



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agropecuario

Título del Proyecto de Investigación:

**“PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CRECIMIENTO Y
RENDIMIENTO DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq)”**

AUTOR

JOSÉ ALEJANDRO ROSADO RIVERA

DIRECTORA

ING. M.SC. DIANA VERÓNICA VÉLIZ ZAMORA

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016

2016

**“PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CRECIMIENTO Y
RENDIMIENTO DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.)”**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, José Alejandro Rosado Rivera, 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. _____
José Alejandro Rosado Rivera

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. M.Sc. Diana Verónica Véliz Zamora, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado José Alejandro Rosado Rivera, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq)**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. M.Sc. Diana Verónica Véliz Zamora
DIRECTORA DE TESIS

PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADEMICO

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito Ing. M.Sc. Diana Verónica Véliz Zamora, en calidad de Director del Proyecto de Investigación de Grado “**PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq)**”, de autoría del estudiante **José Alejandro Rosado Rivera**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 2%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

Documento: [PRÁCTICAS AGRÍCOLAS URKUND.docx](#) (D20920303)

Presentado: 2016-06-21 14:44 (-05:00)

Presentado por: Veliz Zamora Diana Veronica (dvveliz@uteq.edu.ec)

Recibido: dvveliz.uteq@analysis.orkund.com

Mensaje: Analisis de tesis Rosado palma. [Mostrar el mensaje completo](#)

2% de esta aprox. 34 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 7 fuentes.

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	Tesis prácticas agrícolas Rosado Urku...
	BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS EN P...
	pi grupo Mindiola palma aceite.docx
	PROYECTO-COMPLETO-MODULO-6.d...
	Tesis Edison PC.docx

Atentamente,

Ing. Diana Véliz Zamora M.Sc.
DOCENTE TUTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq)”

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

Aprobado por:

Dr. Gregorio Vasconez Montufar
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Wilfrido Escobar Pavón
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Camilo Mestanza Uquillas
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2016

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento a Dios por la vida darme su amor infinito y a todas las instituciones representadas por las personas que con su esfuerzo y respaldo, colaboraron en la realización del presente trabajo de investigación

A toda mi familia y amigo por el apoyo moral brindado en el transcurso de mis años de formación académica que con mucho esfuerzo a sido culminados otra etapa de mi vida.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a la Facultad de Ciencias Pecuarias a mis maestros quienes con su dedicación transmitieron sus conocimientos permitiendo mi formación profesional.

En especial a la Ing. M.Sc. Diana Véliz Zamora docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias por aportar con sus conocimientos para llevar a cabo este proyecto de investigación.

Mi gratitud a la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA) a 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, quienes supieron guiarme en este proceso con sus conocimientos y por la confianza brindada al permitirme llevar acabo esta investigación.

JOSÉ ROSADO RIVERA

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas, por todo su amor brindarme la vida, guiarme en su camino, y permitirme culminar una más de mis metas.

A mis padres, Néstor Rosado Tovar y la mujer de mi vida. Lcda Nicolasa Rivera de Rosado, mi motor, fuente de motivación, superación y apoyo incondicional.

A mis hermanos Néstor Rosado, Edgar Rosado por brindarme su compañerismo y confianza

A mi compañera Jessenia Macías por brindarme su amor y paciencia

A mis familiares y amigos por el apoyo moral brindado.

JOSÉ ROSADO RIVERA

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES.

El presente trabajo de investigación se llevó acabo entre los años 2015-2016, en el Km 57 de la vía Santo Domingo – Fumisa perteneciente a la zona cinco de litoral Ecuatoriano; coordinado por el Departamento de Investigación de la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA). Este trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de los cinco tratamientos correspondientes al material genético ASD (Deli x Ghana - *Elaeis guineensis* Jacq); y determinar si las Buenas Prácticas Agrícolas influyen en el incremento de la productividad del sector palmicultor. Ya que sigue siendo baja con un promedio de (12 ton ha⁻¹ a⁻¹), a consecuencia del manejo convencional inapropiado del cultivo. Se empleó en el campo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA); distribuyéndolos en cinco tratamientos y cuatros repeticiones, para las comparaciones de medias se utilizó Tukey 5% y comparaciones ortogonales. Los antes mencionados se conformaron de (t₀ manejo convencional, t₁ podas semestrales, t₂ cosechas estacionales, t₃ nutrición balanceada y t₄ aplicación de racimos vacíos). En cuanto a las variables vegetativas y productivas el t₄ reporto los mejores promedios; emisión foliar 2.59; área foliar 7.35 m², peso seco de la hoja 2.23 kg, longitud del raquis 450.95 cm, numero de racimos / plantas 95.25, peso promedio del racimo 5.68, rendimiento 10.41 ton ha⁻¹.

Palabras claves: Prácticas agrícolas, poda semestrales, cosecha rondas estacionales, nutrición balanceada, racimos vacíos con trichoderma y palma aceitera.

ABSTRACT AND KEYWORDS

This research was carried out between 2015-2016, at Km 57 of the route Santo Domingo - Fumisa belonging to zone five Ecuadorian coast; coordinated by the Research Department of the National Association of Oil Palm Growers (ANCUPA). Which aims to evaluate the agronomic performance of the five treatments for the genetic material ASD (Deli x Ghana - *Elaeis guineensis* Jacq). And whether good agricultural practices influence the productivity increase oil palm sector, as it is still low with an average of (12 tm ha⁻¹ a⁻¹). As a result of inappropriate conventional crop management. It was used in the field block design completely random (DBCA); distributing them in five treatments and four repetitions, for mean comparisons we were used Tukey 5% orthogonal comparisons. The aforementioned were formed from (t₀ conventional management, pruning semi t₁, t₂ seasonal crops, t₃ and t₄ balanced nutrition application EFB). As for vegetative and production variables t₄ reported the best averages; Leaf emission 2.59, 7.35 m² leaf area, leaf dry weight of 2.23 kg, rachis length 450.95 cm; Number of clusters / plant 95.25, 5.68 average bunch weight, yield 10.41 mt ha⁻¹,

Keywords: agricultural practices, semi pruning, harvesting seasonal rounds, balanced nutrition, EFB with Trichoderma and oil palm.

TABLA DE CONTENIDO

Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Prevención de coincidencia y/0 plagio academico	iv
Certificación de aprobación de miembros de sustentación	v
Agradecimiento	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen ejecutivo y palabras claves.	viii
Abstract and Keywords	ix
Tabla de contenido.....	x
Codigo Dublin	xx
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la Investigación	4
1.1.1.Planteamiento del problema.....	4
1.1.2.Formulación del problema	5
1.1.3.Sistematización del problema	5
1.2. Objetivos	5
1.2.1.Objetivo general.....	5
1.2.2.Objetivos específicos	5
1.3. Justificación.....	6

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual.....	8
2.2. Origen de Historia del Cultivo en Ecuador	8
2.3. Importancia Económica y Social en el Ecuador	8
2.4. Descripción Morfológica de la Palma Aceitera.....	9
2.4.1. Taxonomía	9
2.4.2. Raíces	9
2.4.3. Estipe o tallo	10
2.4.4. Hojas	11
2.4.5. Flores y frutos	13
2.5. Manejo del Cultivo	15
2.5.1. Control de malezas	15
2.5.2. Control de maleza en la corona y caminos de cosecha.....	15
2.5.3. Poda	16
2.5.4. Cosecha.....	17
2.5.5. Ciclos de cosechas	17
2.6. Características de Suelo.....	18
2.7. Importancia de la Nutrición Vegetal en la Palma Aceitera	19
2.7.1. Macronutrientes primarios esenciales para la planta.....	21
✓ Nitrógeno (N).	21
✓ Fósforo (P).....	21
✓ Potasio (K).....	22
2.7.2. Macronutrientes secundarios	22
✓ Magnesio (Mg).	22
✓ Calcio (Ca).	22
✓ Azufre (S).	22
2.7.3. Micro elementos	23
✓ Boro (B).....	23

✓ Cloro (Cl).	23
✓ Cobre (Cu).	23
✓ Hierro (Fe).	24
✓ Manganeseo (Mn).	24
✓ Molibdeno (Mo).	24
✓ Zinc (Zn).	24
2.8. Zona de Absorción de Nutrientes	25
2.9. Intercambio Catiónico	25
2.9.1. Interacción de los nutrientes en el suelo	26
2.9.2. Relación calcio: magnesio	26
2.9.3. Relación potasio: magnesio (K/Mg)	27
2.9.4. Relación Ca-Mg-K	27
2.10. Principales Plagas y Enfermedades del Cultivo	28
2.10.1. Picudo gualpa (<i>Rhynchophorus palmarum</i>)	28
2.10.2. Sagalassa (<i>Sagalassa valida</i> Walter, Lepidoptera)	29
2.10.3. Escama roja de las raíces (<i>Neolecanium siverai</i> Empell, Homóptera)	29
2.11. Enfermedades	29
2.11.1. Pudrición del cogollo (PC)	29
2.11.2. Anillo rojo (<i>Bursaphelenchus cocophillus.</i>). Transmisor picudo	30
2.11.3. Pudrición común de la flecha (<i>Fusarium roseum u oxysporum</i>)	30
2.11.4. Amarillamiento fatal (AF)	31
2.12. Racimos Vacíos o Tusa de la Palma Aceitera	32
2.12.1. Aplicación de racimos vacíos o tusa de palma a la corona	32
2.13. <i>Trichoderma sp</i>	34
2.14. Marco Referencial	34

CAPÍTULO III

MÉTODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

3. MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1. Ubicación del Experimento	37
3.2. Características Climáticas ^{1/} y Edáficas ^{2/} de la Zona.....	37
3.3. Materiales Genético	38
3.3.2. Materiales didácticos.....	39
3.4. Diseño Experimental.....	39
3.4.4. Modelo matemático.....	40
3.4.5. Hipótesis y ANDEVA del diseño en bloques completo al azar.....	40
3.5. Variables Vegetativas y Productivas a Evaluar.....	42
3.5.4. Emisión foliar (EF)	42
3.5.5. Área foliar de la hoja 17 (AF).....	42
3.5.6. Peso seco foliar de la hoja N° 17	44
3.5.7. Longitud del raquis de hoja # 17	44
3.5.8. Número de racimo por planta.....	44
3.5.9. Peso total y promedio del racimo por planta.....	44
3.5.10. Rendimiento (R)	45
3.5.11. Análisis económico.....	45
3.5.12. Análisis estadístico	45
3.6. Manejo del Experimento	46
3.6.4. Análisis del suelo	q46
3.6.5. Análisis foliar.....	46
3.6.6. Labores culturales	46
3.6.7. Fertilización.....	47
3.6.8. Controles fitosanitarios	47
3.6.9. Podas	47
3.6.10. Cosecha.....	47

3.6.11. Aplicación de racimos vacíos o tusa de palma enriquecido con *Trichoderma* sp48

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1. Variables Vegetativas.....	50
4.1.1. Emisión foliar	50
4.1.2. Área foliar de la hoja # 17 (m ²)	52
4.1.3. Peso seco de la hoja # 17 (kg)	54
4.1.4. Longitud del raquis de hoja # 17	56
4.2. Variables Productivas.....	58
4.2.1. Número de racimos plantas (NRP).....	58
4.2.2. Peso promedio del racimo (kg).....	60
4.2.3. Rendimiento (ton ha ⁻¹).....	62
4.2.4. Análisis económico	64

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	67
5.2. Recomendaciones.....	68

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. BIBLIOGRAFÍA	70
-------------------------	----

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. ANEXOS	78
-------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Raíces de la palma aceitera.....	10
2. Estipe o tallo de la palma aceitera y su respectiva filotaxia derecha (A) izquierda (B).....	11
3. Hoja de la palma aceitera.....	12
4. Orden y arreglo de la filo-taxia de palma aceitera de derecha a izquierda y de izquierda a derecha.....	12
5. Inflorescencia femenina.....	13
6. Inflorescencia masculina.....	13
7. Frutos de la palma aceitera.....	14
8. Composición de las parcelas netas y unidades experimentales.....	40
9. Identificación marcación de la N° 1, y evaluación de la hoja N° 17.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Pág.
1. Características Edafo – Climáticos.....	19
2. Requerimiento de absorción de nutrientes para la producción anual de palma.....	25
3. Características Climáticas ^{1/} y Edáficas ^{2/} de la zona de estudio.....	37
4. Identificación y codificación de los tratamientos y repeticiones del material.....	38
5. ANDEVA para el Diseño de bloques completos al azar.....	41
6. Análisis de la varianza para el Estudio “Prácticas Agrícolas”.....	41
7. Valores promedios, coeficientes de varianza, prueba de Tukey al 5% y comparaciones ortogonales para comprar los promedios de los tratamientos evaluados a la variable emisión foliar a los 180 días en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	51
8. Promedios, coeficiente de varianza, prueba de Tukey al 5% y comparaciones ortogonales para comprar los promedios de los tratamientos evaluados a la variable área foliar en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	53
9. Análisis de la varianza, prueba de Tukey al 5% y comparaciones ortogonales para comprar los promedios de los tratamientos evaluados a la variable peso seco de la hoja # 17 expresado en (kg). En el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	55
10. Promedios, Coeficientes de varianza, prueba de Tukey al 5% y comparaciones ortogonales para comprar los promedios de los tratamientos evaluados a la variable longitud del raquis de la hoja # 17 expresado en (Cm) en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	57

11.	Promedio, coeficientes de varianza, prueba de Tukey al 5% y Comparaciones Ortogonales para la variable productiva numero de racimos por plantas en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	59
12.	Promedio, coeficientes de varianza, prueba de Tukey al 5% y Comparaciones Ortogonales para la variable productiva peso promedio del racimo en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	61
13	Promedios, Coeficientes de varianza, prueba de Tukey al 5% y comparaciones ortogonales para comprar los promedios de los tratamientos evaluados a la variable rendimiento expresado en (ton ha ⁻¹) en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	63
14.	Análisis económico beneficio bruto, costo variable, utilidad neta y relación beneficio costo del estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	65

INDICE DE ANEXOS

Anexos	Pág.
1. ANDEVA de la variable emisión foliar a los 180 días en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	78
2. Se puede apreciar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable emisión foliar a los 180 días, datos obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	78
3. ANDEVA de la variable área foliar a los 180 días en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	79
4. Se puede apreciar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable área foliar a los 180 días, datos obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	79
5. ANDEVA de la variable peso seco en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	80
6. Se puede apreciar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable peso seco, datos obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	80
7. ANDEVA de la variable longitud del raquis de la hoja # 17 en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	81
8. Se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable longitud del raquis de la hoja # 17 expresado en centímetros obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	81
9. ANDEVA de la variable número de racimos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en	

	Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	82
10.	Se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable número de racimos por tratamiento obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	82
11.	ANDEVA de la variable peso promedio de racimos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	83
12.	Se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable peso promedio de racimos por tratamiento obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	83
13.	ANDEVA de la variable rendimiento ton ha ⁻¹ en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	84
14.	Se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable rendimiento ton ha ⁻¹ , obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	84
15.	Croquis de campo del estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	85
16.	Cronograma de actividades.....	86
17.	Imágenes de las labores realizadas en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015 – 2016.....	87
18.	Reporte del análisis foliar del estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	88
19.	Reporte del Análisis de suelo del estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) en la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.....	89

CODIGO DUBLIN

Título:	“PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA PALMA ACEITERA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq)”
Autor:	José Alejandro Rosado Rivera
Palabras clave:	Prácticas agrícolas, poda semestrales, cosecha rondas estacionales, nutrición
Fecha de publicación:	
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2016
Resumen:	Resumen.- El presente trabajo de investigación se llevó acabo entre los años 2015-2016, en el Km 57 de la vía Santo Domingo – Fumisa perteneciente a la zona cinco de litoral Ecuatoriano; coordinado por el Departamento de Investigación de la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA). Este trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de los cinco tratamientos correspondientes al material genético ASD (Deli x Ghana - <i>Elaeis guineensis</i> Jacq), y determinar si las Buenas Prácticas Agrícolas influyen en el incremento de la productividad del sector palmicultor. Ya que sigue siendo baja con un promedio de (12 ton ha⁻¹ a⁻¹), a consecuencia del manejo convencional inapropiado del cultivo. Se empleó en el campo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA); distribuyéndolos en cinco tratamientos y cuatros repeticiones, para las comparaciones de medias se utilizó Tukey 5% y comparaciones ortogonales. Los antes mencionados se conformaron de (t₀ manejo convencional, t₁ podas semestrales, t₂ cosechas estacionales, t₃ nutrición balanceada y t₄ aplicación de racimos vacíos). En cuanto a las variables vegetativas y productivas el t₄ reporto los mejores promedios; emisión foliar 2.59; área foliar 7.35 m², peso seco de la hoja 2.23 kg, longitud del raquis 450.95 cm; número de racimos por plantas 95.25, peso promedio del racimo 5.68, rendimiento 10.41 ton ha⁻¹. Palabras claves: Prácticas agrícolas, poda semestrales, cosecha rondas estacionales, nutrición balanceada, racimos vacíos con trichoderma y palma aceitera.

	Abstract.- This research was carried out between 2015 - 2016, at Km 57 of the route Santo Domingo - Fumisa belonging to zone five Ecuadorian coast; coordinated by the Research Department of the National Association of Oil Palm Growers (ANCUPA). Which aims to evaluate the agronomic performance of the five treatments for the genetic material ASD (Deli x Ghana - <i>Elaeis guineensis</i> Jacq). And whether good agricultural practices influence the productivity increase oil palm sector, as it is still low with an average of (12 mt ha⁻¹ a⁻¹). As a result of inappropriate conventional crop management. It was used in the field block design completely random (DBCA); distributing them in five treatments and four repetitions, for mean comparisons we were used Tukey 5% orthogonal comparisons. The aforementioned were formed from (t₀ conventional management, pruning semi t₁, t₂ seasonal crops, t₃ and t₄ balanced nutrition application EFB). As for vegetative and production variables t₄ reported the best averages; Leaf emission 2.59, 7.35 m² leaf area, leaf dry weight of 2.23 kg, rachis length 450.95 cm; Number of clusters/plant 95.25, 5.68 average bunch weight, yield 10.41 mt ha⁻¹, Keywords: agricultural practices, semi pruning, harvesting seasonal rounds, balanced nutrition, EFB with Trichoderma and oil palm.
Descripción:	111 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	

INTRODUCCIÓN

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) proveniente de África es un cultivo perenne oleaginoso que produce los rendimientos más elevados por hectárea, es por eso que han contribuido al desarrollo de una industria mundial que se expande rápidamente (1).

Es el cultivo que más crece en el Ecuador a razón de un promedio de 7% por año, debido entre otros factores, a que es un cultivo perenne que se mantiene como una fuente de producción por más de 25 años y por los beneficios ambientales y sociales que genera. Estas características han permitido que el cultivo de esta oleaginosa se haya consolidado en el Ecuador, desplazando a cultivos tradicionales como el banano (2).

La palma aceitera es cultivada en numerosos países: Malasia, Nigeria, Indonesia, RD Congo, Costa de Marfil, otros países africanos y algunos sudamericanos, entre ellos el Ecuador. Que, por sus condiciones climáticas favorables, se ha convertido en uno de los países productores de palma más importantes en el ámbito latinoamericano CENIPALMA (3) citado por (4).

Ecuador cuenta con alrededor de 280000 ha establecidas con palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), de las cuales 186.194 se encuentran en producción. Estas plantaciones pertenecen a 7000 palmicultores, en su mayoría pequeños productores (87.1%), lo cual demuestran la importancia socio - económica que este cultivo representa, por la generación de plazas de trabajos, de manera directa e indirecta (5).

La situación del biodiesel por el biocombustible proveniente del aceite que se extrae de la palma aceitera (biodiesel), viene consolidándose como un hecho viable que plantea nuevos retos en el mercado. Por otra parte, las exigencias planteadas en la sostenibilidad ambiental protección de los recursos naturales, preservación del medio ambiente, abonan un terreno favorable para la utilización de dicho biocombustible (6).

A pesar del auge progresivo del cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) establecidos en las diferentes zonas geográficas al norte de la costa del litoral Ecuatoriano,

que presentan contrastes abióticos evidentes como condiciones climáticas desfavorables, temperaturas adversas, déficit hídrico y de horas luz requeridas por el cultivo y más aún las malas prácticas agronómicas que generalmente ocasionan efectos negativos en el ecosistema que tiende a incidir a la baja productividad. Dicho rendimiento se mantiene con un promedio de 12 a 14 ton ha⁻¹ a⁻¹ RFF (7).

Los principales problemas agronómicos del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq). En algunas zonas productoras del Ecuador, es el escaso desarrollo de raíces debido a causas bióticas (plagas como *Sagilassa*, cochinilla, escama roja, hongos, etc.) y/o causas abióticas (fertilizantes químicos sintéticos mal aplicados, herbicidas y otros agroquímicos en dosis inapropiadas, etc.) (8).

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la Investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La baja producción del cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), no tiene relación tan solo con las condiciones de suelo o clima, que en todas las zonas geográficas del Ecuador no son muy favorables para el cultivo, sino principalmente se da por la falta de investigación científica local sobre el manejo agronómico adecuado del cultivo, y capacitación a los pequeños y medianos palmicultores que no ha tenido instrucción técnica adecuada, y han venido implementando malas prácticas agronómicas, como también deficiente y/o exceso en el uso de fertilizantes químicos sintéticos y agroquímicos en general. Acciones que van causando alteraciones al ecosistema, desórdenes nutricionales, estrés y perjudicando el desarrollo de las plantas, lo que ocasiona disminución del sistema inmune, haciendo que las plantas sean más vulnerables al ataque de agentes patógenos. Otra causa sería el déficit hídrico ya que es una especie exigente en agua, demandando entre 1750 a 2000 mm anuales que afecta de forma directa a la producción de la fruta fresca.

Diagnóstico

A pesar de las 280000 ha de palma aceitera establecidas en el litoral Ecuatoriano, perteneciente a los pequeños, medianos y grandes productores, la productividad del cultivo se ve seriamente afectada debido al limitado conocimiento técnico de los productores, basados a las condiciones nutricionales del suelo, clima, prácticas de manejo del cultivo y el mal uso de los agroquímicos, fertilizantes químicos sintéticos, que generalmente ocasionan la baja producción de racimos de frutas de fresca (RFF) y efectos negativos en el ecosistema.

Pronóstico

Demostrar que la incorporación de las buenas prácticas agrícolas en el cultivo de palma, es la técnica agronómica más viable para conseguir altos rendimientos y que al mismo tiempo muestren sustentabilidad en el proceso de producción en la expectativa del productor.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo incide la aplicación de un conjunto de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de palma aceitera sobre el crecimiento vegetativo y rendimiento?

1.1.3. Sistematización del problema

Que efecto tiene la aplicación de un conjunto de prácticas agrícolas

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto a la ejecución de un conjunto de prácticas agrícolas en el crecimiento y rendimiento del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.).

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la respuesta del cultivo de palma en crecimiento vegetal bajo el uso de buenas prácticas de manejo (poda, cosecha, nutrición balanceada y aplicación de racimos vacíos o tusa de palma aceitera).
- Evaluar el efecto de las buenas prácticas agrícolas en el cultivo de palma a través de las variables determinante del rendimiento.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3. Justificación

Este trabajo de investigación se justifica para incrementar el nivel de información científica actualizada y con ello mejorar el conocimiento de los palmicultores, técnicos y extensionistas agrícolas en cuanto a la utilización de las Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de palma, ya que son consideradas técnicas agronómicas que han determinado ser el camino más viable para orientar a los palmicultores a optimizar la mayor productividad o sustentabilidad del cultivo. Y poder demostrar la diferencia entre la utilidad económica efectiva su máxima producción y disminuir el impacto del ecosistema de producción con un buen manejo de los insumos externos en la unidad producción agrícola (UPA).

Como también por el mal uso de los fertilizantes químicos sintéticos y agroquímicos que se aplican de una manera inadecuada, causa un desequilibrio en el agroecosistema y el impacto ambiental que se genera en todos los seres vivos.

La universidad en su vinculación con el sector productivo contribuye con la incentivación de alternativas sustentables en la producción para pequeños productores de palma.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.2. Origen de Historia del Cultivo en Ecuador

La palma aceitera es originaria de África, central y oriental 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 (9) citado por (10).

Hartley (11) citado por (12), manifiesta que la primera plantación de Palma Africana fue establecida en el Ecuador en el año 1953, en una pequeña zona cercana a Santo Domingo de los Colorados, en la llanura del Pacífico; pero, los cultivos posteriores no se encaminaron bien sino hasta comienzos de la década de 1960, cuando se instaló en la región la “Estación Experimental del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias” INIAP, (13) indica que hacia 1972 las plantaciones a nivel nacional seguían creciendo en una proporción de más o menos 3000 ha por año.

2.3. Importancia Económica y Social en el Ecuador

(14) Citado por (15) que afirma que en el Ecuador, el cultivo de la palma aceitera, tiene gran importancia económica dentro de la producción agrícola del país, con una superficie sembrada de 248.199 hectáreas. Este crecimiento ha ido acompañado de la generación de fuentes de empleo directo para 90000 personas e indirecto para 50000 más, y genera 75000 millones de dólares en exportaciones anuales. El 87.1% de los palmicultores son dueños de pequeñas áreas de cultivo con plantaciones menores a 50 hectáreas lo que refleja el enorme impacto social del cultivo.

2.4. Descripción Morfológica de la Palma Aceitera

2.4.1. Taxonomía

La palabra “*Elaeis*” proviene del nombre griego *Eleia* = Olivo, y por proceder de la palabra *Guinea*= *guineensis*, que hace referencia a la característica de producir aceite Azunova (16) citado por (17).

Clase: Monocotiledónea

Orden: Palmales

Familia: Palmaceae

Género: *Elaeis* (*guineensis* y *oleífera*)

Especie: *guineensis*

Nombre científico: *Elaeis guineensis*

Hibrido: Tenera GHANA – ASD (Deli x Ghana 648) Bernal (18) citado por (17)

Sin embargo para Corley *et al.*, (1) y Freire (19), la palma aceitera pertenece a la familia *Arecaceae* y al orden *Arecales*.

2.4.2. Raíces

Morfológicamente el sistema radicular comprende un extenso sistema fibroso y adventicio, que irradia desde la parte inferior prominente del tronco (alrededor de 0.8 m de diámetro), y que se extiende entre 0.4 y 0.5 m en el suelo en la base del tronco. La mayor parte de la biomasa de las raíces se encuentra dentro de 1 metro de la superficie del suelo, pero las raíces activas en la absorción de nutrientes se localizan en mayor grado en los 0.5 m superficiales Fairhust, *et al.*, (20) citado por (21).

Las funciones principales de la raíz son:

- a) Absorción de agua y minerales (nutrientes) del suelo.
- b) Anclaje del cuerpo de la planta.

- c) Translocación del agua y minerales al tallo y de algunos productos fotosintéticos más allá del tronco (22)



Figura 1. Raíces de la palma aceitera

2.4.3. Estipe o tallo

Bernal (18) citado por (17), quien describe al estipe como una estructura cilíndrica que se comunica con las raíces con un penacho de hojas que lo coronan. Contiene en su interior los vasos o haces vasculares (floema y xilema). Además en la parte central alberga punto de crecimiento o meristemo apical que da origen a todas las hojas e inflorescencia de la planta. El crecimiento promedio anual es de 30 a 60 centímetros al año.



Figura 2. Estipe o tallo de la palma aceitera y su respectiva filotaxia derecha (A) izquierda (B).

2.4.4. Hojas

Miden de 7 - 8 m de largo, en condiciones normales las palmas adultas tienen entre 30 y 49 hojas funcionales. Comprende los siguientes componentes: El peciolo, mide 1.15 m de largo y corresponde a la parte de la hoja entre el tronco y el punto de inserción del primer foliolo verdadero y está provisto de espinas. Luego está el raquis que mide de 5 -6 m de largo, es asimétrico transversalmente, proporciona sostén a los folíolos insertos en las caras laterales. Finalmente, los foliolos (hojas pinnadas) están insertados en dos hileras a cada lado del raquis Fairhust, *et al.*, (20) citado por (21).

Cada hoja contiene alrededor de 150 - 250 foliolos, cada uno con una nervadura central y una lámina. Los foliolos miden de 3 - 5 dm de ancho en el punto medio y 80 - 120 cm de largo Fairhust, *et al.*, (20) citado por (21).



Figura 3. Hoja de la palma aceitera (23).

Para Vera (23), las hojas están dispuestas en espiral, con ocho hojas por cada espiral. Este arreglo de las hojas es lo que se conoce como filo taxia de la palma. En algunas palmas la espiral puede correr de derecha a izquierda, conformando el primer espiral de la hoja 1 a 8, el segundo de la hoja 9 a 16, el tercero de la hoja 17 a 24 Ortiz, *et al.*, (24) citado por (25).

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 (18) citado por (4).

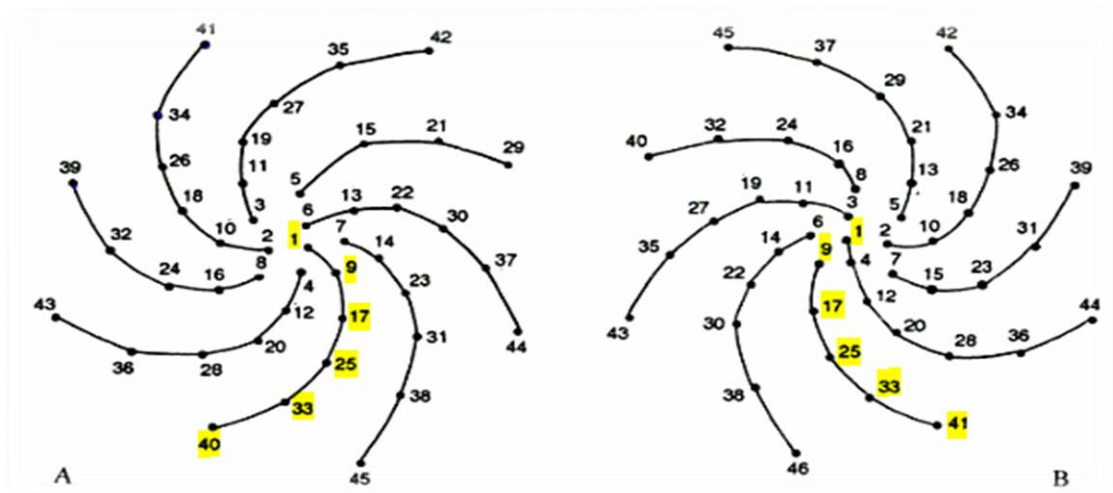


Figura 4. Orden y arreglo de la filo-taxia de palma aceitera derecha a izquierda y de izquierda a derecha

2.4.5. Flores y frutos

Indican que las inflorescencias nacen en la axila de cada hoja y los primordios florales poseen órganos tanto masculinos como femeninos. En plantas jóvenes es común que se desarrollen ambas flores, dando origen a inflorescencias hermafroditas. La palma aceitera produce inflorescencias femeninas, masculinas y en plantas jóvenes en ciclos distintos, eliminando la posibilidad de autofecundación Fairhust *et al.*, (20) y Corley *et al.*, (1) citado por (26).

Cada inflorescencia es una espiga o espádice compuesto, que continúa sobre un pedúnculo fuerte de 0.3 a 0.45 metros de largo. Las espiguillas están dispuestas en espiral alrededor de un raquis central, en una forma que varía tanto con la edad con la disposición en el raquis Corley *et al.*, (1) citado por (4).

Las inflorescencias femeninas tienen un perianto compuesto de seis segmentos en dos verticilos, con un ovario tricarpelar y un estigma trifido. Esta inflorescencia tiene entre 100 y 300 espiguillas y más de 2000 flores individuales (20)

Por otra parte las inflorescencia masculina están conformadas por espiguillas cilíndricas semejantes a dedos, cada una tiene en promedio de 700 a 1.200 flores. Las flores masculinas están compuestas por un perianto con seis segmentos diminutos y un androceo tubular de seis estambres. Las antesis de las flores toma lugar acropéticamente en la espiguilla Corley *et al.*, (1) citado por (26).



Figura 5. Inflorescencia femenina



Figura 6. Inflorescencia masculina

Bernal (18) citado por (4), describe a el fruto como una drupa sésil, cuya forma varía desde casi esférica a ovoide a alargada y un poco más gruesa en el ápice. En longitud varía desde 2 a más de 5 cm y en peso de 3 g a más de 30 g. Tiene la piel lisa y brillante (exocarpio) una pulpa o tejido fibroso que contiene las células con el aceite (mesocarpio) una nuez o semilla compuesta de un cuesco lignificado de grosor variable (endocarpio) y una almendra aceitosa o palmiste (Endospermo).



Figura 7. Frutos de la palma aceitera

Los frutos de la palma aceitera se pueden clasificar según sus características genotípicas de cada variedad las cuales son:

- **Duras:** Son aquellos frutos que presentan un grosor del cuesco entre 2 a 8 mm, y el cuesco compone entre el 25 y 45% en el peso del fruto. Lo que hace que la cantidad de aceite tanto del mesocarpio como de la almendra sea muy bajo, por lo que este tipo de fruto no es utilizado comercialmente Fairhust *et al.*, (20), y Barba *et al.*, (27) citado por (26).
- **Pisíferas:** Se refiere a frutos que pueden ser de 2 tipos a su vez; el primero no posee ni cuesco ni almendra y se les llama no fértiles. El segundo tipo se denomina frutos semi fértiles o fértiles, dependiendo del tamaño del cuesco y la almendra, que ambos casos, no superan los 2 a 4 mm Barba *et al.*, (27), y Corley *et al.*, (1) citado por (26).
- **Tenera:** Es el fruto que se obtiene cruzando una planta dura como progenitora femenina y una pisífera como padre y el resultado es un fruto con un cuesco que representa el 50% en el peso de almendra (cuesco y pulpa), el restante 50% está conformado por mesocarpio. Este tipo de fruto es el ideal para lograr una buena tasa de extracción de aceite tanto de palma como de palmiste Barba *et al.*, (27), y Corley *et al.*, (1) citado por (26).

2.5. Manejo del Cultivo

2.5.1. Control de malezas

Se considera maleza a la planta presente en un lugar y un momento no deseado. Son plantas que compiten con los cultivos por los recursos disponibles. Las malezas presentan un crecimiento rápido (competencia), abundante producción de semillas, reproducción sexual y asexual, amplio rango de adaptabilidad y extensos métodos de dispersión (28).

Generalmente las condiciones de clima, temperaturas y precipitación, en donde se siembra la palma son favorables para el crecimiento y desarrollo de las malezas. Si las malezas no se controlan de una manera eficaz, se convierten en una limitante de la producción y su manejo debe ser como practica convencional y determinante para el buen desarrollo del cultivo (28).

El control adecuado de malezas facilita la movilización dentro de la plantación, aumentando la eficiencia y calidad de las prácticas agrícolas (cosecha, recolección de fruta suelta), además asegura una excelente supervisión, facilita la localización de daños por plagas y enfermedades. El control adecuado de malezas en el área del comal aumenta la eficiencia en la asimilación de nutrientes, además reduce la competencia por agua, luz y espacio (28).

2.5.2. Control de maleza en la corona y caminos de cosecha

En cultivos jóvenes (1- 4 años) el combate de malezas en lo posible, debe realizarse manualmente (machete) cada 30 a 45 días, dependiendo de las malezas y época del año. En plantaciones de más de cinco años, se puede alternar el combate manual con el químico (29).

Las interlíneas en una plantación están sembradas con un cultivo de cobertura, por lo general una leguminosa, a la que se le quiere procurar un rápido y vigoroso establecimiento. En una segunda etapa, esta labor se vuelve más selectiva en cuanto a la

eliminación de malezas con machete pues se trata de propiciar un medio ambiente adecuado para la proliferación de insectos benéficos, auxiliares en el control de plagas (30).

2.5.3. Poda

La poda consiste en corte y/o eliminación de hojas bajas muertas o destruidas hasta un 60% de su área foliar, lo que puede ser favorable, sin embargo la poda excesiva incide en la disminución del área fotosintética lo que su efecto se ve reflejado en la producción de racimos.

Es importante mantener el mayor número de hojas, se recomienda entre 35 a 40, no podar aquella de donde emerge y la que sostiene el racimo, ya que al hacerlo provoca el retraso en el desarrollo y / o reducción de su peso. En plantas jóvenes (menor a 5 años), la eliminación de hojas se la efectúa en la época poca lluviosa una vez por año se eliminan exclusivamente hojas secas y destruidas que serían hojas no útiles para la planta.

La labor se realiza minuciosamente, a fin de no causar heridas al estipe, lo que daría lugar al ataque de insectos, como Gualpa (*Rhychoporus palmarum*).

Al efectuar la poda debe ser lo más próxima al estipe dejando 12 cm del tronco con la finalidad que facilita la cosecha, evita la retención de los frutos sueltos, en plantas jóvenes permite realizar las labores de manejo como la fertilización y control de malezas. Esta labor se ejecuta con palilla o malayo dependiendo la altura de la planta.

2.5.4. Cosecha

La cosecha de los racimos de palma aceitera es considerada como la operación más importante, delicada y costosa dentro de todo el proceso de producción. En esta labor se concentran todos los esfuerzos realizados durante las etapas de mantenimiento del cultivo para obtener la mayor cantidad de aceite por unidad de área, con un bajo costo y una acidez menor (31).

Los racimos están formados de gran cantidad de frutos que no maduran todos al mismo tiempo. Por este motivo, deben cosecharse cuando se logra un punto de maduración óptimo para alcanzar una máxima eficiencia de extracción de aceite (31).

La producción está relacionada con una serie de factores genéticos, ambientales y agronómicos, que deben integrarse en el proceso para minimizar el periodo improductivo de este cultivo. Si se utiliza material genético de alta calidad y se realizan adecuadas prácticas culturales, las plantas iniciaran su producción en un periodo menor (31).

2.5.5. Ciclos de cosechas

En una plantación de palma la maduración de los racimos no es homogénea. Es indispensable establecer ciclos de cosechas, los que dependen de una serie de factores tales como el material genético, la altura de las plantas y la época del año. El ciclo de cosecha se define como el intervalo en días comprendido entre dos cosechas de frutas en una misma área (31).

Existe maduración más precoz en racimos de palma teneras que en duras, en racimos pequeños que en grandes, en épocas lluviosa que en seca y en palmas jóvenes que en adultas (31).

Los ciclos de cosechas deben ser flexibles de manera que para evitar la sobre maduración de muchos racimos en el campo, es necesario que en lo posible sean cortos. En épocas de baja cosecha los cultivos pueden alargarse, pero a la vez es necesario bajar el grado de

madurez de los racimos a cosechar (menor cantidad de frutos sueltos, desprendidos en forma natural (31).

2.6. Características de Suelo

El grado de rusticidad de la palma africana, permite su adaptación a una amplia gama de condiciones agroecológicas con diversidad de suelos, dentro del marco ambiental del trópico húmedo Infoagro (32).

Los suelos deben ser planos o ligeramente ondulados, ya que pendientes mayores al 12 por ciento exponen el suelo a erosión y los costos de producción se incrementan por requerir más caminos, terrazas o curvas de nivel, y se dificulta el manejo Sandival (33).

Según Sandival (33), señala que el suelo debe ser fértil, con un horizonte superficial de 80 a 120 centímetros, de textura franca y un subsuelo arcilloso no pesado que retenga humedad. Los suelos con estas características pueden abastecer de agua y nutrimentos al cultivo, pero los suelos someros, poco profundos o con drenaje deficiente, reducen la capacidad de producción de la palma. Los suelos arenosos (texturas gruesas) no son recomendados, ni los extremadamente arcillosos.

Tolera suelos moderadamente ácidos (5.5 – 6.5), aunque éstos en general presentan deficiencias de elementos nutritivos tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro, que obligan a un manejo adecuado de la fertilización e imponen la aplicación de enmiendas. Cuando hay una alta acidez en el subsuelo se limita la profundización de las raíces y ocasiona susceptibilidad en las plantas a períodos prolongados de déficit hídrico (32).

Tabla 1. Características edafo – climáticos.

Datos	Máxima	Mínima
Latitud	15° Norte	15° Sur
Temperatura (°C)	33	22
Precipitación anual (mm)	2000	1750
Evaporación (mm)	1100	
Humedad relativa (%)	80	
Radiación: (horas luz/año)	2000	1500
Suelo	Francos	Francos Arenosos
pH	7.8 alcalino	4.5 ácidos
Altitud (msnm)	700	3

Fuente: Elaboración con datos de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (FEDEPALMA), FAO, entidades y empresa de palma de varios países.

2.7. Importancia de la Nutrición Vegetal en la Palma Aceitera

Donough (34) citado por (35), señala que el objetivo de la fertilización en la producción de palma aceitera es suministrar suficientes nutrientes para promover un crecimiento vegetativo sano, máximo rendimiento de racimos de fruta fresca (RFF) y resistencia a plagas (fitófagos y fitopatógenos) la demanda nutricional depende de la edad del cultivo. (35) Las deficiencias nutricionales retrasan el inicio de la producción y disminuyen los rendimientos del cultivo si éste no es capaz de extraer del suelo todos los nutrimentos que demanda el funcionamiento normal de la planta (36).

De acuerdo con Bernal (18) citado por (17), quien indica que el manejo nutricional de las palmas es determinante para lograr su desarrollo adecuado, una producción precoz y abundante, y para que crezca en estado sanitario satisfactorio. La demanda de los nutrientes de un cultivo depende fundamentalmente de la edad de las palmas, del tipo de material sembrado, del suelo, del cultivo de cobertura, de los factores ambientales y de los niveles de agotamiento por producción de racimos.

Hartley (11) citado por (35), afirma que una población de 143 plantas por hectárea, absorbe del suelos entre 300 y 600 kg de los principales elementos nutritivos. Parte de estos elementos son eventualmente reincorporados al suelo a través de las hojas senescentes, las inflorescencias masculinas y la renovación del sistema radical.

Los elementos esenciales para las plantas son 17 incluyendo O, H y C provenientes de H₂O, CO₂ y aire, los demás corresponden a los nutrientes minerales, los cuales, según la cantidad absorbida por la planta, se clasifican en macronutrientes y micronutrientes. Los macronutrientes son nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, los cuales se encuentran en el tejido de las plantas en concentraciones superiores a 0,1%, con base en la masa seca. Los micronutrientes son requeridos en los tejidos de las plantas en concentraciones menores a 100 µg/g de masa seca. Con estos elementos y la luz del sol, las plantas son capaces de sintetizar todos los compuestos que necesitan. Sin embargo, otros elementos minerales, son considerados beneficiosos porque son esenciales para algunas especies de plantas bajo ciertas condiciones Welch (37) citado por (38).

Sin embargo Rodríguez *et al.*, (38), señala que existen tres criterios por los cuales un elemento es considerado esencial para las plantas, estos son:

- ✓ Un elemento es esencial si una planta no puede completar su ciclo de vida en ausencia de tal elemento.
- ✓ Un elemento es esencial si la función de este elemento no puede ser reemplazado por otro elemento mineral.
- ✓ Un elemento es esencial si forma parte de cualquier molécula o constituyente de la planta, que es en sí mismo esencial para ésta, como por ejemplo el nitrógeno en las proteínas o el magnesio en la clorofila.

2.7.1. Macronutrientes primarios esenciales para la planta

✓ **Nitrógeno (N).**

El nitrógeno (N) desempeña un papel vital en la mayoría de los principales procesos metabólicos, como la fotosíntesis. El N promueve el crecimiento, incluido el de las hojas, que a su vez, incrementa la luz que se intercepta y se emplea para la fotosíntesis, la cual contribuye a la producción de más racimos de fruta de mayor peso, y por consiguiente más aceite. No obstante, el exceso en el suministro de N puede llevar a un crecimiento excesivo del dosel, lo que deja muy poco de la asimilación total del carbono para su distribución a los racimos de fruta, y por ende disminuye el rendimiento (39).

✓ **Fósforo (P).**

Es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser realizadas por ningún otro nutriente, y se requiere un adecuado suministro de él para el óptimo crecimiento y reproducción de la planta se encuentra en cada una de sus células. Está involucrado en varias funciones clave de la planta, incluyendo transferencia de energía, fotosíntesis, transformación de azúcares y almidones, movimiento de nutrientes dentro de la planta y transferencia de características genéticas de una generación a otra (40).

El fosforo influye directamente en la producción de racimos por planta y en el peso medio del racimo. Donough (34) citado por (35), quien nos indica que la producción de inflorescencias masculinas es significativamente alta con una fertilización baja de fertilizantes fosforados.

Navarro *et al.*, (41) citado por (35), señalan que el P se encuentra en todos los tejidos de la palma de aceite en una concentración variable, forma parte de moléculas energéticas como el ATP y de los nucleótidos que integran los ácidos nucleídos ADN y ARN.

✓ **Potasio (K).**

Participa en el crecimiento de la planta, sobre todo los frutos. Controla la apertura y cierre de los estomas (poros de la planta) por lo que controla el agua en la planta, contrarresta condiciones de sequía. Es un factor nutricional importante para mayor rendimiento su carencia resulta en fruto vano (Vacíos) y quebradura de tallos con vientos fuertes, también ayuda en la resistencia a enfermedades.

2.7.2. Macronutrientes secundarios

✓ **Magnesio (Mg).**

Borrero (42) citado por (35), señala que el Magnesio es el átomo central de la molécula de clorofila, el pigmento verde de las hojas, que captura la energía del sol necesaria para la fotosíntesis, este elemento está involucrado en la reacción de la carboxilasa de la fotosíntesis, al ser parte de una coenzima que fija el CO_2 El magnesio es necesario en todos los procesos que requieren energía, como por ejemplo la síntesis de almidón, proteínas y vitaminas, también acelera el transporte de asimilados hacia las hojas y racimos de fruta, y se necesita en varias enzimas relacionadas con la producción de ácidos grasos y en la biosíntesis de aceites.

✓ **Calcio (Ca).**

Interviene en la elongación de las células en los tallos, puntos de crecimiento y puntos de crecimiento de la raíces. La descomposición de las flores, follaje, frutas y vegetales en la post-cosecha depende del calcio.

✓ **Azufre (S).**

Estimula la producción de semillas. Ayuda a la planta a soportar temperaturas bajas. Es importante en la formación de vitaminas para la planta.

2.7.3. Micro elementos

Para Rodríguez *et al.*, (38), ocho de los 17 nutrientes esenciales para las plantas se denominan microelementos y, en general, son los elementos por excelencia catalíticos, ya que son esenciales en las reacciones redox a nivel biológico. Los microelementos aceptados como esenciales son:

✓ **Boro (B).**

Es el micronutriente de mayor importancia en la nutrición de la palma aceitera y tiene varias funciones en sus procesos fisiológicos, siendo esencial para la elongación radical, la formación de carbohidratos y de la pared celular, de la misma forma es fundamental en la creación de proteínas y regulación de la síntesis de ácidos nucleicos, muy importante en la producción de sacarosa y su transporte hacia otros órganos de la planta, actúa en la división, diferenciación y elongación de las células de los tejidos meristemáticos Revista el Agro (43) citado por (35).

✓ **Cloro (Cl).**

Regiones de alta precipitación o suelos bien drenados son generalmente bajos en el anión cloro (Cl) ya que al no ser retenido por los coloides del suelo es fácilmente lixiviables. La deficiencia de cloro es ampliamente difundida aún cerca del mar, pero se pueden corregir con aplicaciones de cloro Owen (44) citado por (35).

✓ **Cobre (Cu).**

Es el elemento constituyente esencial de proteínas y enzimas (citocroma oxidasa y está involucrado en el transporte de electrones en el fotosistema y 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 Fairhurs *et al.*, (45) citado por (46).

✓ **Hierro (Fe).**

En todas las enzimas que catalizan procesos de redox (citocromo y ferredoxina) 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 Fairhurs *et al.*, (45) citado por (46).

✓ **Manganeso (Mn).**

(46) Acelera la germinación y la maduración de las plantas incrementa la disponibilidad de Potasio y Calcio. 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

✓ **Molibdeno (Mo).**

Es de suma importancia para que asimile el nitrógeno como integrante de compuesto nitro reductasa y nitrogenasa que se encuentran presentes en las leguminosas que actúan en la fijación de " N_2 "

✓ **Zinc (Zn).**

Es absorbido por las plantas en forma de sulfato y debe ser reducido antes de poder ser incorporado en componentes orgánicos. Su función más importante es la participación en la estructura de las proteínas formando parte de los aminoácidos azufrados. Cisteína, cistina y metionina. También forma parte el azufre de compuestos como tiamina, biotina y coenzima A, metabolitos esenciales en el metabolismo de las plantas, ya que actúan como cofactores o coenzimas de varios sistemas enzimáticos. Otra función del azufre se encuentra en los grupos sulfhídrico presentes en muchas enzimas y que en muchos casos son necesarios para su actividad Muñoz (47) citado por (17).

Tabla 2. Requerimiento de absorción de nutrientes para la producción anual de la palma.

Años	kg ton⁻¹ a⁻¹					
	N	P	K	Mg	C	S
0-1	9.7	8.0	13	2.4	1	1.7
1-2	72.8	8.5	13	20.0	2	11.3
2-3	83.	9.6	19	19.9	2	17.2
3-5	11	13.2	21	18.7	2	29.2
5-7	11	12.8	17	13.0	1	25.9
7-15	13	13.3	15	12.9	1	29.3
Total	52	65.5	89	86.9	1	114.5

Fuente INPOFOS (36).

2.8. Zona de Absorción de Nutrientes

Para Córdoba (48) citado por (35), manifiesta que la principal zonas de absorción de nutrimentos en la palma de aceite se encuentran en los extremos de las raíces primarias, secundarias y terciarias, y a lo largo de la longitud total de las cuaternarias. La mayor absorción mineral tiene lugar en los primeros 20 a 30 cm de profundidad del suelo.

2.9. Intercambio Catiónico

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH₄ etc.). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. El nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica. La unidad de medición de CIC es en centimoles de carga por kg de suelo cmol/kg o meq/ 100g de suelo (49).

Las características del suelo cambian con la clase y la proporción de los iones intercambiables presentes en el medio; Como un suelo acido contiene cantidades apreciables de H⁺ y Al³⁺ intercambiables y solubles, mientras que en un calcáreo predominan las bases (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺) cuya saturación es alta (50).

2.9.1. Interacción de los nutrientes en el suelo

Se establecen de manera natural y dentro de ciertos límites, relaciones de interacción entre los nutrientes presentes en el medio lo cual determina, en alto grado, su disponibilidad posterior, pudiendo las raíces regular su absorción e ingreso a la planta. El equilibrio de que existía en la solución del suelo influye de manera determinante en la posible absorción y captura de iones; esto, medido en términos de concentración y velocidad (50).

Las relaciones de quienes lo absorben pueden ser sinérgicas o antagónicas, lo que es muy importante para la nutrición de cualquier ser vivo. Una relación sinérgica resulta positiva, en virtud de que los nutrimentos vinculados se complementan y potencian para tener un efecto integral de absorción favorable; por el contrario una relación antagónica resulta, por lo general, inconveniente pues uno o más de los elementos presentes en el medio se verán inhibidos y disminuidos por otro en su acción y capacidad de poder ser absorbidos por las plantas, en cantidad y tiempo requeridos (50).

2.9.2. Relación calcio: magnesio

Un exceso de calcio (Ca) intercambiable puede interferir la absorción del magnesio (Mg) y del potasio (K). Si la relación Ca/Mg, expresada ambos en cmol/kg, es mayor de 10, es posible que se produzca una deficiencia de magnesio. La relación óptima Ca/Mg es alrededor de 5 (51).

2.9.3. Relación potasio: magnesio (K/Mg)

La relación K/Mg debe estar comprendida entre 0.2 y 0.3. Si esta relación es mayor de 0.5 pueden producirse deficiencias de magnesio por efecto antagónico de potasio. En cambio, si la relación es de alrededor 0.1, se puede producir una deficiencia de potasio inducida por el magnesio (51).

2.9.4. Relación Ca-Mg-K

El Ca, el Mg y el K compiten por sitios de absorción en las raíces. La deficiencia de uno de estos nutrientes puede ser acentuada por la abundancia de los otros INPOFOS (52) citado por (17).

En el caso de los cationes Potasio, Calcio y Magnesio, no se puede decir que el problema nutricional del cultivo de 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 suelos y/o foliar Macas (4) citado por (46).

La mayoría de las relaciones de cationes Ca, Mg y K en los suelos depende de las proporciones en que estos iones intercambiables se encuentren en el complejo de cambio de suelo. Por esta razón es indispensable, cuando se tiene los resultados analíticos, calcular algunas relaciones entre ellos que indican la manera como se comportan con respecto a la nutrición de las plantas Macas (4) citado por (46).

Estas relaciones son:

- ✓ Relación Ca:Mg:K

Esta ideal debe ser 2:1:0.3, pero se pueden aceptar desviaciones no muy altas.

- ✓ Relación Ca/Mg

Esta relación idealmente debe ser igual 2.0, pero se aceptan que el nivel crítico es 1.0. Si la relación es menor a 1.0. Se considera que el suelo presenta problemas físicos y

nutricionales por exceso de Mg con relación al Ca. Si esta relación es mayor 7.0, puede que las plantas sufran deficiencia de Mg, aunque el análisis del Mg intercambiable lo indique (46).

✓ Relación Mg/K

Si es menor a 1.0. Probablemente el K impedirá la toma de Mg por las plantas, pero si es mayor a 70.0 es muy posible que el exceso de Mg con relación al K impida la captación de este último a pesar de que se hagan aplicaciones aparentemente adecuadas.

✓ Relación Ca+Mg/K

Esta es una relación normal si es menor a 7.0 pero cuando esta 70.0 y 120 ya es condicionada. Si pasa de 120 se considera alta y en este caso el Ca y el Mg en exceso puede impedir la toma de K por las plantas.

✓ Suma de bases (Ca+Mg+K)

En el caso de la palma de aceite se considera que la suma de los cationes es baja cuando es menor 10.0, media 10.0 a 20.0 y alta si es mayor 20.0 Romero (53) citado por (17).

2.10. Principales Plagas y Enfermedades del Cultivo

Las plagas son insectos o animales de cualquier especie que causan daños a las plantas sean físicos, químico y/o biológico disipando enfermedades irreversible para el palmicultor que representan la eliminación de la plantas y perdidas en la producción. Las plagas más significativas son:

2.10.1. Picudo gualpa (*Rhynchophorus palmarum*)

Se localiza en costa y oriente, afecta el cogollo y estipe, daño: galerías en el estipe y daño de la flecha, provoca secamiento foliar. Es vector del nematodo anillo rojo (daño indirecto) Incidencia: entre media y alta en Quinindé y Quevedo baja en el oriente y San Lorenzo (54).

2.10.2. Sagalassa (*Sagalassa valida* Walter, Lepidoptera)

El daño es causado por la larva que esta denominado como el barrenador del sistema radicular en la palma aceitera. En sus primeros instares causa daño a las raíces cuaternarias y terciarias y a medida que pasa su desarrollo para a las raíces secundarias y primarias en las cuales es evidente el daño. Las barrenaduras en una raíz principal alcanzan 30 cm de longitud (55).

2.10.3. Escama roja de las raíces (*Neolecanium siverai* Empell, Homóptera)

Son conchuelas cubiertas de un caparazón ovoide, las adultas llegan a alcanzar 4 mm de diámetro, se fijan permanentemente a la zonas lignificadoras de las raíces las cuales que extraen las sustancias liquidas de las raíces. Cuando las infecciones son elevadas destruye considerablemente el sistema radical lo que provoca una marcada clorosis del follaje y una condición de debilitamiento en las plantas (29).

2.11. Enfermedades

La producción de aceite de palma en el Ecuador se ve afectada por el bajo rendimiento del cultivo debido a la presencia de numerosas enfermedades, producidas por hongos, bacterias, nematodos y protozoarios (56).

2.11.1. Pudrición del cogollo (PC)

Es el trastornó patológico más importante de la palma aceitera en el Ecuador. Las zonas de mayor incidencia en el país son aquellas donde prevalece una alta humedad relativa, y temperaturas entre 25 a 30 grados centígrados, como son la Amazonia Ecuatoriana (Provincias de Sucumbíos Y Francisco de Orellana) y San Lorenzo en la Provincia de Esmeraldas (57), sin embargo los primeros casos fueron identificados en la vertiente del Pacífico de la cordillera ecuatoriana, en la hacienda Palmeras de los Andes, en las palmas de 3-4 años de edad Dzido *et al.*, (58) citado por (23).

Ronquillo en estudios recientes realizados por ANCUPA y la Universidad de Puerto Rico, determino que el agente causal de la enfermedad en el Ecuador son los hongos *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani*, mientras que en Colombia determinaron la asociación del hongo *Phytophthora* sp, Sin embargo diferentes autores relacionan a la enfermedad con las malas prácticas de manejo, saturación y compactación de los suelo lo que provoca asfixia del sistema radicular.

Los síntomas que presenta la planta enferma son: Amarillamiento de la hojas nuevas, lesión en hojas banderas, Doblamiento de la hoja bandera, pudrición en el tejido meristemático, licuefacción de tejidos (57)

2.11.2. Anillo rojo (*Bursaphelenchus cocophyllus*). Transmisor picudo

Un amarillamiento y secamiento progresivo a partir de las hojas inferiores. Las hojas más jóvenes pueden aparecer más cortas, pero sin deformaciones aparentes. Conforme los síntomas avanzan, hojas cada vez más jóvenes son afectadas y la muerte de la palma puede ocurrir en unos pocos meses; lo cual se acelera cuando se desarrollan pudriciones extensivas en la región del cogollo producto de los daños de larvas del picudo. En muchas plantas afectadas se desarrolla una coloración naranja en las bases peciolares y los racimos en desarrollo pueden podrirse (59).

2.11.3. Pudrición común de la flecha (*Fusarium roseum* u *oxysporum*)

Uno de los primeros síntomas consiste en el desarrollo de lesiones oscuras de apariencia acuosa en los foliolos aún plegados en el raquis en las flechas. Debido a su posición estas lesiones pueden pasar desapercibidas y la primera evidencia de la enfermedad es la aparición de una flecha quebrada o fuertemente curvada cerca de su base o más comúnmente cerca de la parte media del raquis. El tejido necrótico de los foliolos se seca y se desprende, de manera que luego de algunos días la hoja doblada solo presenta algunas fibras de los foliolos. Los síntomas aparecen en plantas jóvenes. (1-3 años) (60).

2.11.4. Amarillamiento fatal (Af)

El amarillamiento fatal, cuyos sinónimos son: guía podrida o pudrición de flecha, es el mayor problema en la palmicultura de Sur América. Por ahora acuerdo a Gomes *et al.*, (61), citado por (23), indican que no está identificada su causa.

El AF se caracteriza, inicialmente, por un ligero amarillamiento de los folíolos basales, de las hojas intermedias (3, 4, 5 e 6) y, después, por el apareamiento de necrosis en las extremidades de los folíolos que evolucionan en el secamiento total de las hojas. Los síntomas por AF es el secamiento de la hoja “flecha” y, puede ocurrir una remisión temporal de la planta, seguida de una declinación generalizada y muerte Boari (62) citado por (23).

2.12. Racimos Vacíos o Tusa de la Palma Aceitera

La tusa o racimo vacío de palma es un material lignocelulósico con 60 a 65% de humedad y 1 a 2.5% de aceite vegetal impregnado, producto de la separación física de los frutos de su soporte natural raquis, el mismo en el proceso de desfrutado de los racimos esterilizados en la planta de beneficio (63). La tusa es un material rico en potasio (K) y en menor proporción, en nitrógeno (N), fósforo (P) y magnesio (Mg). Sus principales componentes son polisacáridos, como celulosa, glucano y xilano, en aproximadamente 66%, y polímeros, como la lignina, en 12% Rahman *et al.*, (64) citado por (63).

2.12.1. Aplicación de racimos vacíos o tusa de palma a la corona

Los racimos desfrutados (tusas) de la palma de aceite son utilizados en todo el mundo para el mejoramiento de las propiedades químicas y físicas del suelo, lo cual se refleja en el mayor desarrollo de raíces, toma de nutrientes y rendimiento en la etapa joven y adulta del cultivo (63).

Para Ramírez *et al.*, (63), los beneficios de manipular la tusa de la palma aceitera en la corona son:

- ✓ Recicla nutrientes aportados con la fertilización y/o que se han extraído del suelo, y los que se inmovilizan en estos tejidos.
- ✓ Con la adición de 300 kg de tusa por palma (43 ton ha^{-1}) se está agregando un equivalente de 4.8 kg de K Cl por palma (si se considera una concentración de K en la tusa de 0.8% en base húmeda y 85% de humedad).
- ✓ No solo se aporta potasio, sino también concentraciones de N, P, Mg y B. Por ejemplo, el mismo aporte de 300 kg de tusa tiene un equivalente de 0.25 kg de DAP por palma (concentración media de P en base húmeda de 0.017%) y un equivalente de 10 g de borato 48 por palma.

- ✓ Es útil en suelos bien drenados, de texturas gruesas y en suelos con horizontes con gran volumen de gravas y gravillas en el perfil, como muchos de los existentes en la Zona Oriental palmera y en otras regiones del país.
- ✓ Estudios recientes muestran que la tusa no solo es importante por su aporte directo de nutrientes sino porque estimula la proliferación de raíces, y con ello la mejora en la eficiencia de uso de los nutrientes aplicados al agrosistema; las consecuencias son positivas porque se incrementa la masa de raíces terciarias y cuaternarias, hay mayor toma de nutrientes, menores pérdidas de los mismos hacia fuentes hídricas superficiales y aguas freáticas, menor riesgo de contaminación y ahorro para cultivadores.
- ✓ Las propiedades químicas y físicas del suelo se benefician, porque:
 - Se regula el pH del suelo.
 - Se incrementa la capacidad de su intercambio catiónico.
 - Aumentan los contenidos en el suelo potasio, magnesio, calcio y fósforo, y ayudan a la neutralización de su aluminio intercambiable.
 - Mejora la permeabilidad del suelo.
 - Mejora la estructura del suelo.
- ✓ Incrementa el carbono orgánico del suelo y por ende materia orgánica.
- ✓ Protege de erosión laminar.
- ✓ Disminuye la temperatura edáfica.
- ✓ Mejora el almacenamiento de agua para el cultivo.
- ✓ Mejora toda la actividad de macro, meso y microorganismos (65)

2.13. *Trichoderma sp*

Trichoderma posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y *Fusarium* entre otros. Las especies de *Trichoderma* actúan como hiperparásitos competitivos que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, encontrados en los organismos con los que interactúa (66).

Es un hongo saprofita de vida libre común en los ecosistemas del suelo, capaz de interactuar con raíces y tejido foliar vegetal Howel (67) citado por (8). Su crecimiento rápido en un gran número de sustratos, y la ubicuidad con las plantas ha hecho que diferentes especies de *Trichoderma* sean utilizadas para el control de hongos patógenos del suelo Sid et al., (68) citado por (8). Pues actúan como hiperparásito competitivo, ya que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas, sustancias a las que se atribuyen los cambios estructurales a nivel celular. El *Trichoderma* es ávido por materia orgánica, sin la cual es difícil que se establezca en el suelo para cumplir sus funciones, y mediante la descomposición de materia orgánica, libera nutrientes en formas disponibles para la planta Godes (69) citado por (8).

2.14. Marco Referencial

Según lo observado por Gonzada (17), en su investigación denominada “Recuperación de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), bajo estrés por desbalance catiónico de Ca, Mg y K con el uso de diferentes fuentes de Mg y K, efectuado en la localidad del cantón la Concordia. Donde su principal objetivo fue demostrar que las plantas de palma con estrés por desbalance catiónico son recuperables mediante un adecuado manejo de la relación Ca, Mg y K y evaluar diferentes fuentes de Mg y K; lo que fue llevado a cabo mediante los resultados de los análisis de suelo y foliar para determinar la relación ideal en términos porcentuales, de 60, 30 y 10% de Ca, Mg K, respectivamente que requería cada tratamiento en estudio. Las variables evaluadas fueron, Emisión Foliar (EF), Área Foliar (AF), Rendimiento (RE), Incremento de altura de la planta (AP), Relación sexo, Incremento del diámetro del estipe

(DE), incremento diámetro de la corona foliar (DCF). Teniendo las tres primeras variables anteriormente mencionadas relación con el estudio.

Mientras que Macas (4), en su estudio denominado “Evaluación del manejo de las prácticas agrícolas en el rendimiento y rentabilidad de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), segundo año de ejecución llevado a cabo en el catón La Concordia 2009-2010” Este estudio se ejecutó con su solo objetivo el cual fue demostrar que la buenas prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera ayudan indispensablemente a obtener mejores rendimientos, rentabilidad y que sea sustentable. Se utilizó un diseño de bloques completamente alzar DBCA con cuatro repeticiones y cinco tratamientos. Los tratamientos planteados corresponden a podas regulares, cosechas en rondas semanales, fertilización balanceada, coronas con glifosato y criterio del palmicultor como testigo absoluto; Las variables evaluadas son rendimiento (R), porcentaje de materia seca radicular (MSR), porcentaje de materia seca foliar (MSF) Área Foliar (AF) entre otras, sin embargo se determinó en este estudio que el mejor resultado reportó el tratamiento tres con una tasa de retorno marginal de 162.25.

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Experimento

El trabajo de investigación se condujo en el mes de Julio del 2015 hasta Febrero del 2016. En la Hcda Gema ubicada en el Km. 57 de la vía Santo Domingo de los Tsáchilas - Fumisa perteneciente a la zona cinco de litoral Ecuatoriano. Con las coordenadas geográficas de 0° 42' 00" de latitud Sur, 79° 30' 00" de longitud y una altura de 148 msnm. Con una duración de 7 meses. Predio perteneciente al Arq. Gerardo Villamarin.

3.2. Características Climáticas^{1/} y Edáficas^{2/} de la Zona

Tabla 3. Características Climáticas^{1/} y Edáficas^{2/} de la zona de estudio

Precipitación:	2139.85 ¹ mm/año
Temperatura media:	24.6 ¹ °C
Humedad relativa:	85.72 ² %
Heliofanía:	899.97 ² horas/año
Evaporación:	990.09 ²
Clima:	Tropical Húmedo
Topografía:	Plana
Materia orgánica:	5.7%
Drenaje:	Bueno
Textura:	Franco – Limoso
pH:	5.2 – 5.6

^{1/} Datos tomados por la EET- Pichilingue INHAMI desde 2014 - 2015

^{2/} El área de estudio muestra suelo de textura franco limoso, pH 5,2 - 5,6, buena fertilidad

3.3. Materiales Genético

El estudio se efectuó en el año 2015 con el material genético de palma aceitera ASD (Deli x Ghana) de 5 años de edad, La distancia de siembra es de (9m x 9m), sistema de siembra tres bolillos con una densidad poblacional por hectárea de 143 plantas donde se evaluaron cinco tratamientos por cuatro repeticiones, los mismos que se detallan en el cuadro.

Los tratamientos son la combinación de un conjunto de prácticas agrícolas en estudio.

Tabla 4. Identificación y codificación de los tratamientos y repeticiones del material.

Tratamiento		Código	Repetición
T0	Testigo (Manejo de finca)		I
T0	Testigo (Manejo de finca)		II
T0	Testigo (Manejo de finca)		III
T0	Testigo (Manejo de finca)		IV
T1	Poda Semestral (PS)		I
T1	Poda Semestral (PS)		II
T1	Poda Semestral (PS)		III
T1	Poda Semestral (PS)		IV
T2	PS + Cosecha en rondas estacionales (CRE)		I
T2	PS + Cosecha en rondas estacionales (CRE)		II
T2	PS + Cosecha en rondas estacionales (CRE)		III
T2	PS + Cosecha en rondas estacionales (CRE)		IV
T3	PS + CRE + Nutrición balanceada (Ca 60, Mg 30, K 10) (NB)		I
T3	PS + CRE + Nutrición balanceada (Ca 60, Mg 30, K 10) (NB)		II
T3	PS + CRE + Nutrición balanceada (Ca 60, Mg 30, K 10) (NB)		III
T3	PS + CRE + Nutrición balanceada (Ca 60, Mg 30, K 10) (NB)		IV
T4	PS + CRE + NB + Aplicación de racimos vacíos o Tusa (ARVT)		I
T4	PS + CRE + NB + Aplicación de racimos vacíos o Tusa (ARVT)		II
T4	PS + CRE + NB + Aplicación de racimos vacíos o Tusa (ARVT)		III
T4	PS + CRE + NB + Aplicación de racimos vacíos o Tusa (ARVT)		IV

3.3.1. Materiales de campo

Machete, moto guadaña, bomba de acción manual, fertilizante, balanza de reloj (kg), funda quintalera, guantes, flexómetro, calibrador, letreros de identificación, tablero de campo, barreno, podón, pie de rey, análisis de suelo y foliar, cámara fotográfica.

3.3.2. Materiales didácticos

Computadora

Remas de papel

Impresora

Flash memori

Calculadora

3.4. Diseño Experimental

El presente estudio se distribuyó en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones, como se describió en la (Tabla 4). Cada unidad experimental estará conformada por 28 plantas, (5 años) distribuidas en cuatro hileras x 7 filas de las cuales se evaluaron las 10 plantas centrales.

Para el análisis de varianza se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significancia, y comparaciones ortogonales.

		N° Hileras			
		1	2	3	4
N° Plantas	1	x	x	x	x
	2	x	1	6	x
	3	x	2	7	x
	4	x	3	8	x
	5	x	4	9	x
	6	x	5	10	x
	7	x	x	x	x

Figura 8. Composición de las parcelas netas y unidades experimentales

3.4.4. Modelo matemático

La presente investigación comprenderá 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

3.4.5. Hipótesis y ANDEVA del diseño en bloques completo al azar

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_t \text{ v/s } H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \dots \neq \mu_t$$

Tabla 5. ANDEVA para el Diseño de bloques completos al azar

FV	G.L	SC	CM	F_{cal}	F_{tab} 0 p-valor
Tratamientos	t-1	SC_{TRAT}	CM_{TRAT}	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_{E.E}}$	$F_{Tab} = F_{1\frac{\alpha}{2}; t-1; (t-1)(r-1)}$
Bloques	r-1	SC_B	CM_B	$\frac{CM_B}{CM_{E.E}}$	$F_{Tab} = F_{1\frac{\alpha}{2}; t-1; (t-1)(r-1)}$
Error	(t-1)(r-1)	$SC_{E.E}$	$CM_{E.E}$		
Total	N-1	SC_T			

Tabla 6. Análisis de la varianza para el Estudio “Prácticas Agrícolas”.

F de V	Fórmula	GL
Tratamientos	t-1	4
Repeticiones	b-1	3
Error Experimental	(t-1)(b-1)	12
Total	t*b-1	19

3.5. Variables Vegetativas y Productivas a Evaluar

3.5.4. Emisión foliar (EF)

La EF se realizó identificando filotaxia de la palma, (derecha o izquierda) y se pintó la base peciolar de la hoja # 1 en todas las unidades experimentales a evaluar con pintura resistente al agua de color negro. Se marcó al inicio de la investigación y después de 6 meses se pintó la nueva hoja emitida, posterior a un determinado tiempo se contó el número de hoja pintada equivalente al número de hojas nuevas emitidas.

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

3.5.5. Área foliar de la hoja 17 (AF)

El área foliar se midió en metros cuadrados (m²). En el cual se llevó acabo los siguientes pasos:

Se identificó la filotaxia de la palma (derecha ó izquierda).

Según su orden se identificó la hoja # 1, siguiendo la secuencia del espiral de 1 al 8 y se determinó la hoja # 17 para ser evaluada.

Se contabilizaron los números de foliolos de la hoja # 17 incluyendo los foliolos rudimentarios.

Se seleccionaron 3 foliolos de cada lado de la lámina foliar, ubicados en las 3/5 partes de lo largo del raquis.

Los foliolos que se seleccionaron se los doblo por su parte media para medir su ancho y largo en centímetros.



Figura 9. Identificación marcación de la N° 1, y evaluación de la hoja N° 17

El área foliar se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$AF = b * (n * lw)$$

Dónde:

AF= Área foliar m²

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 con la edad de la palma 0.51 y 0.57).

3.5.6. Peso seco foliar de la hoja N° 17

La misma hoja # 17 identificada para la variable (AF) se utilizó para evaluarla y registrar el peso seco foliar PSF, medido desde el comienzo de los foliolos rudimentarios el ancho (w) y espesor del peciolo (d). El cual se expresó en kilogramos Kg mediante la siguiente ecuación:

$$\text{PSF (kg)} = 0.1023 \times \text{cm} + 0.2062$$

P= Ancho del peciolo (w) x espesor de en centímetros.

3.5.7. Longitud del raquis de hoja # 17

La hoja # 17 identificada anteriormente fue la que se procedió a medir desde los foliolos rudimentarios hasta la punta de la hoja.

3.5.8. Número de racimo por planta

Los racimos de cada planta fueron contabilizados y pesados.

3.5.9. Peso total y promedio del racimo por planta

Los racimos cosechados por plantas, fueron pesados y registrados en kilos

3.5.10. Rendimiento (R)

Se realizó la evaluación de rendimiento desde el inicio de la investigación en el mes de Julio donde se hicieron las cosechas durante las etapas estacionales verano cada 15 días en todos los tratamientos, y en invierno cada 8 días en los tratamientos t_2 , t_3 , t_4 hasta la finalizar la investigación, Basándose en el peso total, peso promedio y numero de racimos por unidad experimental y por tratamiento, para transformarlos en toneladas por hectárea ton ha^{-1} de racimos de fruta fresca RFF, durante el tiempo de investigación de 7 meses.

3.5.11. Análisis económico

Se determinó el beneficio neto de los tratamientos en estudio mediante la siguiente relación.

$$\text{BN} = \text{IB} - \text{CT}$$

Donde:

BN = Beneficio neto

IB = Ingreso bruto

CT = Costo total

3.5.12. Análisis estadístico

En principio, se realizó la comprobación del cumplimiento de los supuestos del análisis de varianza como son: distribución normal a través del estadístico de Shapiro-Will, homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de Cochran's y la independencia de las muestras. Posteriormente, se realizara el análisis de varianza (ANDEVA) a las variables de respuesta para determinar diferencias estadísticas entre las Buenas prácticas agrícolas. También se determinara la significancia específica a través de la prueba de Tukey al 95% de probabilidad, en (tratamientos y bloques) Para estos análisis se utilizó los programas estadísticos Infostat profesional.

3.6. Manejo del Experimento

3.6.4. Análisis del suelo

Para los respectivos análisis se tomaron 10 submuestras de suelo de cada parcela neta a una profundidad de 20 cm, se hizo una sola muestra las cuales se las enviaron al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIAP). Para su análisis físico y químico y con el resultado se determinó la deficiencia nutricional de las unidades experimentales de estudio (plantas netas).

3.6.5. Análisis foliar

Para el análisis folia se muestrearon 10 plantas de cada parcela neta, y las muestra se las enviaron al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIAP). Para su análisis físico y químico y con el resultado se determinó la deficiencia nutricional de las unidades experimentales de estudio (plantas netas).

3.6.6. Labores culturales

Se realizaron las labores culturales propias del manejo del cultivo, el control de maleza fue la actividad más frecuente durante el tiempo de estudio la chapia y coronas se realizaron de acuerdo al manejo de la finca en los tratamientos 0, 1 y 2), en el tratamiento 3 y 4 implementando buenas prácticas agrícolas (BPA) realizando el control de maleza manualmente como, chapia y corona en intervalos de tiempos de cada 3 meses en época poca lluviosa y 2 meses en época lluviosa.

3.6.7. Fertilización

La nutrición balanceada se ejecutó de acuerdo a las condiciones ambientales adecuadas con el objetivo de no preocuparse en las aplicaciones y el aprovechamiento de los fertilizantes, se efectuó en función de los resultados obtenidos de los análisis de suelo y foliar, y se fertilizó en los t_3 y t_4 según el programa de fertilización al requerimiento nutricional y de acuerdo al balance catiónico de bases intercambiables Calcio 60, Magnesio 30 y Potasio 10 planteado por ANCUPA – CIPAL. En los tratamientos t_0 , t_1 , t_2 se realizó según el manejo de la finca.

3.6.8. Controles fitosanitarios

Se evaluaron las actividades de controles fitosanitarios de las diversas plagas y enfermedades mediante monitoreo en la plantación al inicio y en el transcurso de la investigación.

3.6.9. Podas

En los t_1 , t_2 , t_3 y t_4 , la poda ejecutada fue semestral (PS) es decir existió una poda durante los 7 meses de investigación: y si se efectuaría esta investigación por un año se deberían realizar dos podas en intervalos semestrales dejando dos hojas por debajo del racimo es decir la hoja pulmón y sostén.

3.6.10. Cosecha

La cosecha se realizó durante todo el tiempo de la investigación ya que su fructificación es constante, determinando periodos de ciclos de cosechas que fueron diferentes según los tratamientos en época lluviosa cada ocho días y en la época poca lluviosa cada quince días en los t_2 , t_3 y t_4 , con la finalidad de cosechar los racimos que alcanzaron su madurez fisiológica y una vez recogida la fruta suelta en el campo, se registró el número y peso total de cada racimo. En los tratamientos t_0 y t_1 se cosecho según el criterio del propietario o manejo de la finca.

3.6.11. Aplicación de racimos vacíos o tusa de palma enriquecido con *Trichoderma* sp

Para el t₄ se efectuó la aplicación de 300 kg de racimos vacíos (RV) o tusas de palma enriquecida con 5g de *Trichoderma* a la corona de la palma al inicio de la investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables Vegetativas

4.1.1. Emisión foliar

Evaluated el comportamiento de los tratamientos y realizado el análisis estadístico para la variable emisión foliar a los 180 días, no se logró diferencia significativas para los bloques, sin embargo los tratamientos indicaron alta significancia estadística al 5% de probabilidad.

En la tabla 7 se puede observar, que Tukey al 5% de probabilidad; determino dos rangos de significancia, reportando menor emisión foliar los (t_0 , t_1 y t_3) con los promedios de 1.99, 1.97 y 2.18 hojas/mes que tienen similitud de significancia estadística, mientras que mayor promedio de emisión foliar mostro el (t_4 y t_2) con 2.59 y 2.18 que estadísticamente son iguales y se hacen estadísticamente diferentes a los tratamientos anteriormente mencionados con los menores promedios. Los datos obtenidos por Gonzaga (17), tienen similitud con un promedio general de 2.16 hojas/meses y con el coeficiente de varianza de 5.83 % de variabilidad, datos obtenidos en su investigación titulada “Recuperación de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), bajo estrés por desbalance catiónico de Ca, Mg y K con el uso de diferentes fuentes de Mg y K.

En las comparaciones ortogonales se observa que si existe una alta significancia estadística entre el testigo (t_0 = manejo de la finca vs el grupos de los tratamientos en los cuales se implementaron un conjunto de prácticas agrícolas t_1 , t_2 , t_3 , t_4). Como se puede apreciar en la tabla 7.

Tabla 7. Valores promedios, coeficientes de varianza, prueba de Tukey al 5% y comparaciones ortogonales para comprar los promedios de los tratamientos evaluados a la variable emisión foliar a los 180 días en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

TRATAMIENTOS	VARIABLE VEGETATIVA EMISIÓN FOLIAR			
	Promedio	Rango	Comparaciones Ortogonales	
0	1,99	b		
1	1,97	b	t ₀ Vs t ₁ t ₂ t ₃ t ₄	1,99 vs 2,23 **
2	2,18	ab	t ₁ vs t ₂ t ₃ t ₄	1,97 vs 2,31 ns
3	2,18	b	t ₂ vs t ₃ t ₄	2,18 vs 2,38 ns
4	2,59	a	t ₃ vs t ₄	2,18 vs 2,59 ns
Promedio	2,18			
C.V	8,41			

* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la prueba de Tukey ($P > 0.05$)

En anexo 2, se puede apreciar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable emisión foliar a los 180 días, datos obtenidos en el estudio.

4.1.2. Área foliar de la hoja # 17 (m²)

Los resultados que se obtuvieron en esta investigación se sometieron al análisis estadístico en la variable área foliar de la hoja # 17, donde no se reportó diferencia significativas para los bloques, sin embargo los tratamientos indicaron significancia estadística al 5% de probabilidad.

En la (Tabla 8) Se observan los promedios reportados por el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% a la variable área foliar de la hoja 17, que presentó dos rangos de significancia estadística para los tratamientos en estudios, mostrando los mayores promedios de 6.30, 7.32, 6.39 y 7.35 respectivamente de cada (t_1 , t_2 , t_3 y t_4), seguido de (t_0) con 5.57 que expreso el menor promedio haciéndose diferente de los demás tratamientos que anteriormente fueron mencionados. Mientras que los datos obtenidos por Fairhust *et al.*, (20), tienen similitud al mayor promedio reportado en esta investigación, con el valor de 7 m² y con un coeficiente de varianza de 15.00%. En su investigación titulada “Palma de aceite manejo para rendimientos altos y sostenibles” citado por (46) en su investigación.

La prueba de ortogonalidad para la variable el área foliar de la hoja # 17 determino significancia estadística entre el (t_2 = Poda semestral + cosecha en rondas estacionales vs los tratamientos en los cuales están conformados por un conjunto de prácticas agrícolas t_3 = PS + CRE + NB y t_4 = PS + CRE + NB + RV) como se puede observar en la tabla 8.

Tabla 8. Promedios, coeficiente de varianza, prueba de Tukey al 5% y comparaciones ortogonales para comprar los promedios de los tratamientos evaluados a la variable área foliar en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

TRATAMIENTOS	VARIABLE VEGETATIVA AREA FOLIAR (m ²)			
	Promedio	Rango	Comparaciones Ortogonales	
0	5.57	b		
1	6.30	ab	to Vs t ₁ t ₂ t ₃ t ₄	5.57 vs 6.84 ns
2	7.32	ab	t ₁ vs t ₂ t ₃ t ₄	6.30 vs 7.02 ns
3	6.39	ab	t ₂ vs t ₃ t ₄	7.32 vs 6.87 *
4	7.35	a	t ₃ vs t ₄	6.39 vs 7.35 ns
Promedio	6.58			
C.V	11.77			

* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la prueba de Tukey ($P > 0.05$)

En el anexo 4, se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable área foliar de la hoja # 17 obtenidos en el estudio.

4.1.3. Peso seco de la hoja # 17 (kg)

Los resultados obtenidos en esta investigación y efectuado el análisis estadístico en la variable peso seco de la hoja # 17, no reportó diferencia significativa al 5% de probabilidad para los tratamientos a diferencia de los bloques.

Sin embargo cabe recalcar que presentan diferencias numéricas los (t_0 , t_1 , t_2 , t_3 y t_4) con sus respectivos promedios 1.72, 1.82, 1.87, 1.86 y con el mayor valor de peso seco foliar, el (t_4 = poda + cosecha + nutrición + racimo vacíos) de 2.23 kg, este valor fue superior al que reporto Vera (23), con un promedio de 1.94 kg y con coeficiente de varianza de 15.21 en su investigación titulada Comportamiento agronómico de híbridos interespecíficos (*Oleíferas Taisha x Guineensis*) de palma aceitera en relación a resistencia y/o tolerancia a problemas fitosanitarios en la zona central del litoral Ecuatoriano”.

Las comparaciones ortogonales efectuadas al peso seco foliar de la hoja 17 reportaron alta significancia entre los tratamientos evaluados t_0 = testigo manejó de la finca con el valor de 5.57 vs el grupos de los tratamientos en los cuales se implementaron un conjunto de prácticas agrícolas t_1 , t_2 , t_3 , t_4) que reportan el promedio de 6.84, como se puede apreciar en la tabla 9.

Tabla 9. Análisis de la varianza, prueba de Tukey al 5% y comparaciones ortogonales para comprar los promedios de los tratamientos evaluados a la variable peso seco de la hoja # 17 expresado en (kg). En el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

TRATAMIENTOS	VARIABLE VEGETATIVA PESO SECO DE LA HOJA (kg)			
	Promedio.	Rango	Comparaciones Ortogonales	
0	1.72	a		
1	1.82	a	to Vs t ₁ t ₂ t ₃ t ₄	5.57 vs 6.84 **
2	1.87	a	t ₁ vs t ₂ t ₃ t ₄	6.30 vs 7.02 ns
3	1.86	a	t ₂ vs t ₃ t ₄	7.32 vs 6.87 ns
4	2.23	a	t ₃ vs t ₄	6.39 vs 7.35 ns
Promedio	1.90			
C.V	12.34			

* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la prueba de Tukey ($P > 0.05$)

En el anexo 6, se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable peso seco de la hoja # 17 obtenidos en la investigación.

4.1.4. Longitud del raquis de hoja # 17

Evaluated the behavior of the treatments and performed the statistical analysis for the variable length of the rachis of leaf 17, no significant differences were found for the blocks or the treatments at 5% probability.

However, numerical differences were reported between the (t_0 , t_1 , t_2 , t_3 and t_4) with their respective means of 413.51, 414.81, 430.36, 402.92 indicating that the t_4 (pruning + harvest + nutrition + empty bunch) expressed the highest mean ($\approx$) 451 cm, being lower than those obtained by Vera (23), with a mean of 519 cm and with a coefficient of variance of 8.42 in his investigation titled "Agronomic behavior of interspecific hybrids (*Oleíferas Taisha x Guineensis*) of oil palm in relation to resistance and/or tolerance to phytosanitary problems in the central zone of the Ecuadorian coast".

While the test of orthogonality for the variable length of the rachis of leaf 17 did not report statistical differences between the treatments of the studies as can be appreciated in table 10.

Tabla 10. Promedios, Coeficientes de varianza, prueba de Tukey al 5% y comparaciones ortogonales para comprar los promedios de los tratamientos evaluados a la variable longitud del raquis de la hoja # 17 expresado en (cm) en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

TRATAMIENTOS	VARIABLE VEGETATIVA LONGITUD DEL RAQUIS (cm)		
	Promedio	Rango	Comparaciones Ortogonales
0	413.51	a	
1	414.81	a	t ₀ Vs t ₁ t ₂ t ₃ t ₄ 413.51 vs 424.76 ns
2	430.36	a	t ₁ vs t ₂ t ₃ t ₄ 414.81 vs 428.08 ns
3	402.94	a	t ₂ vs t ₃ t ₄ 430.36 vs 426.94 ns
4	450.95	a	t ₃ vs t ₄ 402.94 vs 450.95 ns
Promedio	422.51		
C.V	7.82		

* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la prueba de Tukey ($P > 0.05$)

En el anexo 8, se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable longitud del raquis de la hoja # 17 expresado en centímetros obtenidos en la investigación.

4.2. Variables Productivas

4.2.1. Número de racimos plantas (NRP)

Evaluable el comportamiento de los tratamientos en estudios y a medida que se implementaron las prácticas agrícolas a simple vista se observó aumentos de números de racimos por plantas, lo que se corroboró sometiendo los resultados al análisis de varianza y la prueba de Tukey que indicaron significancia estadística para los tratamientos al 5% de probabilidad a diferencia de los bloques que no presentaron significancia.

En la (Tabla 11) Se puede apreciar los promedios reportados por el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% a la variable número de racimos, que presentó dos rangos de significancia estadística para los tratamientos en estudios, mostrando los menores promedios los (t_0 y t_1) de 60.50 NRP, seguido por los (t_2 , t_3 y t_4) que reportaron los mayores valores de 67.75, 81.25 y 95.25 respectivamente que tienen el mismo rango de significancia y una gran diferencia numérica entre ellos los promedios de esta investigación son superior al que reportó Vera (23), con un promedio de 12.11 NRP y con coeficiente de varianza de 54.89% en su investigación titulada comportamiento agronómico de híbridos interespecíficos (*Oleíferas Taisha x Guineensis*) de palma aceitera en relación a resistencia y/o tolerancia a problemas fitosanitarios en la zona central del litoral Ecuatoriano.

Efectuada la prueba de ortogonalidad se observó la existencia de una alta significancia estadística al 1 y 5% de probabilidad en el (t_0 = testigo manejo de la finca que presento el valor de 60.50 (NRP) vs los tratamientos en los cuales se implementaron un conjunto de prácticas agrícolas t_1 t_2 t_3 t_4 que reportaron el promedio de 95.25 como se puede observar en la tabla 11.

Tabla 11. Promedio, coeficientes de varianza, prueba de Tukey al 5% y Comparaciones Ortogonales para la variable productiva (NRP) en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

TRATAMIENTOS	VARIABLE PRODUCTIVA NUMERO DE RACIMOS			
	Promedio	Rango	Comparaciones Ortogonales	
0	60.50	b		
1	60.50	b	t0 Vs t1 t2 t3 t4	60.50 vs 76.18 **
2	67.75	ab	t1 vs t2 t3 t4	60.50 vs 81.41 ns
3	81.25	ab	t2 vs t3 t4	67.75 vs 88.25 ns
4	95.25	a	t3 vs t4	81.25 vs 95.25 ns
Promedio	73.05			
C.V	12.31			

* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la prueba de Tukey ($P > 0.05$)

En el anexo 10, se pueden observar de manera gráfica los promedios obtenidos de cada tratamiento de la variable número de racimos por plantas obtenidos en la investigación.

4.2.2. Peso promedio del racimo (kg)

Los resultados que se obtuvieron en esta investigación se sometieron al análisis estadístico en la variable peso promedio del racimo, donde se reportó diferencia significativa para los tratamientos, a diferencia de los bloques que no presentaron significancia al 5% de probabilidad.

En la tabla 12. Se puede apreciar los promedios reportados por el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% a la variable peso promedio del racimos, que presentó dos rangos de significancia estadística para los tratamientos en estudios, mostrando los menores promedios de 4.18, 4.29 los (t_0 y t_1), seguido por los (t_2 , t_3 y t_4) que reportaron los mayores valores de 4.74, 4.86 y 5.68 respectivamente que tienen el mismo rango de significancia y una gran diferencia numérica entre ellos, los promedios de esta investigación son superior al que reporto Montaña (46), reporto en su investigación 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, el promedio de 4.11 kg de peso y un coeficiente de variación de 16.72%.

El análisis ortogonalidad encontró alta significancia al 1 y 5% de probabilidad en las comparaciones realizadas, presentando el (t_0 manejo de la finca el promedio de 4.18 vs t_1 , t_2 , t_3 y t_4 con el promedio de 4.89. Como se puede observar en la tabla 12.

Tabla 12. Promedio, coeficientes de varianza, prueba de Tukey al 5% y Comparaciones Ortogonales para la variable productiva (Peso promedio del racimo) en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

TRATAMIENTOS	VARIABLE PRODUCTIVA PESO $\bar{x}$ DEL RACIMO (kg)			
	Promedio	Rango	Comparaciones Ortogonales	
0	4.18	b		
1	4.29	b	t_0 Vs t_1 t_2 t_3 t_4	4.18 vs 4.89 **
2	4.74	ab	t_1 vs t_2 t_3 t_4	4.29 vs 5.09 ns
3	4.86	ab	t_2 vs t_3 t_4	4.74 vs 5.27 ns
4	5.68	a	t_3 vs t_4	4.86 vs 5.68 ns
Promedio	4.75			
C.V	20.56			

* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la prueba de Tukey ($P > 0.05$)

En el anexo 12, se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable peso promedio del racimo expresados en kilogramos obtenidos en la investigación.

