



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRÍCOLTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

**“EVALUACIÓN DEL MANEJO DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL
RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis
guineensis Jacq.*), SEGUNDO AÑO DE EJECUCIÓN
LA CONCORDIA – ESMERALDAS. 2009 - 2010”**

Tesis de grado previa a la obtención del Título de:
INGENIERO AGROPECUARIO

AUTOR : Julio César Macas Ramírez

DIRECTOR : Ing. Fredy Enríquez, *Mg. Sc.*

CODIRECTOR : Ing. Patricio Vaca, *Mg. Sc.*

BIOMETRÍSTA : Ing. Vinicio Uday, *Mg. Sc.*

Santo Domingo - Ecuador

2014

CERTIFICACIÓN

Los abajo firmantes certificamos que el trabajo “EVALUACIÓN DEL MANEJO DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.). SEGUNDO AÑO DE EJECUCIÓN LA CONCORDIA – ESMERALDAS. 2009 - 2010”, realizado por el Egresado JULIO CÉSAR MACAS RAMÍREZ, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, en el Reglamento de Estudiantes.

Santo Domingo, enero 2014

Ing. Freddy Enríquez, *Mg.Sc.*

DIRECTOR

Ing. Patricio Vaca, *Mg.Sc.*

CODIRECTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

JULIO CÉSAR MACAS RAMÍREZ

Declaro que:

El proyecto de grado denominado “EVALUACIÓN DEL MANEJO DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis Jacq.*). SEGUNDO AÑO DE EJECUCIÓN LA CONCORDIA – ESMERALDAS. 2009 - 2010”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mí autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Santo Domingo, enero 2014

JULIO CÉSAR MACAS RAMÍREZ

AUTORIZACIÓN

Yo, JULIO CESAR MACAS RAMIREZ

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE la publicación, de la tesis “EVALUACIÓN DEL MANEJO DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.). SEGUNDO AÑO DE EJECUCIÓN LA CONCORDIA – ESMERALDAS. 2009 - 2010” en la biblioteca virtual de la institución.

Santo Domingo, enero 2014

JULIO CÉSAR MACAS RAMÍREZ

EVALUACIÓN DEL MANEJO DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL
RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis
guineensis Jacq.*). SEGUNDO AