ion absorbido electrostáticamente, ya sea por la raíz o el coloide, no queda retenida con mayor fuerza, sino que oscila dentro de un determinado y pequeño volumen, permitiendo un estrecho contacto entre la raíz y los coloides del suelo, (González Y Trejo- Téllez, 2007), citado por (Guañuna, 2012).

Este mecanismo solo tiene repercusión para aquellos elementos como el Ca, que se encuentran en grandes cantidades en la fracción disponible, (Bertsch, 1998), citado por (Guañuna, 2012).

En este movimiento es de importancia el tipo de cultivo, el desarrollo de la raíz que debe ocupar entre el 0.7 al 0.9 % del volumen de suelo donde se desarrolla, su

morfología y la concentración de nutrientes en el suelo, (González Y Trejo- Téllez, 2007), citado por (Guañuna, 2012).

2.1.9.11. Manejo responsable de nutrientes

Según Bruulsema (2013). La aplicación de la fuente correcta de nutrientes a la dosis adecuada, en el momento adecuado y el lugar correcto, es el concepto básico del Manejo Responsable de Nutrientes bajo las 4R. Los cuatro “requisitos” son necesario para el manejo sostenible de la nutrición de las plantas: el manejo que aumenta de manera sostenible la productividad de plantas y cultivos.

Las ciencias de la física, la química y la biología proporcionan los principios fundamentales de la nutrición mineral de las plantas que crecen en los suelos. La aplicación de estas ciencias al manejo práctico de la nutrición de las plantas ha llevado al desarrollo de las disciplinas científicas de la fertilidad del suelo y la nutrición vegetal. Cada componente del manejo, de la fuente, dosis, momento y lugar, se basa en una ciencia única que describe los procesos importantes para la nutrición de las plantas.

Globalmente, los principios son los mismos, pero la forma en que se ponen en práctica a nivel local, varía en función de las condiciones específicas de suelo, cultivo, climáticas, meteorológicas, económicas y sociales. Los agricultores y los asesores de cultivo deberán asegurarse de que las practicas que ellos seleccionan y aplican a nivel local, estén de acuerdo con estos principios.

2.1.9.12. Control de malezas

Las malezas pueden definirse como plantas que están creciendo en el lugar equivocado y no son deseables por que compiten con el cultivo de interés para el agricultor o indirectamente causan perdidas en el rendimiento de la cosecha principal. El objetivo principal del control de malezas es mantener condiciones de

suelo favorables para el crecimiento de las plantas y minimizar los costos implícitos en el manejo de la plantación (Lárez, 2003).

El círculo alrededor de la palma debe mantenerse relativamente libre de malezas para facilitar la colección de la fruta suelta. En general, un círculo de 2,5 m de radio es adecuado. En este caso es preferible el control químico (Lárez, 2003).

Recalde (2008), citado por Macas (2014), indica que el combate químico se realiza utilizando los siguientes productos y dosis, Touch Down 48L Sulfosata 2cc/corona o glifosato 480 EC 2cc/ corona. Los intervalos de combate de malezas dependen del crecimiento y época climática, pudiendo ser entre 60 – 120 días.

2.1.9.13. Aplicación de raquis a la corona

Los racimos desfrutados representan 22- 25% del peso de los racimos de fruto fresco (RFF) procesados, los racimos desfrutados pueden restituirse al campo como una capa protectora o mantillo (mulch), (Fairhurst & Hardter, 2003)

Los mismos autores consideran que RD producidos en una plantación que rinde 22 t RFF ha^{-1}, son suficientes para cubrir el 10 % de un área plantada con 143 plantas, con una tasa de aplicación de 50 t de RD ha^{-1}, dirigidos en la corona la distribución de los RD dentro de una plantación depende de la logística asociada con la distancia desde la planta extractora y la topografía del campo debido al costo relativamente alto implicado en el transporte de los RD, los cuales se descomponen en el campo rápidamente perdiendo 50% de su peso en los tres primeros meses después de la aplicación, y generalmente descompensación completa seis meses después de la aplicación en el campo, la tasa de descompensación puede aumentarse por la adición de fertilizante mineral.

Con el objeto de incorporar materia orgánica al suelo y mejorar las características del suelo, se recomienda aplicar raquis en las plantaciones, el cual puede ser

colocados alrededor de la coronas como también en las interlineas. La cantidad de raquis que se aplicara dependerá de la edad de la planta, siendo recomendable en platas jóvenes (1-3 años) aplicar 300 kg de raquis (150 tusas aproximadamente) por planta/año. (Nevarez, 2010).

Beneficios de la aplicación del raquis:

- Incorpora nutrientes al suelo.
- Aporta compuestos bioquímicos esenciales para la vida vegetal como son las fitohormonas, encimas, aminoácidos, etc., por lo que estimula la generación y crecimiento de raíces.
- Contiene microorganismos que mejora las características de suelo.
- Conserva la humedad del suelo.
- Disminuye la erosión del suelo.
- Impide el desarrollo de malezas.

El uso de raquis (racimo sin fruto) alrededor de las palmas, es una práctica común especialmente en sitios donde se tiene facilidades de conseguirlo. Entre otras ventajas, ayuda a disminuir significativamente la incidencia del barrenador de la raíz (Sagalassa valida), regula las poblaciones de la plaga por períodos prolongados (Calvache, 1994).

Cuadro 9. Análisis bromatológico del raquis descompuesto.

Parámetros	Promedios
Humedad	0.93%
Cenizas	46.58%
Nitrógeno	3.0
Fosforo	0.25
Potasio	0.88
Calcio	1.59
Magnesio	0.60
Azufre	0.34
Boro	49
Zinc	98
Cobre	68
Hierro	4863
Manganeso	219

Fuente: INIAP (2010)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales

3.1.1. Localización de la investigación

La presente investigación se realizó en la hacienda Gema propiedad del Arq. Gerardo Villamarin ubicada en el Km. 57 de la vía Santo Domingo – Buena Fe – Provincia de Los Ríos, Republica del Ecuador. Con una ubicación Geográfica correspondiente a 0º 42” 00” de latitud Sur, 79º 30” 00” de longitud y una altura de 149 msnm.

Cuadro 10. Condiciones meteorológicas del lugar experimental Hacienda Gema

Temperatura promedio (ºC)	24.5[1]
Precipitación anual (mm)	2129.65[1]
Heleofanía (h/luz)	898.89[2]
Humedad relativa (%)	85.84[2]
Evaporación (mm)	990,08[2]

[1/] Datos registrados por PALMISA, desde 2010 – 2013
[2/] Datos registrados por la EET- PICHUILINGUE del INHAMI desde 1970- 2012

3.1.2. Material genético

La plantación de palma aceitera donde se ejecutó la investigación fue establecida en el año 2009 anterior a este existió un cultivo similar el cual cumplió su ciclo siendo remplazado por el actual. ASD (Deli x Ghana) de 4 años de edad

La distancia de siembra de las plantas es de 9 m x 9m dispuesta a tres bolillos, con una densidad de 143 pl ha^{-1}

3.1.3. Materiales de campo

- Machete
- Barreno
- Balanza
- Baldes
- Cinta métrica
- Letreros
- Cámara fotográfica digital
- Rozadora (moto guadaña)
- Fertilizante
- Análisis de suelo y foliar
- Bomba de mochila
- Malayo
- Guantes
- Pie de rey

3.1.4. Materiales de oficina

- Computadora
- Reamas de papel
- Impresora
- Pen drive
- Calculadora

3.2. Diseño experimental

En la investigación se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) integrado por cinco tratamientos y cuatro repeticiones (Cuadro 11). Cada unidad experimental estuvo conformada por 28 plantas, (3 años) distribuidas en cuatro hileras x 7 filas de las cuales se evaluaron las 10 plantas centrales.

Para el análisis funcional se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significancia.

Cuadro 11. Descripción del experimento evaluado en el Ensayo “Prácticas Agrícolas”.

Tratamiento	Descripción	Repetición	U E
T1	Testigo (Manejo de finca)	I	28
T1	Testigo (Manejo de finca)	II	28
T1	Testigo (Manejo de finca)	III	28
T1	Testigo (Manejo de finca)	IV	28
T2	Poda regular (PR), dos veces año.	I	28
T2	Poda regular (PR), dos veces año.	II	28
T2	Poda regular (PR), dos veces año.	III	28
T2	Poda regular (PR), dos veces año.	IV	28
T3	PR + Cosecha en rondas semanales (CRS)	I	28
T3	PR + Cosecha en rondas semanales (CRS)	II	28
T3	PR + Cosecha en rondas semanales (CRS)	III	28
T3	PR + Cosecha en rondas semanales (CRS)	IV	28
T4	PR + CRS + Fertilización balanceada 60:30:10 (Ca, Mg K) (FB)	I	28
T4	PR + CRS + Fertilización balanceada 60:30:10 (Ca, Mg K) (FB)	II	28
T4	PR + CRS + Fertilización balanceada 60:30:10 (Ca, Mg K) (FB)	III	28
T4	PR + CRS + Fertilización balanceada 60:30:10 (Ca, Mg K) (FB)	IV	28
T5	PR + CRS + FB + Aplicación de raquis (AR)	I	28
T5	PR + CRS + FB + Aplicación de raquis (AR)	II	28
T5	PR + CRS + FB + Aplicación de raquis (AR)	III	28
T5	PR + CRS + FB + Aplicación de raquis (AR)	IV	28
	Total		560

Cuadro 12. Análisis de la varianza para el Ensayo “Prácticas Agrícolas”.

F de V	GL
Total	19
Tratamientos	4
t5 vs. t4, t3, t2, t1	1
t4 vs. t3, t2, t1	1
t3 vs. t2, t1	1
t2 vs. t1	1
Bloques	3
Error Experimental	12

3.2.1. Modelo matemático

En la presente investigación se utilizó el siguiente modelo matemático.

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

Siendo:

Y_{ij} = una observación del tratamiento i en el bloque j

μ = la media general del experimento

α_i = el efecto de las labores culturales

β_j = el efecto de los bloques

ε_{ij} = el efecto del error experimental

3.3. Métodos del Experimento

3.3.1. Área foliar de la hoja 9 (AF)

Esta variable se expresó en metros cuadrados (m^2). Primero se reconoció la filo taxia de la palma (ej. derecha o izquierda). Se determinó la hoja número 9. A continuación se contó el número de foliolos de la hoja incluidos los foliolos rudimentarios, y se seleccionaron 3 foliolos de cada lado de la hoja, localizados en la parte media de la longitud del raquis. Se midió el largo de los foliolos en centímetros, para luego doblar los foliolos por la parte media y medir el ancho en centímetros.

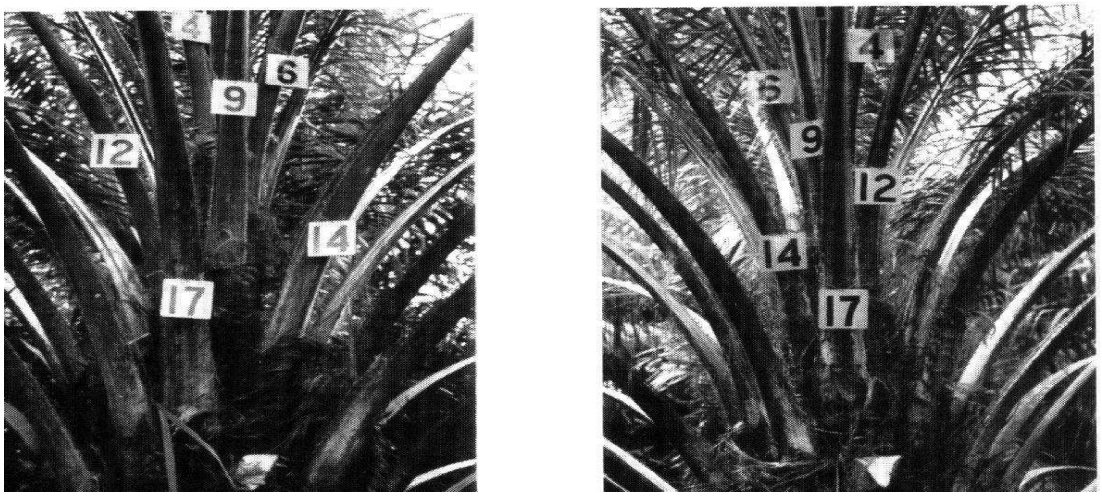


Figura 2. Posición de cada hoja con su respectiva filo taxia.

El área foliar se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{AF\ (m^2) = b\ x\ (n\ x\ lw)}$$

Dónde:

AF= Área foliar

n= Número de foliolos

lw= Promedio del Ancho del foliolo x Promedio del largo del foliolo en centímetros

b= Factor de corrección (para la palma aceitera es de 0.55. Este valor fluctúa entre 0.51 y 0.57. En la mayoría de experimentos se utiliza 0.55 (Hatley, 1986).

3.3.2. Peso seco foliar (PSF)

El PSF se expresó en kilogramos (kg). Primero se reconoció la hoja número 9 de la planta. Luego se midió el ancho y el espesor del peciolo donde terminan las espinas y comienzan los foliolos rudimentarios.

Para determinar el PSF se realizó la siguiente ecuación:

$$\mathbf{PSF\ (kg) = 0.1023 \times P + 0.2062}$$

Dónde:

PSF: Peso seco foliar
P: Ancho del peciolo x espesor del peciolo, expresado en centímetros.

3.3.3. Longitud del raquis

Con una cinta se midió, desde el inicio de los foliolos rudimentarios hasta la punta de la hoja número 9. Se lo expresó en centímetros

3.3.4. Emisión foliar (EF)

La EF se expresó en número de hojas emitidas cada dos meses (hojas/2 meses). Primero se identificó y se pintó el raquis de la hoja 1, con pintura roja resistente al agua. Después de 2 meses, se ubicó la hoja pintada y se determinó el número de hojas emitidas en ese período de tiempo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Emisión foliar} = \frac{\text{Nº hojas emitidas}}{\text{Nº meses transcurridos}}$$

3.3.5. Rendimiento (R)

Esta variable (R) se expresó en kilogramos por tratamiento (kg/tratamiento) y posteriormente en toneladas por hectárea (t/ha). Se cosecharon los racimos maduros en cada ciclo de cosecha. A continuación, se pesaron los racimos de fruta fresca (RFF). Se registraron los pesos obtenidos, para luego proyectar los rendimientos a t/ha.

3.3.6. Número de racimos por planta (NRP)

Para determinar el NRP, se contaron los racimos cosechados en cada ciclo de cosecha, y se registró el número de racimos por planta.

3.3.7. Peso promedio del racimo (PPR)

Para determinar el PPR, se pesaron los racimos cosechados en cada ciclo de cosecha, y se registró el peso del racimo.

3.3.8. Rentabilidad

Untuña (2013), obtuvo la rentabilidad mediante la suma del beneficio neto, dividido para el costo total y el resultado multiplicado por 100, empleando la siguiente fórmula.

$$\mathbf{R(b/c)} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo total}} \text{ X } 100$$

3.3.9. Métodos específicos de manejo del experimento

Las labores técnicas que reflejan el manejo agronómico del experimento fueron recomendadas por el personal técnico de ANCUPA.

3.3.9.1. Análisis de suelo y foliares

Estos análisis se realizaron en el mes de octubre del 2013 y fueron enviados al laboratorio de suelos del INIAP Santa Catalina con lo que se verifico el estado nutricional tanto del suelo como de las plantas evaluadas.

3.3.9.2. Control de malezas

- Tratamiento 1,2 y 3. Se realizó de acuerdo al manejo de la finca.
- Tratamiento 4 y 5. En la época seca se realizó la chapia y corona cada 4 meses, en la época lluviosa se realizó los controles de maleza cada 3 meses.

3.3.9.3. Controles fitosanitarios

Se realizó rondas sanitarias mensualmente en todo el lote experimental cuando se detectó alguna incidencia de una plaga o enfermedad se realizó el reporte para tomar las medidas respectivas de control en cuanto no se tuvo incidencia en las plantas netas de evaluación.

3.3.9.4. Fertilización

La Fertilización balanceada en el t_4 y t_5 se realizó al inicio y final de la época lluviosa considerando los análisis de suelo y análisis foliar, y se fertilizo de acuerdo al balance entre bases intercambiables Calcio Magnesio y Potasio en relación de 60-30-10 propuesta por el estudio de Balance Catiónico de ANCUPA-CIPAL. En los tratamientos t_1, t_2, t_3 se suministrará la fertilización de acuerdo al programa llevado en la finca.

Cuadro 13. Programa de fertilización realizado en la investigación.

Fertilizante	Tratamientos	kg/planta	Número de plantas	kg/tratamiento	Sacos	SACOS A COMPRAR
Nitrato de amonio	t4	0,700	112	78,40	1,57	4
	t5	0,750	112	84,00	1,68	
D.A.P	t4	0,500	112	56,00	1,12	3
	t5	0,450	112	50,40	1,01	
Muriato de potasio	t4	2,500	112	280,00	5,60	11
	t5	2,100	112	235,20	4,70	
Sulfato de magnesio	t4	0,600	112	67,20	1,34	4
	t5	0,900	112	100,80	2,02	
Azufre elemental	t4	0,140	112	15,68	0,63	2
	t5	0,170	112	19,04	0,76	
Ácido bórico	t4	0,150	112	16,80	0,67	2
	t5	0,150	112	16,80	0,67	
Óxido de Magnesio	t4	3,00	112	336,00	6,72	14
	t5	3,00	112	336,00	6,72	
TOTAL SACOS						**40**

3.3.9.5. Podas

La poda en el t_2, t_3, t_4, t_5, fue regular (PR) es decir realizo dos podas por año en intervalos semestrales dejando una hoja por debajo del racimo próximo a la cosecha, las hojas eliminadas se colocan alrededor de la corona como fuente de materia orgánica para mejorar la CIC

3.3.9.6. Cosecha

La cosecha en el t_3, t_4, t_5 se realizó en rondas estacionales es decir cada ocho a quince días dependiendo la época del año (seca o lluviosa) y se registraron el número y el peso del racimo, recogiendo toda la fruta suelta del campo. Los tratamientos t_1 y t_2 serán cosecho según el manejo de la finca.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y Discusión

4.1.1. Variables productivas

4.1.1.1. Número de racimos planta año

El análisis de varianza realizado al número de racimos mostró significancia estadística entre los tratamientos (P<0.05) tal como se puede observar en el Anexo 1. La prueba de Tukey indicó que el tratamiento cinco (poda + cosecha + fertilización +raquis) presentó el mayor promedio para esta variable con un valor de 9.42 racimos, siendo diferente estadísticamente del tratamiento uno (testigo manejo finca) que presento el menor promedio. Martínez (2014), en su investigación titulada “evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (*e. oleífera x e. guineensis*) de palma aceitera de distintas procedencias en la zona de Santo Domingo y su área de influencia en su tercer año de plantación”, en la cual obtuvo un promedio de 2.16 racimos por planta. El coeficiente de variación para esta variable fue del 21.28%.

4.1.1.2. Peso promedio del racimo (Kg)

El análisis de varianza realizado al peso promedio del racimo en kilogramos mostró significancia estadística entre los tratamientos (P<0.05) tal como se puede observar en el Anexo 1. La prueba de Tukey indicó que el tratamiento cinco (poda + cosecha + fertilización +raquis) presentó el mayor promedio para esta variable con un valor de 4.11 kg de peso, siendo diferente estadísticamente del tratamiento uno (testigo manejo finca) que presento el menor promedio. Este valor fue similar al obtenido por Martínez (2014), en su investigación titulada “evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (*e. oleífera x e. guineensis*) de palma aceitera de distintas procedencias en la zona de Santo Domingo y su área de influencia en su tercer año de plantación”, en la cual obtuvo un promedio de 3.96 kg por racimos. El coeficiente de variación para esta variable fue del 16.72%

4.1.1.3. Rendimiento (ton ha^{-1} a^{-1})

El análisis de varianza realizado al rendimiento (ton ha^{-1} a^{-1}) mostró significancia estadística entre los tratamientos ($P<0.05$) tal como se puede observar en el Anexo 1. La prueba de Tukey indicó que el tratamiento cinco (poda + cosecha + fertilización +raquis) presentó el mayor promedio para esta variable con un valor de 5.63 ton ha^{-1} a^{-1}, siendo diferente estadísticamente del tratamiento uno (testigo manejo finca) que presento el menor promedio. Nevarez (2010), en su investigación titulada. Evaluación de tecnologías en el rendimiento y rentabilidad de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el cantón La Concordia, provincia de Esmeraldas, en la cual obtuvo un promedio de 12.76 ton ha^{-1} a^{-1}, el coeficiente de variación para esta variable fue del 31.53%

Cuadro 14. Promedio y coeficiente de variación de las variables productivas N de racimos, PP racimo y Rendimiento (ton ha^{-1} a^{-1}) registrado en palma aceitera mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013.

TRATAMIENTOS	VARIABLES PRODUCTIVAS		
	Número de racimos	Peso promedio del racimo (Kg)	Rendimiento (ton ha^{-1} a^{-1})
1	5.37 b	2.65 b	2.15 b
2	8.87 ab	3.11 ab	4.18 ab
3	7.55 ab	3.25 ab	3.52 ab
4	7.80 ab	3.19 ab	3.60 ab
5	9.42 a	4.11 a	5.63 a
Prómedio	**7.80**	**3.26**	**3.81**
CV	**21.28**	**16.72**	**31.53**

Letras diferentes indican diferencias estadísticas al nivel de $P < 0.05$ y $P<0.01$

4.1.2. Variables vegetativas

4.1.2.1. Área foliar

El análisis de varianza realizado al área foliar no mostró significancia estadística entre los tratamientos (P>0.05) tal como se puede observar en el Anexo 2. La prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales, con un promedio general de 4.15 m^2, este promedio fue inferior al obtenido por Fairhurust (2003), “Palma de aceite manejo para rendimientos altos y sostenibles”, en la cual obtuvo un promedio de 7 m^2 en una palma de 5 años. El coeficiente de variación para esta variable fue del 15.00%.