4.2.3. Rendimiento (ton ha⁻¹)

El comportamiento de los tratamientos que se evaluaron y efectuado el análisis de varianza y la prueba Tukey al 5% a la variable rendimiento (ton ha⁻¹ durante el tiempo de investigación de siete meses) nos indicó una alta significancia estadística para los tratamientos, a diferencia de los bloques que no presentaron diferencia estadística al 1 y 5% de probabilidad.

En la (Tabla 11) Se puede apreciar los promedios reportados por el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% a la variable rendimiento, que presentó dos rangos de significancia estadística para los tratamientos en estudios, mostrando los menores promedios los (t₀ y t₁) de 4.95 y 5.11 ton ha⁻¹, seguido por los (t₂, t₃ y t₄) que reportaron los mayores valores de 6.72, 8.31 y 10.41 ton ha⁻¹ respectivamente. Mismo que tienen un rango de significancia y una gran diferencia numérica entre los promedios de esta investigación, los cuales son superior al que reporto Gonzada (17), en su estudio titulado “Recuperación de palma aceitera (*Elaeis guineensis*_Jacq.), bajo estrés por desbalance catiónico de Ca, Mg y K con el uso de diferentes fuentes de Mg y K, reportando un promedio de 14.46 ton ha⁻¹ con un coeficiente de variabilidad de 18.3%.

Las comparaciones ortogonales efectuada en el rendimiento detectaron dos rangos de significancia estadística ubicándose en primer rango el (t₀ = testigo manejo de la finca que expreso el valor de 4.95 ton ha⁻¹ vs los tratamientos en los cuales se implementaron un conjunto de prácticas agrícolas t₁ t₂ t₃ t₄ que reportaron el promedio de 7.13 ton ha⁻¹ haciéndose altamente significativo al 1 y 5% de probabilidad; mientras que, en el segundo rango con significancia estadística se ubicó el (t₁ con el valor de 3.11 vs t₂, t₃, t₄ con 8.48 (ton ha⁻¹) como se apreciar en la tabla 13.

Tabla 13. Promedios, Coeficientes de varianza, prueba de Tukey al 5% y comparaciones ortogonales para comprar los promedios de los tratamientos evaluados a la variable rendimiento expresado en (ton ha⁻¹) en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

TRATAMIENTOS	VARIABLES PRODUCTIVAS RENDIMIENTO (ton ha ⁻¹)			
	Promedio	Rango	Comparaciones Ortogonales	
0	4.95	b		
1	5.11	b	t ₀ vs t ₁ t ₂ t ₃ t ₄	4.95 vs 7.13 **
2	6.72	ab	t ₁ vs t ₂ t ₃ t ₄	3.11 vs 8.48 *
3	8.31	ab	t ₂ vs t ₃ t ₄	6.72 vs 9.36 ns
4	10.41	a	t ₃ vs t ₄	8.31 vs 10.41ns
Promedio	6.70			
C.V	26.31			

* Medias con la misma letra no presentan diferencia significativas ($P > 0.05$)

En el anexo 14, se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable rendimiento expresados toneladas por los siete meses de duración de la investigación.

4.2.4. Análisis económico

Para el análisis económico se registraron los costos de la incorporación de las prácticas agrícolas y el ingreso por venta de las toneladas de racimos de fruta fresca (RFF) de cada tratamiento con el objetivo de determinar la relación beneficio/costo (B/C) reportada en los tratamientos de estudio.

En la tabla 14, se puede apreciar los costos del estudio, la utilidad neta y la relación beneficio/costo reportada por los tratamientos (t_0 , t_1 , t_2 , t_3 , t_4). Respecto a la relación B/C el t_2 mostro 1.73 siendo este similar al t_0 . Mientras que el t_1 registro 0.81, seguido por los tratamientos que presentaron la menor relación B/C fueron t_3 poda semestrales + cosecha en rondas estacionales + nutrición balanceada PS+CRS+NB con 0.20 y t_4 poda semestrales + cosecha en rondas estacionales + nutrición balanceada y aplicación de racimos vacíos PS+CRS+NB el cual obtuvo una relación de 0.04.

Lo que indica que los tratamientos en los que se implementaron las buenas prácticas agrícolas no todos son rentables, ya que por cada dólar invertido únicamente se recuperó la inversión y se obtuvo ganancias extras en el t_2 , aunque el t_1 , t_3 y t_4 no reportaron ganancia como los tratamientos que presenta un mayor B/C, este resultado se debe a la nutrición balanceada de ambos tratamientos y a la incorporación de racimos vacíos, enriquecido con *trichoderma* que incrementan los costos de producción al incorporar las practica agrícolas.

El t_4 pese a que tuvo la menor relación B/C durante este periodo de evaluación podría lograrse un mayor incremento dado que la incorporación de racimos vacíos enriquecido con *trichoderma* ayuda mejorando la textura del suelo y a genera mayor cantidad de raíces terciarias y cuaternarias manteniendo las ideal condiciones húmedas del suelo con lo que se logra una mejor absorción de aguas y nutrientes.

Finalmente según el análisis de la relación B/C nos indica que el t₂ quien obtuvo la mejor relación 1.73, esto se debe a que los costos de inversión apenas fueron de 324.65 USD respecto a los 887.04 USD obtenidos como beneficio bruto con lo que se logra una utilidad de 562.39 USD ha⁻¹ siendo esta la mayor ganancia obtenida en este estudio lo que podría incrementar los ingresos económicos de los palmicultores mejorando el nivel de calidad de vida el de sus familias y el país en general.

Tabla 14. Análisis económico beneficio bruto, costo variable, utilidad neta y relación beneficio costo del estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

Beneficios	MF	PS	PS+CRE	PS+CRE+NB	PS+CRE+NB+ARVT
Rendimiento (t ha ⁻¹)	4.95	3.11	6.72	8.31	10.41
Precio ton	132.00	132.00	132.00	132.00	132.00
Beneficio bruto (USD ha⁻¹)	653.40	410.52	887.04	1096.92	1374.12
Costos variables					
Chapia manual	40.04	40.04	40.04	20.02	20.02
Chapia con guadaña				47.19	47.19
Corona manual				31.46	31.46
Corona química	18,55	18.55	18,55	9.27	9.27
Poda semestral		37.18	37.18	37.18	37.18
Total costo variable	239.68	227.18	324.65	910.78	1369.25
Utilidad neta	413.72	183.34	562.39	186.14	4.87
Relación B/C	1.73	0.81	1.73	0.20	0.04

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados adquiridos en el estudio se realizaron las siguientes conclusiones.

- La incorporación de un conjunto de prácticas agrícolas (PS + CRE + NB + ARV- Aplicación de racimos vacíos) en el cultivo de palma es el método más óptimo para alcanzar los mejores resultados basados al área foliar y rendimiento.
- El tratamiento cuatro (PS + CRS + NB + ARV- Aplicación de racimos vacíos) fue el que predominó durante el determinado tiempo de estudio reportando los mejores resultados en base a las variables vegetativas como productivas con un rendimiento de 10.41 toneladas por hectárea durante los siete meses de estudios.
- El análisis económico indico la mejor relación B/C en los tratamientos correspondiente al testigo manejo de la finca (t_0 : MF), y al tratamiento poda semestrales más cosechas en rondas estacionales (t_2 : PS+CRS) de 1.73 USD siendo estos similar.

5.2. Recomendaciones.

- Aplicar las buenas prácticas agrícolas desde el inicio del cultivo y durante la vida productiva del cultivo que permita análisis de resultados permanente.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en el tratamiento cuatro se recomienda incorporar la práctica agrícola de riego que contribuirá a obtener una mayor producción.
- Utilizar el tratamiento correspondiente a poda semestrales más cosechas en rondas estacionales (T2: PS+CRS) que indico una relación B/C 1.73 USD, dado que no incrementa los costos de producción.
- Difundir este estudio en organizaciones, instituciones de las diferentes zonas del litoral Ecuatoriano en cultivo de palma como resultado de investigaciones de formación de la carrera ingeniería agropecuaria aplicando las buenas prácticas agrícolas de una manera progresiva.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. BIBLIOGRAFÍA

1. Corley, H & Tinker, P. La palma de aceite. Cuarta ed. Bogotá; 2009.
2. Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera - ANCUPA. La capacitación instrumento para incrementar la productividad en el sector palmicultor. Palma Ecuador. 2013 Junio;(20): p. 18-19.
3. Centro de Investigación en Palma de Aceite - CENIPALMA. Principios agronomicos para el establecimiento de una planatacion de palma de aceite. 2009.
4. Macas J. Evaluación del manejo de practicas agrícolas en el rendimiento y rentabilidad de la palma aceitera (*Eleais guineensis* Jacq.) Segundo año de ejecución. Tesis Ing. Agropecuario La Concordia; 2014.
5. Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera - ANCUPA. La cadena productiva de la palma aceitera en el Ecuador. 2014.
6. Federación Nacional de Cultivadores de Palma de aceite - FEDEPALMA. Manual de Salud Ocupacional para la agroindustria la palma de aceite; 2005.
7. Burgos R. Características agroclimáticas del sector palmero. El palmicultor 12-13. 2011.
8. Asociación Nacional de Cultivadores de palma aceitera - ANCUPA. Mejore las raíces de sus palmas usando Trichoderma. Boletín técnico. 2015 Febrero;(11): p. 4.
9. Asociación Venezolana de Cultivadores de Palma Aceitera - ACUPALMA. Generalidades de la Palma Aceitera/docs. ACUPALMA, Investigación; 2009.
10. Ramos I. Pleurotus ostreatus cultivado en residuos de palma aceitera como importante fuente proteica parala dieta humana Riobamba; 2007.
11. Hartley C. "The oil palm in Ecuador"; Oil Palm News; 1968.
12. Asociación Nacional de Palma Aceitera y Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria - ANCUPA & SIGAGRO. "Estudio macroeconómico de la

- situación del cultivo de la palma africana en el Ecuador". Revista el Palmicultor (Fedepal) 464. 2005; p. 12 - 14.
13. Dow K. Estudio de la situación de los derivados de aceites de oleaginosas y el incremento necesario en el cultivo con miras al autoestablecimiento. Publicaciones INIAP. Boletín Técnico. 1975; p. 4.
 14. Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN; 2011.
 15. Vega E. Identificación morfológica de hongos y bacterias aislados en la pudrición de cogollo en palma de aceite (*Elaeis guineensis*) y en el híbrido interespecífico (*Elaeis olífera* x *Elaeis guineensis*) en palmeras de los andes. Universidad de las Fuerzas Armadas Sangolquí; 2014.
 16. Azunova D. Anabiosis and Conservación of Microorganismos 4. 2004 - 2005; p. 17-28.
 17. Gonzaga D. Recuperación de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo estrés por desbalance catiónico de Ca, Mg y K con el uso de diferentes fuentes de Mg y K. La Concordia; Universidad Estatal de Bolívar Guaranda; 2013.
 18. Bernal F. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio Bogotá: Primera Edición; 2001.
 19. Freire A. Botanica Sistemática Ecuatoriana. Missouri Botanical Garden, FUNDACYT, QCNE, RLB y FUNDABOTANICA. St. Louis. 209; 2004.
 20. Fairhurst T&HR. Palma de Aceite: Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles. Primera edición en Español; 2012.
 21. Ronquillo M. Etiología de la pudrición del cogollo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Ecuador. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez; 2012.
 22. Agricultural Services & Development - ASD. Manual técnico de palma africana. [Online].; 2006 [cited 2015 Junio 12. Available from: www.coapalmaecara.com/files/02%20Botanica%20de%20Palma.pdf.

23. Vera N. Comportamiento agronómico de híbridos interespecíficos (Oleíferas Taisha x Guineensis) de palma aceitera en relación a resistencia y/o tolerancia a problemas fitosanitarios en la zona central del litoral Ecuatoriano. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015.
24. Ortiz, R.A.; Fernández,O. El cultivo de la palma aceitera. San José de Costa Rica; 2000.
25. Centro de Investigación en Palma de Aceite - CENIPALMA. Fenología de la palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) Bogotá: Patricio Bozzi Ángel; 2010.
26. Mantilla P. Evaluación de viabilidad y compatibilidad de polen de distintos materiales híbridos de palma aceitera (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*); 2015.
27. Barba, J., Baquero, Y. Híbrido O x G obtenidos a partir de olifera Taisha - Palmar del Rio (PDR) - Ecuador - Variedad - PDR (Taisha x Avros). Ecuador; 2012.
28. Manual Técnico de Palma Africana. San Pedro sula; 2009 [cited 2015 Junio 02. Available from: <http://www.coapalmaecara.com/files/05%20Control%20Fitosanitario.pdf>.
29. Chávez, F & Rivadeneira, J. Manual del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) para la zona noroccidental del Ecuador Quito; 2003.
30. Zambrano R. Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera; 2005.
31. Ortiz R, Fernández O. Cultivo de palma aceitera. Universidad Estatal a Distancia ed. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia; 2000.
32. Infoagro. Infoagro.com. [Online]; 2011 [cited 2015 Junio 22. Available from: http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm.
33. Sandival A. Paquete tecnológico Palma de Aceite (*Alaeis guinnensis* Jacq.). In. Mexico.

34. Donough C. Manejo de la fertilización y nutrición de la palma aceitera. 2008; 11: p. 1 - 16.
35. Villegas D. Evaluación de la fertilización de liberación controlada para el primer año en palma aceitera híbrida (*Elaeis guineensis* Jacq). Quito; 2015.
36. Instituto del Fósforo y Potasa - INPOFOS. [Online]; 2006 [cited 2015 Noviembre 18. Available from: www.inpofos.org/ppiweb/Itamn.nsf.
37. Welch R. Micronutrient nutrition of plants. Critical Reviews in Plant science. 1995;(14).
38. Rodríguez M, Flórez J. Elementos esenciales y beneficiosos. In.; 2014.
39. Federación Nacional de Cultivadores de Palma de aceite - FEDEPALMA. Oil palm production, intensification, nutrition, better management practices, yield gap. Palmas. 2013; 34(1).
40. International Plant Nutrition institute - IPNI. Functions of Phosphorus in Plants. Better Crops; 1999.
41. Navarro G, Navarro S. Química Agrícola México Mundi-Prensa; 2003.
42. Borrero CA. Fertilización en el cultivo de la Palma de aceite Científicos , editor. España; 2007.
43. Agro RE. Importancia del boro en el cultivo de la palma africana. El agro. 2012 Nov 14.
44. Owen E. Fertilización en palma aceitera. Palmas. 1995.
45. Fairhurst, T.; Pierre, J; Hardter, R.; Witt, C. Desordenes nutricionales y manejo de nutrientes. In; 2005. p. 13 - 56.
46. Montaña L. Estudio del efecto de cuatro buenas prácticas agrícolas en el rendimiento y rentabilidad de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) Universidad Técnica Estatal de Quevedo BUENA FÉ; 2013.

47. Muñoz D. Palma africana de aceite. Aspectos generales de la nutrición y fertilización (*Elaeis guineensis* Jacq.); 1981.
48. Córdova A. Fertilización con N-P-K en plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) Chiapas; 2009.
49. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [Online]. [cited 2016 Febrero 22. Available from: <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-quimicas/es/>.
50. Chaves SM. [Online]; 2012 [cited 2016 Febrero 26. Available from: <https://www.laica.co.cr/biblioteca/servlet/DownloadServlet?c=443>.
51. Villaroel R. Dianostico de la fertilidad del suelo; 2000.
52. Instituto del Fósforo y Potasa, CA - INPOFOS. Manual internacional de fertilidad de suelos. Quito; 1997.
53. Romero G. Determinación de la relación Mg-K en suelos cultivados con palma africana. (*Elaeis guineensis* Jacq). Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Santo Domingo; 1980.
54. Asociación Nacional de Palma Aceitera y Servicio Ecuatoriano de Seguridad Agropecuaria - ANCUPA & SESA. Inventario de plagas del cultivos de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Segunda ed. Quito; 2008.
55. Federación Nacional de Cultivadores de Palma de aceite & Centro de Investigación en Palma de Aceite - FEDEPALMA & CENIPALMA. Plagas de la palma de aceite en Colombia. 2000.
56. Asociación Nacional de Cultivadores del Palma Aceitera - ANCUPA. La unión de todos los actores de la cadena productiva de la palma aceitera es la clave para el exito del sector. Palma Ecuador. 2015 Julio;(27); p. 25-64.
57. Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera y Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la calidad del Agro - ANCUPA & AGROCALIDAD. Guía

de campo sobre la pudrición de cogollo.

58. Dzido, J. L.; Genty, P. y OllagniEer, M. Les principales maladies du palmier á huile en Equateur. *oleagineux* 33 (2); 1978.
59. Chinchilla C. Anillo Rojo en Palma Aceitera: Una guía de manejo; 2010.
60. Chinchilla C. Curso Internacional de la palma aceitera ASD. 2004 Agosto-Septiembre..
61. Gomes, R. A.; Azevedo, E.; Lemos, W. de P.; Boari, J. Manejo fitosanitario de la cultura da palma da óleo. Amarelecimiento fatal do dendezeiro. Bases técnicas para a cultura da palma de óleo integrado na unidade productiva da agricultura familiar. In. Embrapa. Amazonia oriental Ministério do Desenvolvimento Agrário. Ministerio da Agricultura Pecuária e Abastecento; 2010. p. 19.
62. Boari J. Estudos realizados sobre o amarelecimento fatal do dendezeiro (*Elais guineensis* Jacq) no Brasil. Doenças do dendezeiro. Embrapa Amazônia Oriental. Belém. In Documento 348. Primera ed. Brasil; 2008. p. 15 - 16.
63. Ramírez N, Silva S, Garzón E, Edgar Y. Caracterización y manejo de subproductos del beneficio del fruto de palma de aceite. *Boletín Técnico*. 2011 Diciembre;(30): p. 13- 46.
64. Rahman SHA, Choudhury JP, ahmad AL, Kamaruddim AH. Optimization Studies on Acid Hydrolysis of Oil Palm Empty Fruit Bunch fiber for production of Xilose. *Bioresourse Technology*; 2007.
65. Centro de Investigación en Palma de Aceite - CENIPALMA. Caracterización y manejo de subproductos del beneficio del fruto de palma de aceite Colombia: Oficina de Comunicación de Fedepalma; 2011.
66. Ezziyyani, Mohammed; Pérez, Consuelo; María, Candela. *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Murcia: Universidad de Murcia - España, Departamento de Biología Vegetal; 2004 Apr 26.

67. Howel C. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *plants Dis* 87:4-10. 2003.
68. Sid- Ahmed. EM,PC,CM. Effect of chitin on biological control activity of *Bacillus* spp. and *Trichoderma harzianum* against root rot disease in pepper (*Capsicum annuum*); 2003.
69. Godes A. Perspectivas de los inoculantes fúngicos en Argentina. *Denad Internacional*. 2007; p. 11-14.
70. Baer N. Detección del o los agente (s) causal(es) de la marchitez letal en palma aceitera (*Elaeis guineensis*), utilizando técnicas de metagenómica y bioinformática Sangolquí; 2013.
71. Ramos I. *Pleurotus ostreatus* cultivado en residuos de palma aceitera como importante fuente proteica para la dieta humana Riobamba; 2010.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

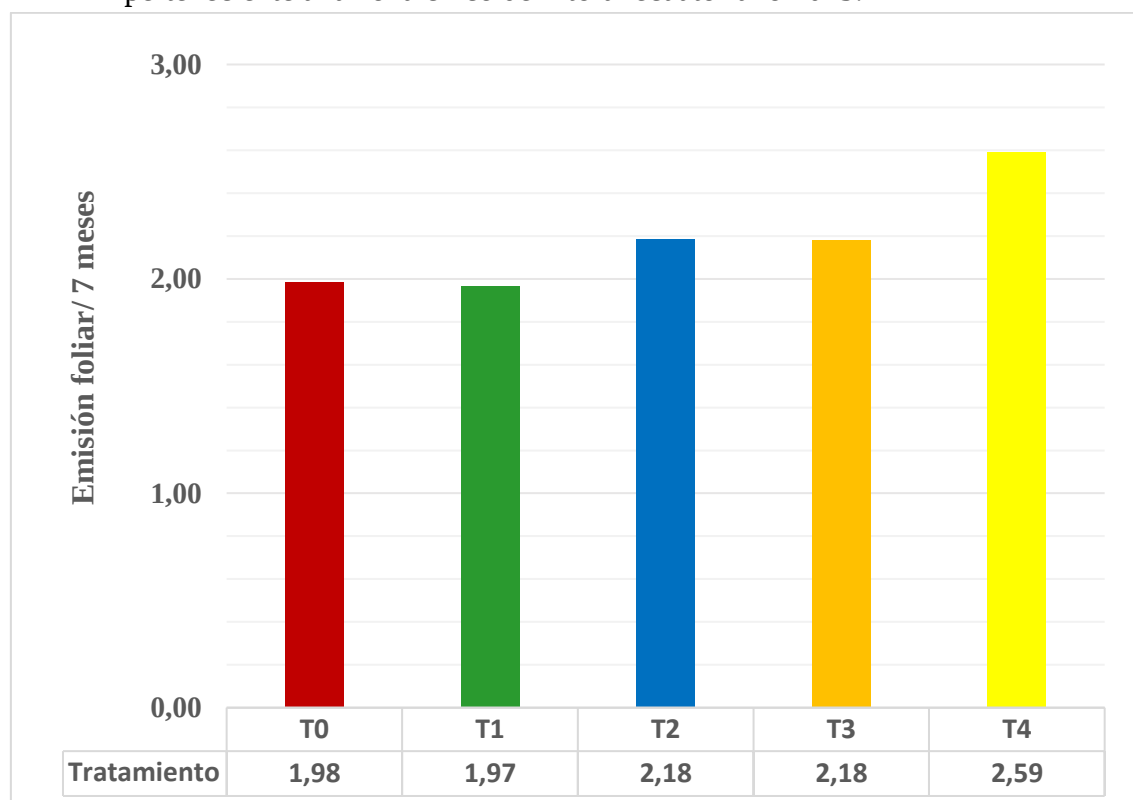
7.1. ANEXOS

Anexo 1. ANDEVA de la variable emisión foliar a los 180 días en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

F.V	GL	SC	CM	FC		F Tab	
						5%	1%
Total	19	1.66				2.54	3.86
Tratamientos	4	1.01	0.25	7.48	**	3.26	5.41
t0 Vs t1 t2 t3 t4	1	0.84	0.84	24.87	**	4.75	9.33
t1 Vs t2 t3 t4	1	0.01	0.01	0.23	ns	4.75	9.33
t2 Vs t3 t4	1	0.12	0.12	3.41	ns	4.75	9.33
t3 Vs t4	1	0.00	0.00	0.02	ns	4.75	9.33
Repeticiones	3	0.24	0.08	2.36	ns	3.49	5.95
Error Experimental	12	0.41	0.03	1.00			

^{ns} No significativo * significativo $P \leq 0.05$ ** significativo $P \leq 0.01$

Anexo 2. Se puede apreciar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable emisión foliar a los 180 días, datos obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.



Anexo 3. ANDEVA de la variable área foliar de la hoja # 17 en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

F de V	GL	SC	CM	FC	P-Valor
Total	19	21.31			
Tratamientos	4	9.04	2.26	3.76 *	0.03
t0 Vs t1 t2 t3 t4	1	2.90	2.90	4.82 ns	0.05
t1 Vs t2 t3 t4	1	0.02	0.02	0.03 ns	0.86
t2 Vs t3 t4	1	5.10	5.10	8.47 *	0.01
t3 Vs t4	1	1.05	1.05	1.74 ns	0.21
Repeticiones	3	5.04	1.68	2.79 ns	0.09
Error Experimental	12	7.22	0.60	1.00	

^{ns} No significativo * significativo $P \leq 0.05$ ** significativo $P \leq 0.01$

Anexo 4. Se puede apreciar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable área foliar, datos obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

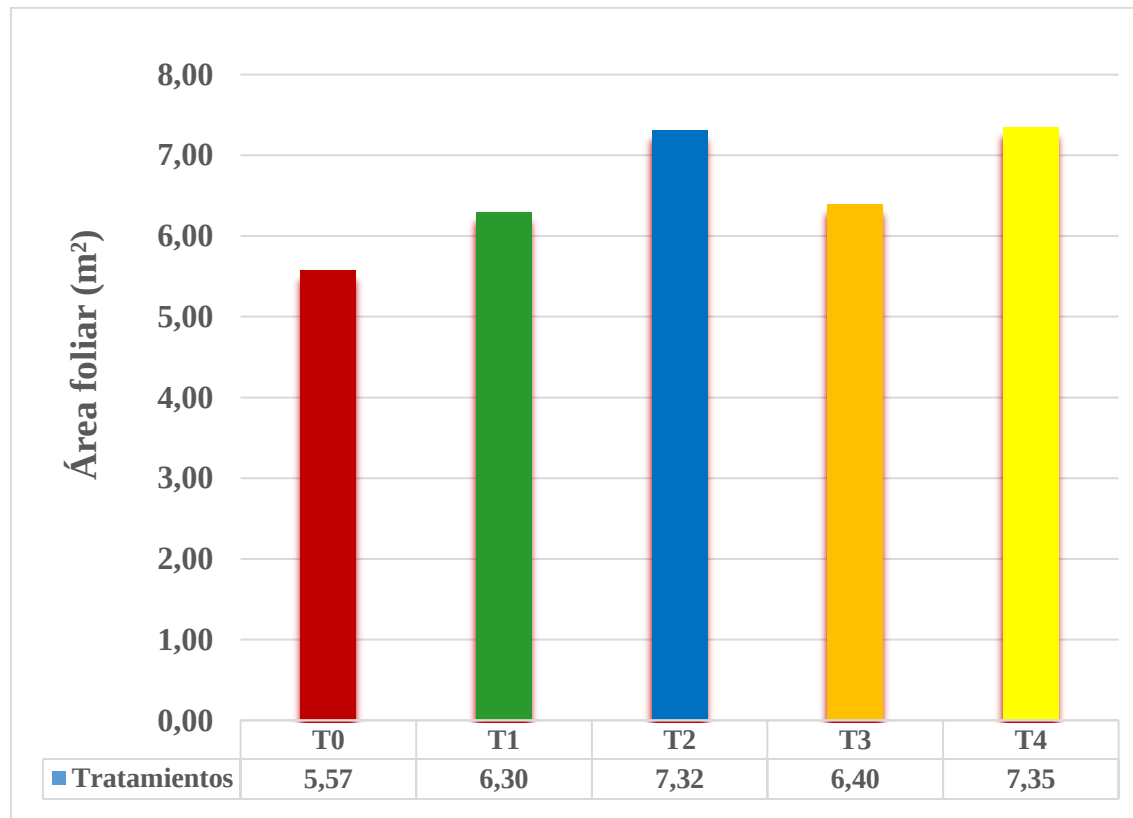
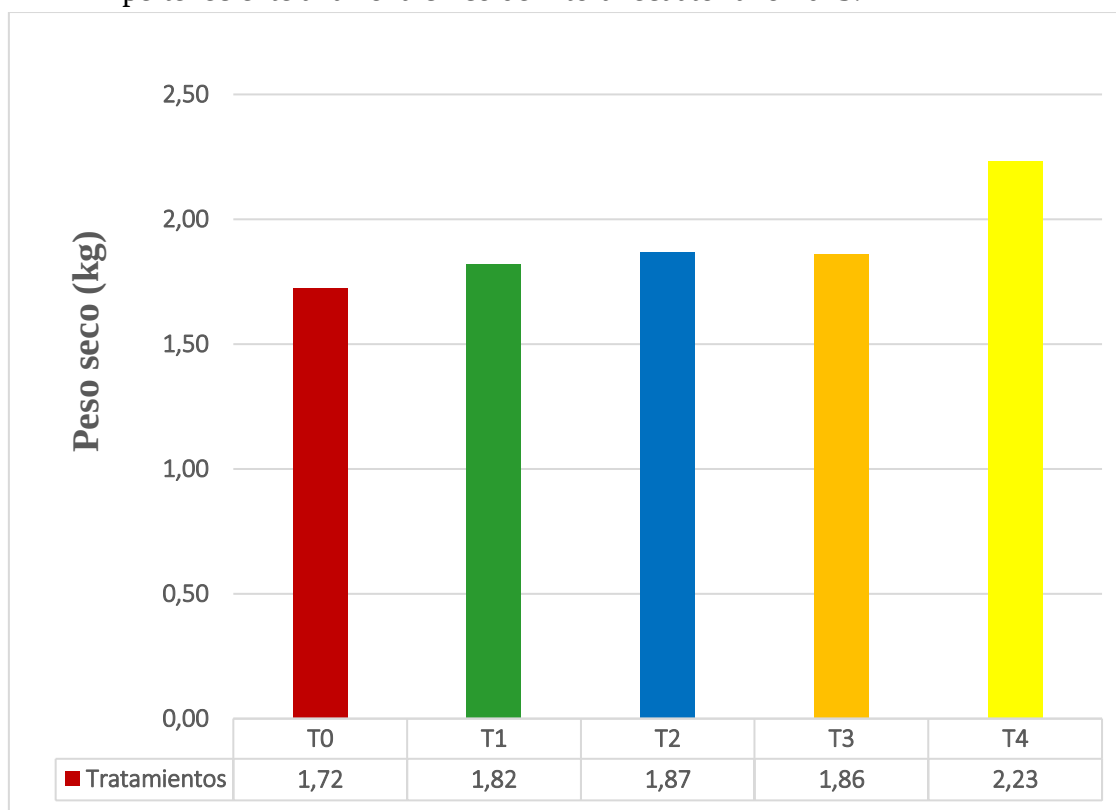


Tabla 5. ANDEVA de la variable peso seco en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

F de V	GL	SC	CM	FC	P-Valor	F Tab	
						5%	1%
Total	19	1.88					
Tratamientos	4	0.61	0.15	2.74	ns	0.08	3.26 5.41
t0 Vs t1 t2 t3 t4	1	0.55	0.55	10.02	**	0.01	4.75 9.33
t1 Vs t2 t3 t4	1	0.002	0.00	0.04	ns	0.84	4.75 9.33
t2 Vs t3 t4	1	0.02	0.02	0.44	ns	0.52	4.75 9.33
t3 Vs t4	1	0.02	0.02	0.34	ns	0.57	4.75 9.33
Repeticiones	3	0.61	0.20	3.67	*	0.04	3.49 5.95
Error Experimental	12	0.66	0.06	1.00			

^{ns} No significativo * significativo $P \leq 0.05$ ** significativo $P \leq 0.01$

Anexo 6. Se puede apreciar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable peso seco de la hoja # 17, datos obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

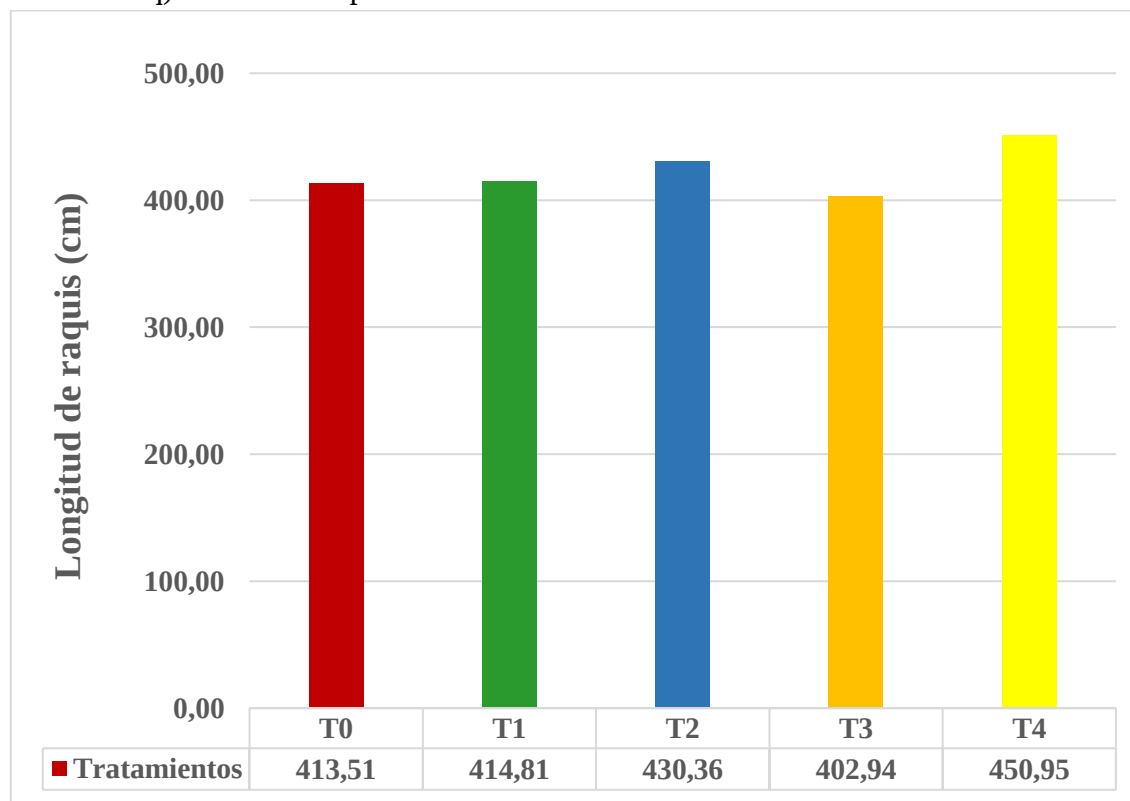


Anexo 7. ANDEVA de la variable longitud del raquis en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

F de V	GL	SC	CM	FC	P-Valor	F Tab	
						5%	1%
Total	19	22850.45				2.54	3.86
Tratamientos	4	5574.61	1393.65	1.28	ns	0.33	3.26
t0 Vs t1 t2 t3 t4	1	4042.43	4042.43	3.70	ns	0.08	4.75
t1 Vs t2 t3 t4	1	837.44	837.44	0.77	ns	0.40	4.75
t2 Vs t3 t4	1	699.71	699.71	0.64	ns	0.44	4.75
t3 Vs t4	1	3.37	3.37	0.00	ns	0.96	4.75
Repeticiones	3	416062	1386.87	1.27	ns	0.33	3.49
Error Experimental	12	13115.22	1092.94	1.00			595

^{ns} No significativo * significativo $P \leq 0.05$ ** significativo $P \leq 0.01$

Anexo 8. Se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable longitud del raquis de la hoja # 17 expresado en centímetros obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

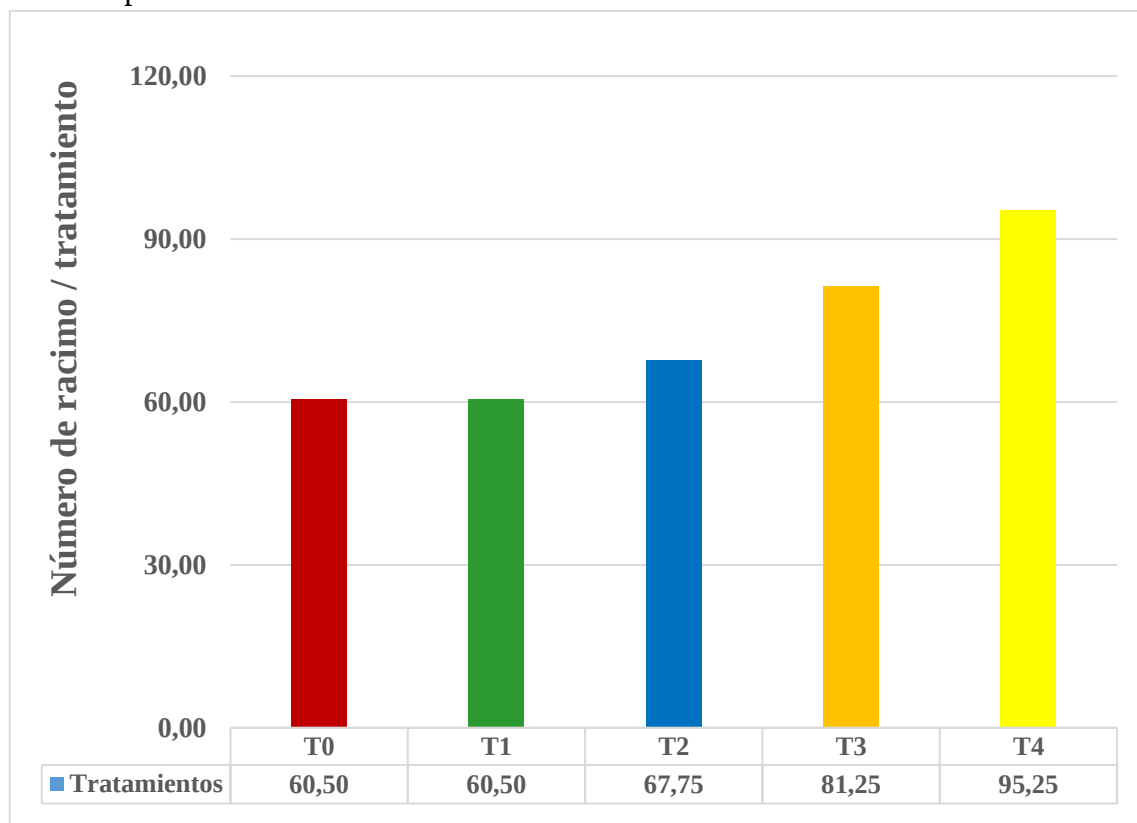


Anexo 9. ANDEVA de la variable número de racimos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