4.1.2.2. Peso seco de la hoja

El análisis de varianza realizado al peso seco foliar no mostró significancia estadística entre los tratamientos (P>0.05) tal como se puede observar en el Anexo 2. La prueba de Tukey indicó que todos los tratamiento fueron estadísticamente iguales con un promedio general de 1.37 Martínez (2014), en su investigación titulada “evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (*e. oleífera x e. guineensis*) de palma aceitera de distintas procedencias en la zona de santo domingo y su área de influencia en su tercer año de plantación”, en la cual obtuvo un promedio de 1.75 kg. El coeficiente de variación para esta variable fue de 12.18%.

4.1.2.3. Longitud del raquis

El análisis de varianza realizado a la longitud del raquis no mostró significancia estadística entre los tratamientos (P>0.05) tal como se puede observar en el Anexo 2. La prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales con un promedio general de 360.34 cm, este valor fue superior al reportado por Martínez (2014), en su investigación titulada “evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (*e. oleífera x e. guineensis*) de palma aceitera de distintas procedencias en la zona de santo domingo y su área

de influencia en su tercer año de plantación", en la cual obtuvo un promedio de 258.32 cm. El coeficiente de variación para esta variable fue 7.74% .

Cuadro 15. Promedio y coeficiente de variación de las variables vegetativas Área foliar, Peso seco foliar, Longitud de raquis, registrado en palma aceitera mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013.

TRATAMIENTOS	VARIABLES VEGETATIVAS		
	Área foliar (m^2)	Peso seco h (kg)	Longitud raquis (cm)
1	4.01 a	1.34 a	359.73 a
2	4.15 a	1.33 a	361.94 a
3	4.03 a	1.34 a	348.10 a
4	3.93 a	1.29 a	363.50 a
5	4.64 a	1.54 a	368.43 a
Promedio	**4.15**	**1.37**	**360.34**
CV	**15.00**	**12.18**	**7.74**

Letras diferentes indican diferencias estadísticas al nivel de P < 0.05 y P<0.01

4.1.2.4. Emisión agosto 2013

El análisis de varianza realizado a la misión de agosto no mostró significancia estadística entre los tratamientos (P>0.05) tal como se puede observar en el Anexo 3. La prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales con un promedio general de 3.75 hojas/2 meses, Vega (2010). En su investigación "Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos tenera de palma aceitera (*elaeis guineensis* jacq.) de diferentes orígenes en su quinto año de ejecución. La Concordia, Esmeraldas" obtuvo un promedio de 1.76 hojas/mes, en la época 2. El coeficiente de variación para esta variable fue 9.44%.

4.1.2.5. Emisión octubre 2013

El análisis de varianza realizado a la misión de octubre no mostró significancia estadística entre los tratamientos (P>0.05) tal como se puede observar en el Anexo 3. La prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales con un promedio de 3.23 hojas/2 meses, Paredes (2012). "Evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (e. *oleifera x e. guineensis*) de palma aceitera de distintas procedencias en la zona de santo domingo y su área de influencia, en plantas de dos años en campo, 2011-2012", en la cual obtuvo un promedio de 1.73 hojas/mes anual, el coeficiente de variación para esta variable fue de 9.47%.

4.1.2.6. Emisión diciembre 2013

El análisis de varianza realizado a la emisión de octubre no mostró significancia estadística entre los tratamientos (P>0.05) tal como se puede observar en el Anexo 3. La prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales con un promedio general de 4.87 hojas/2 meses, Paredes (2012). "Evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (e. *oleifera x e. guineensis*) de palma aceitera de distintas procedencias en la zona de santo domingo y su área de influencia, en plantas de dos años en campo, 2011-2012", en la cual obtuvo un promedio de 7.05 hojas/4 meses el coeficiente de variación para esta variable fue 10.20%.

4.1.2.7. Emisión febrero 2014

El análisis de varianza realizado a la misión de febrero no mostró significancia estadística entre los tratamientos (P>0.05) tal como se puede observar en el Anexo 3. La prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales con un promedio general de 3.31 hojas/2 meses, este promedio fue superior al obtenido por. Vega (2010). "Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos tenera de palma aceitera (*elaeis guineensis* jacq.) de diferentes orígenes en su quinto año de ejecución. La Concordia, Esmeraldas"

en la cual obtuvo un promedio de 2.45 hojas/mes, en la época 1 el coeficiente de variación para esta variable fue 16.27%.

4.1.2.8. Emisión abril 2014

El análisis de varianza realizado a la misión de abril no mostró significancia estadística entre los tratamientos (P>0.05) tal como se puede observar en el Anexo 3. La prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales con un promedio general de 3.73 hojas/2 meses, este promedio fue superior al obtenido por. Vega (2010). "Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos tenera de palma aceitera (*elaeis guineensis* jacq.) de diferentes orígenes en su quinto año de ejecución. La Concordia, Esmeraldas" en la cual obtuvo un promedio de 2.11 hojas/mes anual, el coeficiente de variación para esta variable fue 6.92%.

4.1.2.9. Emisión julio 2014

El análisis de varianza realizado a la misión de julio no mostró significancia estadística entre los tratamientos (P>0.05) tal como se puede observar en el Anexo 3. La prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales con un promedio general de 6.60 hojas/2 meses, este promedio fue inferior al obtenido por Paredes (2012). "Evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (e. *oleifera x e. guineensis*) de palma aceitera de distintas procedencias en la zona de santo domingo y su área de influencia, en plantas de dos años en campo, 2011-2012", en la cual obtuvo un promedio de 9.58 hojas/4 meses, el coeficiente de variación para esta variable fue 7.61%.

4.1.2.10. Emisión mes/año

El análisis de varianza realizado a la misión anual no mostró significancia estadística entre los tratamientos (P>0.05) tal como se puede observar en el Anexo 3. La prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales con un promedio general de 2.11 hojas/mes, este promedio fue ligeramente similar al obtenido por Paredes (2012). “Evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (e. *oleifera x e. guineensis*) de palma aceitera de distintas procedencias en la zona de santo domingo y su área de influencia, en plantas de dos años en campo, 2011-2012”, en la cual obtuvo un promedio de 2.08, el coeficiente de variación para esta variable fue 5.13%.

Cuadro 16. Promedio y coeficientes de variación de la variable vegetativa emisión foliar lecturas registradas cada 2 meses en palma aceitera mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013.

TRATAMIENTO	EMISIONES FOLIARES						
	AGO	OCT	DCI	FBR	ABR	JUN	ANUAL
1	3.75 a	3.25 a	4.87 a	3.55 a	3.70 a	6.42 a	2.09 a
2	3.67 a	2.95 a	4.32 a	2.99 a	3.59 a	6.30 a	2.02 a
3	3.75 a	3.17 a	5.05 a	3.56 a	3.97 a	6.77 a	2.15 a
4	3.67 a	3.20 a	4.95 a	3.12 a	3.50 a	6.65 a	2.09 a
5	3.92 a	3.55 a	5.12 a	3.32 a	3.89 a	6.86 a	2.22 a
Promedio	3.75	3.23	4.87	3.31	3.73	6.60	2.11
CV	9.44	9.47	10.20	16.27	6.92	7.61	5.13

letras diferentes indican diferencias estadísticas al nivel de P < 0.05

4.1.3. Análisis económico

Cuadro 17. Beneficio bruto de campo, costo variable y beneficio neto parcial.

Beneficios	T1 MF	T2 PR	T3 PR+CRS	T4 PR+CRS+FB	T5 PR+CRS+FB+ARCT
Rendimiento (ton ha^{-1} a^{-1})	2,15	4,18	3,52	3,6	5,64
Precio ton	150	150	150	150	150
Beneficio bruto de campo (USD/ ha^{-1} a^{-1})	322,5	627	528	540	846
Costos variables					
Chapia manual	45,76	45,76	68,64	91,52	91,52
Corona manual				31,46	31,46
Corona química	37,59	37,59	37,59	9,4	9,4
Poda	21,45	42,9	42,9	42,9	42,9
Análisis suelo	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Análisis foliar	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Cosecha	45,15	87,78	73,92	75,6	118,44
Transporte fruta	15,05	29,26	24,64	25,2	39,48
Rondas fitosanitarias	20,67	20,67	20,67	20,67	20,67
Aplicación de raquis	0	0	0	0	427,98
Fertilización	20,31	0	0	576	563,99
Total costo variable	208,46	266,47	270,84	875,23	1348,32
Beneficio neto parcial	114,04	360,47	257,16	-335,23	-502,32
Relación B/C	0,54	1,35	0,94	-0,38	-0,37

En la relación beneficio costo (Cuadro 22) se observa que en los tratamiento 1, 2, 3 se obtiene un beneficio de 0,54 1,35 y 0,94 USD, dando a entender que por cada dólar invertido en estos tratamiento se recupera la inversión y se obtiene ganancias lo que contrarresta con los tratamiento 4 y 5 que refleja pérdidas de 0,38 y 0,37 USD. Esto es debido a la implementación de las prácticas de fertilización balanceada y aplicación de raquis.

Cabe mencionar que los costos variables en los tratamiento 4 y 5 la aplicación de fertilizantes como parte de las mejores prácticas de manejo en la nutrición balanceada empleadas para estos tratamientos fueron elevados. Esto se debe a que en la siembra y en los primeros años en plantación no se realizó aplicaciones de fertilizantes dando énfasis en una nutrición balanceada.

Adicionalmente en el tratamiento T5 (PR + CRS + FB + Aplicación de raquis (AR)) se tiene un costo variable extra por la implementación de la práctica de aplicación raquis como parte de las mejores prácticas.

Ciertamente el empleo de las buenas prácticas inicialmente representa una inversión alta, pero como se observa en el (Cuadro 17) el uso de estas prácticas van en beneficio del rendimiento, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos el tratamiento T5 (PR + CRS + FB + Aplicación de raquis (AR)) obtuvo 5,63 ton ha^{-1} a^{-1} en plantas de 4 años de edad, una consideración importante es que cualquier intento para aumentar el rendimiento resultara en por lo menos un aumento temporal en los costos de campo, hasta que se hayan logrado los rendimientos estándares adecuados de campo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ El tratamiento T5 (PR + CRS + FB + Aplicación de raquis (AR)) durante la investigación mostro el mejor desarrollo vegetativo así como también el mejor comportamiento productivo con un rendimiento superior a las cinco toneladas por hectárea.

- ✓ La mejor relación beneficio costo la mostro el tratamiento T2 (Poda regular (PR), dos veces año.) la misma que fue del 1,34 que a pesar de no ser el más productivo resulto ser el más rentable debido a que este tratamiento solo implica la labor de poda.

- ✓ La aplicación de las buenas prácticas agrícolas deben ser aplicadas de forma paulatina en cultivos perennes.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Continuar con la investigación por unos cuatro años para lograr la verificación de los resultados.

- ✓ Utilizar el tratamiento T5 (PR + CRS + FB + Aplicación de raquis (AR)) en plantaciones de cultivo con palma para la zona de Buena Fe en la Provincia de Los Ríos.

- ✓ Incrementar otra práctica agrícola al tratamiento 5 que es el riego que incide directamente en la producción con un 30%.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. Literatura Citada

Acupalma (2003.) (Asociación Venezolana de Cultivadores de Palma Aceitera, VE). Generalidades de la Palma Aceitera. Chacao, Caracas, VE. (En línea). Consultado el 13 de septiembre del 2012. Disponible en: http://www.acupalma.org.ve/index.asp?categoryid=7554.

Ancupa (2010.) (asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera)**,** Estadísticas Nacionales**.** Consultado 06/09/2012 (en línea). Disponible en; http://www.ancupa.com/index.shtml?s=M&m=Archivos&n=67&k=54&apc=M---Archivos69xx54xx-xx1-

Bernal, F. 2001. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Bogotá CO.FEDEPALMA. Primera Edición. pp. 19-20

Bruulsema, T. Fixen, P. Sulewski, G. 2013. Manual de nutrición de plantas 4R: Un Manual para mejorar el Manejo de la Nutrición de Plantas. IPNI. (International Plant Nutrition Institute) GA, EE.UU. p. 1 -7

Calvache, M.1994. Nutrición mineral de cultivos de exportación. Memorias del curso de posgrado. Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, F. C. A. p. 447

Chavez, F. Rivadeneira, J. 2003; Manual del Cultivo de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) para la zona Noroccidental del Ecuador. pp. 44-46-109 – 111.

Corley, H. Tinker, P. 2009. La palma de aceite, Cuarta edición, Primera edición en Español 2009, Bogotá - Colombia. pp. 107-328

CSR. 2013. Servicios Avda de Linares, 2523400 UBEDA (JAEN). Consultado 02/03/2013 (en línea). Disponible en; www.csrservicios.es

Davila, F. Revista Palmas.2010. Asociación nacional de cultivadores de palma aceitera, vol.3, # 1 pág. 2-3-4.

Fairhurst, T.; Hardter, R. 2003. Palma de aceite Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles, primera edición en español. pp 40-337.

Fairhurst, T.; Pierre, J.; Hardter, R.; Witt, C. 2005. Desordenes nutricionales y manejo de nutrientes.(Series en Palma Aceitera Volumen 7). pp. 13 – 56

Guañuna, O. 2012; Evaluacion de diferentes relaciones de Ca,Mg y K en palma aceitera *(Eleais guineensis Jacq.)* bajo condiciones de riego y sin riego, en el quinto año de ejecución. La Concordia, Santo Domingo de los Tsachilas. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Escuela de Ingeniería Agrícolas, Universidad Central del Ecuador. pp. 9-21.

Hartley, C. 1983. La palma de aceite. Trad. Maldonado E. México, MX. Editorial Continental. p. 65-110-210-225-559

Henson, I. 2002. La poda de la palma de aceite y relación entre el área foliar y el rendimiento Revista Palmas. Federación nacional de cultivadores de palma de aceite – FEDEPALMA. Centro de investigaciones en palma de aceite – CENIPALMA. Vol. 23, (Bogota. Colombia) p 11-12

IPNI. 2013. Conozca la deficiencia de cloro. Consultado el 17 de octubre del 2013. Disponible en: http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/FE5EE3BF494DE65206256B810810EA7C/$file/Conozca%20la%20deficiencia%20de%20cloro.pdf

Kee, K. Chew, P. 1997.Nutients recycled from pruned fronds in mature oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) (Poster paper). In: XIII International Plant Nutrition Colloquium. Tokyo, 13-9 September 1997.

Kirkby, E.; Romheld, V. 2008. Micronutrientes en la fisiología de las plantas, funciones, absorción y movilidad. Informaciones agronómicas. Quito, EC. n 69 p. 16

Lárez, C. 2003. Agricultural field manual oil palm (*Elaeis guineensis*). Kajang, MA. p. 23-24, 34, 36.

León, P. 1998. Capacidad de Intercambio Cationico y química de las bases de suelo, en: Ciclo de cursos de actualización de conocimientos sobre suelos en aplicación al Cultivo de Palma Aceite. Principales características del suelo. CENIPALMA, Bogota, CO. pp. 5- 43

Macas, J. 2014; Evaluación del manejo de las prácticas agrícolas en el rendimiento y rentabilidad de la palma aceitera *(Eleais guineensis Jacq.)* segundo año de ejecución La Concordia – Esmeraldas. 2009 – 2010. Tesis Ing. Agropecuario, Departamento de ciencias de la vida y la agricultura, Carrera de Ingeniería Agropecuaria Santo Domingo, Universidad de las Fuerzas Armadas. pp. 15-18 obtenido de: http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7832/1/T-ESPE-002687.pdf

Martinez, E. 2014; Evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (*e. oleífera x e. guineensis*) de palma aceitera de diferentes orígenes en la zona de santo domingo y su área de influencia (en su tercer año de plantación). Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica Estatal de Manabí. pp 38

Mite, F. 2009; Visión general del estado nutricional de las plantaciones de la palma aceitera en el Ecuador. In Seminario Internacional de nutrición y manejo de palma aceitera. (8 – 9 abr. 2009, Santo Domingo), EC. p. 1 – 9

Mite, F.; Carrillo, M.; Espinosa, J. 1999. Influencia de la fertilización y el riego sobre el desarrollo, nutrición y rendimiento de la palma africana en la zona de Quevedo. Revista El Palmicultor n° 12:17 p. 14 - 19

Nevarez, G. 2010; Evaluación de tecnologías en el rendimiento y rentabilidad de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el cantón La Concordia, provincia de Esmeraldas. Tesis Ing. Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí. pp. 16-17-18-19-23-24

Paredes, E, 2012. Evaluación del comportamiento de híbridos interespecíficos (e. *oleifera x e. guineensis*) de palma aceitera de diferentes orígenes en la zona de santo domingo y su área de influencia, en plantas de dos años en campo, 2011-2012. Tesis de Ing. Agrónomo, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí. pp. 32

Raygada, R. 2005. Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera. Lima, PE. (En línea). Consultado el 26 de Septiembre del 2013. Disponible en: http://www.devida.gob.pe/documentacion/documentosdisponibles/manual%20palma%aceitera.pdf

Recalde, C. 2008 Evaluación de diferentes sistemas de mantenimiento de la corona de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). sobre la absorción de potasio. Tesis de Ing.Agrónomo UCE – Quito – ECUADOR.

Reinoso, V. 2009. Influencia del riego en el comportamiento de tres Híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes.

La Concordia. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 157 p.

Revelo, M. 2002. Palmicultura moderna, Orientación para productores y empresarios, Sociedad Las Palmas LTDA, edición Galrobayo. Bogotá, CO. Vol. 1 p. 10

Robles, R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. México D.F, MX. Limusa. p. 583

Umaña, C. 2004. Morfología, crecimiento, floración y rendimiento de la palma aceitera. Costa Rica, CR. XXVI Curso Internacional de Palma Aceitera. ASD. p. 76-80

Untuña, J. 2013. Niveles de fertilización empleando sumicoat II en la producción de clones de cacao (*theobroma cacao* l.) asociados con Fernán Sánchez (*triplaris cumingiana* f.), durante la época seca. Tesis Ing. Agropecuaria. Facultas de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.pp. 44.

Vega, C. 2010; influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos tenera de palma aceitera (*elaeis guineensis* jacq.) de diferentes orígenes (5to. año de ejecución). la concordia, esmeraldas. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad Central del Ecuador. pp. 42.

Vera, M. 1998; Control previo de la calidad de cosecha en palma de aceite *(Elaeis guineensis* Jacq.) en la región de Tumaco, Colombia: http://temporal-fedepalma-ojs.biteca.com/index.php/palmas/article/download/606/606

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Cuadro 1. Cuadrados Medios de las variables productivas Número de racimos, Peso promedio del racimo y Rendimiento (ton ha^{-1} a^{-1}) registrados en palma aceitera mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios		
		N racimos	P.P. racimos	Rend (ton ha^{-1} a^{-1})
Tratamientos	4	9.73*	1.11*	6.35*
Bloques	3	9.47	0.34	4.33
Error	12	2.76	0.30	1.44
Total	19			

^{NS} No significativo * Significativo P≤0.05 ** Significativo P≤0.01 *** Significativo P≤0.0001

Cuadro 2. Cuadrado Medios de las variables vegetativas Área foliar, Peso seco foliar, Longitud de raquis, registrado en palma de aceite mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios		
		Área F	Peso seco F	Longitud R
Tratamientos	4	0.31^{NS}	0.03 ^{NS}	228.22 ^{NS}
Bloques	3	1.09	0.14	2799.13
Error	12	0.38	0.02	778.00
Total	19			

^{NS} No significativo * Significativo P≤0.05 ** Significativo P≤0.01 *** Significativo P≤0.0001

Cuadro 3. Cuadrado medios de las variables de emisiones de los meses de agosto, octubre, diciembre, febrero, abril, junio, registrados en palma aceitera mediante la aplicación de cuatro buenas prácticas agrícolas. Buena Fé. 2013.

Fuente de Variación	**Cuadrados Medios**							
	GL	**EMIAG**	**EMIO**	**EMID**	**EMIF**	**EMIAB**	**EMIJ**	**AÑO**
Tratamientos	4	0.04^{NS}	0.19^{NS}	0.40^{NS}	0.26^{NS}	0.16^{NS}	0.22^{NS}	0.02^{NS}
Bloques	3	0.05	0.19	0.30	0.31	0.09	0.98	0.02
Error	12	0.12	0.09	0.25	0.29	0.07	0.25	0.01
Total	19							

^{NS} No significativo * Significativo P≤0.05 ** Significativo P≤0.01 *** Significativo P≤0.0001

Cuadro 4. Cronograma de actividades de la investigación.

	2013									2014			
Actividad	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Presentación Anteproyecto	X												
Corrección y aprobación del anteproyecto	X												
Inicio de trabajo de campo			X										
Cosecha cada 8 días			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Podas cada 6 maeses				X						X			
Fertilización 2 veces en la época lluviosa										X			X
Toma de datos biométricos cada 6 mese				X						X			
Elaboración y redacción de tesis													
Corrección de tesis													
Sustentación de tesis													

Figura 3. Identificación de la investigación.

Figura 4. Establecimiento parcelas.

Figura 5. Calicata para revisar raíces.

Figura 6. Raíces sanas.

Figura 7. Cosecha de racimos.

Figura 8. Planta con raquis.

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : GEMA
Dirección :
Ciudad : Buena Fe
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : Gema
Provincia : Los Ríos
Cantón : Buena Fé
Parroquia :
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo Actual : Palma Aceitera
N° Reporte : 003920
Fecha de Muestreo : 21/10/2013
Fecha de Ingreso : 05/11/2013
Fecha de Salida : 25/11/2013

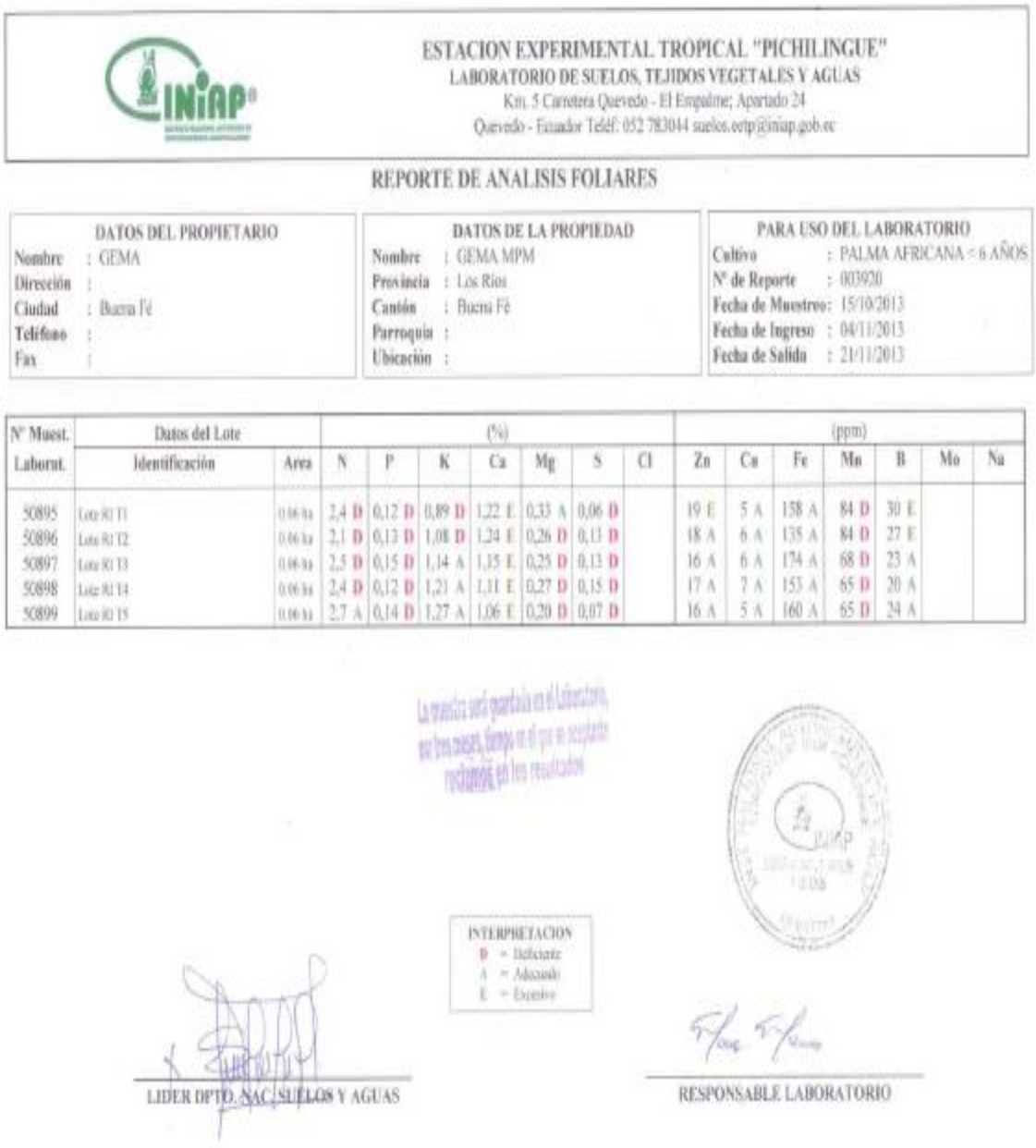
N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH		ppm				meq/100ml						ppm											
	Identificación	Area			NH4		P		K		Ca		Mg		S		Zn		Cu		Fe		Mn		B	
69079	Muestra R1 T1	0.06 ha	5,6	MeAc	32	M	7	B	0,66	A	4	M	1,0	M	21	A	4,1	M	5,4	A	145	A	9,2	M	0,49	B
69080	Muestra R1 T2	0.06 ha	5,8	MeAc	27	M	26	A	0,47	A	6	M	0,9	B	24	A	7,9	A	5,7	A	148	A	3,4	B	0,27	B
69081	Muestra R1 T3	0.06 ha	5,8	MeAc	28	M	9	B	0,43	A	5	M	0,9	B	24	A	3,0	M	5,7	A	137	A	4,0	B	0,30	B
69082	Muestra R1 T4	0.06 ha	5,9	MeAc	29	M	12	M	0,41	A	6	M	0,8	B	14	M	3,4	M	6,0	A	143	A	3,6	B	0,25	B
69083	Muestra R1 T5	0.06 ha	5,6	MeAc	20	M	21	A	0,53	A	4	M	0,7	B	20	M	3,2	M	5,0	A	138	A	4,1	B	0,21	B

INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH				Elementos: de N a B			
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	N,P,B	= Colorimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	S	= Turbidimetria	Fosfato de Calcio Monobásico
					K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica	B,S

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Figura 9. Reporte de análisis de suelo del campo experimental Hda "Gema" Buena Fé Los Ríos 2013.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: GEMA	Nombre	: GEMA MPM	Cultivo	: PALMA AFRICANA < 6 AÑOS
Dirección	:	Provincia	: Los Ríos	N° de Reporte	: 003920
Ciudad	: Buena Fé	Cantón	: Buena Fé	Fecha de Muestreo	: 15/10/2013
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 04/11/2013
Fax	:	Ubicación	:	Fecha de Salida	: 21/11/2013

N° Muest.	Datos del Lote		(%)							(ppm)						
Laborat.	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
50895	Lote 80 T1	0.06 ha	2,4 D	0,12 D	0,89 D	1,22 E	0,33 A	0,06 D		19 E	5 A	158 A	84 D	30 E		
50896	Lote 80 T2	0.06 ha	2,1 D	0,13 D	1,08 D	1,24 E	0,26 D	0,13 D		18 A	6 A	135 A	84 D	27 E		
50897	Lote 80 T3	0.06 ha	2,5 D	0,15 D	1,14 A	1,35 E	0,25 D	0,13 D		16 A	6 A	174 A	68 D	23 A		
50898	Lote 80 T4	0.06 ha	2,4 D	0,12 D	1,21 A	1,31 E	0,27 D	0,15 D		17 A	7 A	153 A	65 D	20 A		
50899	Lote 80 T5	0.06 ha	2,7 A	0,14 D	1,27 A	1,06 E	0,20 D	0,07 D		16 A	5 A	160 A	65 D	24 A		

La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Figura 10. Reporte de análisis foliar del campo experimental Hda “Gema” Buena Fe Los Ríos 2013.

Fecha: 30 Enero 2014							Responsable: Luis Montaño											
Tratamiento:	5																	
Descripción:	PR+ CRE+ FB+ Aplicación de raquis enriquecido con trichoderma (ARCT)																	
Planta	Repeticion IV						Dimensión de foliolos (cm)											
							Largo						Ancho					
	Nº de racimos	Em.Fol. (hojas)	Nº foliolos	Ancho Peciolo (cm)	Espesor Peciolo (cm)	Long. Raquis (cm)	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	12	7	310	5,2	3,5	413	65,0	68,6	69,8	70,0	77,4	71,0	4,8	4,5	4,0	4,4	4,0	4,2
2	10	5	308	4,9	3,1	382	80,0	79,0	77,4	73,0	76,0	78,0	3,5	3,3	3,3	3,5	3,3	3,4
3	12	7	262	4,8	3,3	390	80,0	82,4	83,0	82,2	81,0	83,0	4,0	3,6	3,9	3,9	4,1	4,2
4	10	5	272	4,5	2,7	407	77,0	77,8	80,0	81,0	78,0	80,0	3,9	3,9	4,0	4,1	4,0	3,8
5	10	5	366	4,5	3,4	430	76,6	74,0	78,4	78,8	70,8	73,0	4,0	3,7	3,8	3,6	3,6	3,8
6	5	4	266	4,0	2,9	405	77,4	77,6	79,0	76,0	80,0	77,0	3,5	3,5	3,5	3,7	3,6	3,6
7	7	6	280	4,4	3,1	405	76,0	66,2	63,6	63,4	62,2	65,0	4,0	3,8	3,6	3,5	3,8	3,6
8	10	4	290	3,6	2,7	355	68,0	67,0	67,0	67,4	62,2	63,0	4,0	3,7	3,8	3,5	3,9	3,8
9	3	6	274	3,1	2,8	348	48,4	48,0	46,8	46,0	47,0	47,2	2,7	2,6	3,6	2,9	2,9	2,7
10	7	6	300	5,5	3,2	476	82,0	83,0	86,0	88,0	86,0	82,0	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,8

Figura 11. Formato para variables productivas.

Plantación:	Hacienda GEMA
Fecha:	6 de septiembre del 2013

Tratamiento:	T1																
Descripción:	Testigo (Manejo de finca)																
REPETICI	RI																
Planta	N° Racimos/Planta							TOTAL	PESO (kg)							TOTAL	Peso Promedio racimo
1	1	1						2	2,00	3,00						5,00	2,50
2	1							1	3,00							3,00	3,00
3																	
4																	
5	1	1						2	0,60	0,80						1,40	0,70
6																	
7	1							1	3,20							3,20	3,20
8	1							1	2,00							2,00	2,00
9																	
10	1							1	0,60							0,60	0,60
Sumatoria Total								8	Sumatoria Total							15,20	2,00
Promedio Planta								1,33	Promedio Planta							2,53	

Figura 12. Formato para variables productivas.

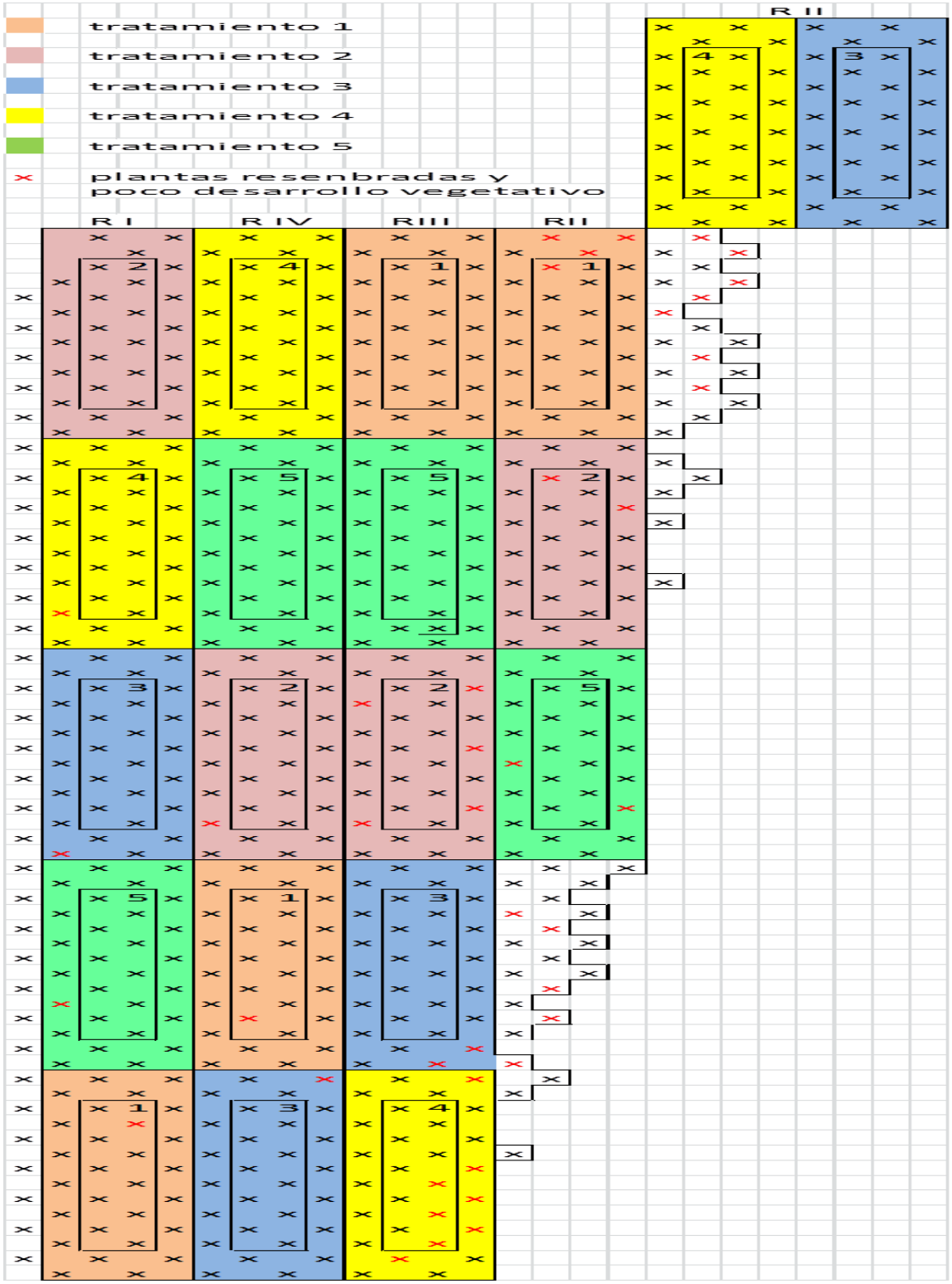
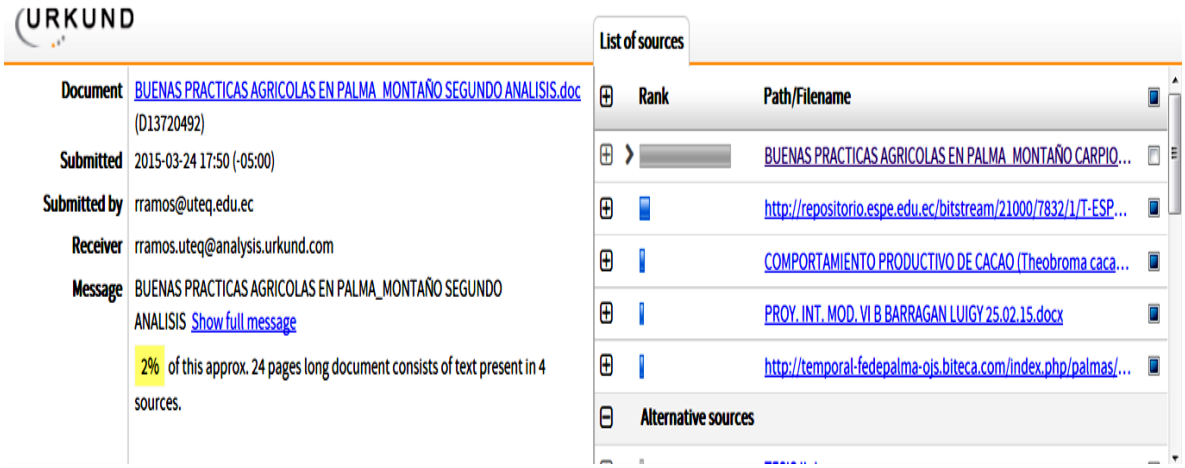


Figura 13. Parcelas distribuidas en el lote experimental.

CERTIFICACIÓN

El suscrito Ing. Agr. M. C. ROMMEL RAMOS R., certifico que:

La tesis de grado titulada "**ESTUDIO DEL EFECTO DE CUATRO BUENAS PRÁCTICAS AGRICOLAS EN EL RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.). EN EL CANTON BUENA FE, LOS RÍOS, ECUADOR 2013**" realizada por el estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica MONTAÑO CARPIO LUIS ENRIQUE, ha sido analizada mediante la herramienta URKUND y presentó resultados satisfactorios.



Atte.

Ing. Agr. M. C. ROMMEL RAMOS REMACHE
DIRECTOR DE TESIS DE GRADO