F de V	GL	SC	CM	FC	P-Valor		F Tab	
							5%	1%
Total	19	6478.95						
Tratamientos	4	3612.70	903.17	4.01	*	0.03	3.26	5.41
t0 Vs t1 t2 t3 t4	1	2464.20	2464.20	10.93	**	0.01	4.75	9.33
t1 Vs t2 t3 t4	1	999.19	999.19	4.43	ns	0.06	4.75	9.33
t2 Vs t3 t4	1	140.17	140.17	0.62	ns	0.45	4.75	9.33
t3 Vs t4	1	0.00	0.00	0.00	ns	1.00	4.75	9.33
Repeticiones	3	160.55	5352	0.24	ns	0.87	3.49	5.95
Error Experimental	12	2705.70	225.48	1.00				

^{ns} No significativo * significativo $P \leq 0.05$ ** significativo $P \leq 0.01$

Anexo 10. Se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable número de racimos por tratamiento obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

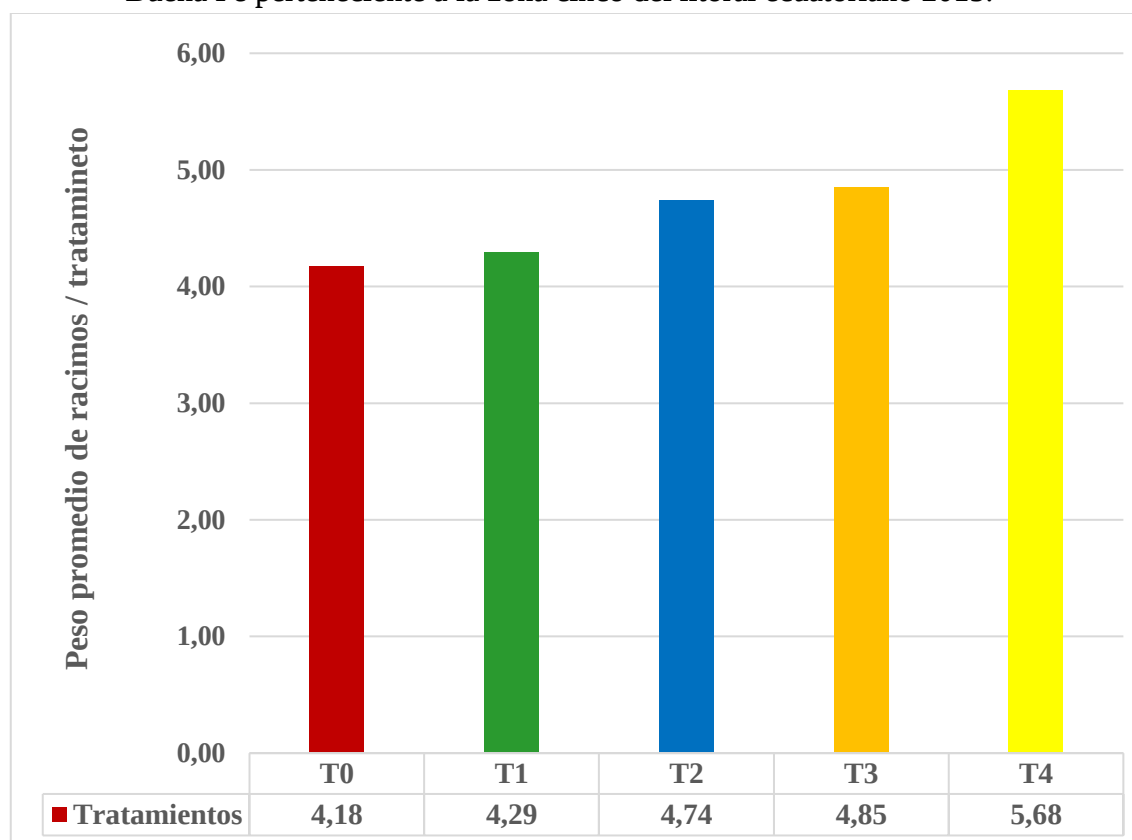


Anexo 11. ANDEVA de la variable peso promedio de racimos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

F de V	GL	SC	CM	FC	P-Valor	F Tab	
						5%	1%
Total	19	12.63					
Tratamientos	4	5.65	1.41	4.13	*	0.025	3.26 5.41
t0 Vs t1 t2 t3 t4	1	4.33	4.33	12.67	**	0.004	4.75 9.33
t1 Vs t2 t3 t4	1	0.40	0.40	1.19	ns	0.298	4.75 9.33
t2 Vs t3 t4	1	0.69	0.69	2.01	ns	0.181	4.75 9.33
t3 Vs t4	1	0.03	0.03	0.07	ns	0.791	4.75 9.33
Repeticiones	3	2.88	0.96	2.81	ns	0.08	3.49 5.95
Error Experimental	12	4.10	0.34	1.00			

^{ns} No significativo * significativo $P \leq 0.05$ ** significativo $P \leq 0.01$

Anexo 12. Se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable peso promedio de racimos por tratamiento obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

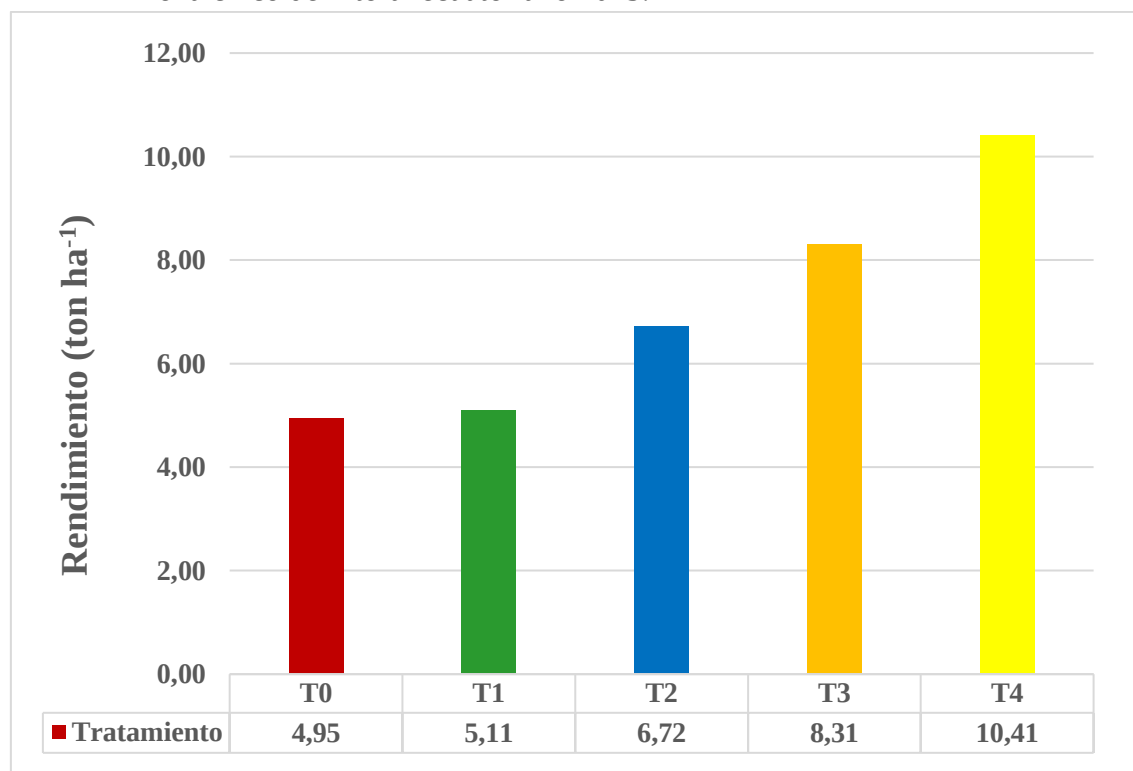


Anexo 13. ANDEVA de la variable rendimiento en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.

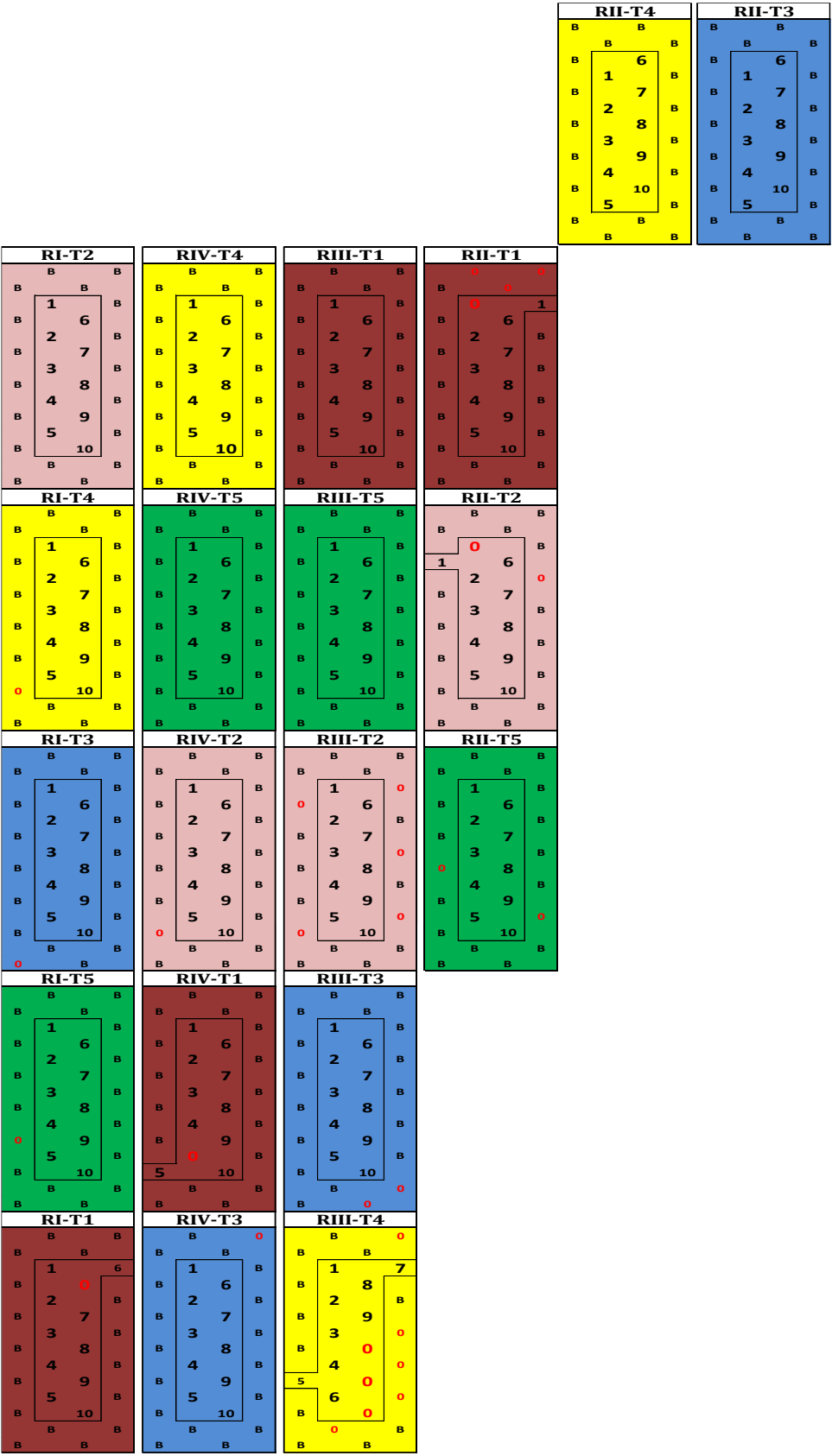
F de V	GL	SC	CM	FC	P-Valor		F Tab	
							5%	1%
Total	19	133.05						
Tratamientos	4	84.77	21.19	6.07	**	0.01	3.26	5.41
t0 Vs t1 t2 t3 t4	1	54.87	54.87	15.72	**	0.00	4.75	9.33
t1 Vs t2 t3 t4	1	20.85	20.85	5.97	*	0.03	4.75	9.33
t2 Vs t3 t4	1	7.66	7.66	2.19	ns	0.16	4.75	9.33
t3 Vs t4	1	0.05	0.05	0.01	ns	0.91	4.75	9.33
Repeticiones	3	6.39	2.13	0.61	ns	0.62	3.49	5.95
Error Experimental	12	41.89	3.49	1.00				

^{ns} No significativo * significativo $P \leq 0.05$ ** significativo $P \leq 0.01$

Anexo 14. Se pueden observar de manera gráfica los promedios de cada tratamiento de la variable rendimiento ton ha^{-1} , obtenidos en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en Buena Fe perteneciente a la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.



Anexo 15. Croquis de campo del estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015.



Anexo 16. Cronograma de actividades

Actividad	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	No	Dic	En	Fe
Presentación Anteproyecto	X								
Corrección y aprobación del anteproyecto	X								
Inicio de trabajo de campo		X	X	X	X	X	X	X	X
Cosecha cada 8 días		X	X	X	X	X	X	X	X
Podas semestral							X		
Fertilización 2 veces en la época lluviosa									
Toma de datos biométricos a los 6 meses								X	
Finalización de trabajo de campo									X
Elaboración y redacción de tesis								X	X
Corrección de tesis									

Anexo 17. Imágenes de las labores realizadas en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015 – 2016



Identificación v marcación de la hoja uno



Poda semestral



Cosecha peso de los racimos de fruta fresca

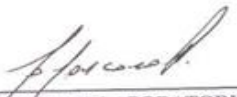


Unidad experimental identificada

Anexo 18. Reporte del Análisis foliar en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015 – 2016.

 INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693																
REPORTE DE ANALISIS FOLIARES																	
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : ANCUPA Dirección : LOS RIOS Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : HCDA. GENA Provincia : LOS RIOS Cantón : BUENA FE Parroquia : Ubicación : ANCUPA	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo : PALMA AFRICANA Fecha de Muestreo : 28/11/2014 Fecha de Ingreso : 10/12/2014 Fecha de Salida : 20/01/2015															
N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)										(ppm)					
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na		
26275	RI T1	2,43 B	0,16 S	1,21 S	0,90 A	0,27 S	0,16 B		6,8 B	15,3 S	10,0 A	109,9 S	65,2 B				
26276	RI T2	2,46 B	0,15 S	1,19 S	0,80 A	0,22 B	0,15 B		6,7 B	17,2 S	11,4 A	111,3 S	62,8 B				
26277	RI T3	2,88 S	0,17 S	1,49 S	0,73 A	0,23 B	0,18 B		7,6 B	17,6 S	13,2 A	98,6 S	58,2 B				
26278	RI T4	2,99 S	0,17 S	1,26 S	0,81 A	0,23 B	0,20 S		10,3 S	17,4 S	14,4 A	100,6 S	59,5 B				
26279	RI T5	2,73 S	0,17 S	1,26 S	0,91 A	0,27 S	0,17 B		12,8 S	16,2 S	11,3 A	99,0 S	82,6 B				

INTERPRETACION
 B = Bajo
 S = Suficiente
 A = Alto


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

Anexo 19. Reporte del Análisis de suelo en el estudio prácticas agrícolas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en la zona cinco del litoral ecuatoriano 2015 – 2016.

 ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito-Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693														
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS														
DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO						
Nombre : ANCUPA Dirección : BUENA VÉ Ciudad : Teléfono : Fax :				Nombre : HACIENDA GEMA Provincia : LOS RÍOS Cantón : BUENA VÉ Parroquia : Ubicación : ANCUPA				Cultivo Actual : PALMA AFRICANA Fecha de Muestreo : 28/11/2014 Fecha de Ingreso : 10/12/2014 Fecha de Salida : 20/01/2015						
N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			mg/100ml			ppm					
			NH ₄	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
100892	R IV T1	6,23LAc	46,00 A	12,00 M	5,90 B	0,47 A	8,60 A	1,10 M	1,8 B	7,6 A	163,0 A	4,3 B	0,50 M	
100893	R IV T2	6,20LAc	22,00 M	9,60 B	4,30 B	0,35 M	8,60 A	0,90 B	1,4 B	6,7 A	146,0 A	4,2 B	0,40 B	
100894	R IV T3	6,10LAc	33,00 M	11,00 M	7,90 B	0,52 A	7,80 M	0,89 B	2,4 M	8,8 A	173,0 A	5,1 M	0,50 M	
100895	R IV T4	5,68LAc	36,00 M	10,00 M	27,00 A	0,94 A	9,50 A	0,99 B	1,4 B	8,0 A	156,0 A	7,4 M	2,00 A	
100896	R IV T5	6,31LAc	25,00 M	9,10 B	22,00 A	0,48 A	10,50 A	1,10 M	0,3 B	7,8 A	130,0 A	4,7 B	0,70 M	

INTERPRETACION					
pH			Elementos		
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo			
LAc = Liger. Acido	LAl = Liger. Alcalino	M = Medio			
PN = Pres. Netro	Al = Alcalino	A = Alto			
RC = Razonen Cal	T = Tóxico (Item)				

METODOLOGIA USADA					
pH = Suelo agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Glom Modificado				
N, B = Fosforo de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Glom Modificado				
	B = Curcuma				


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA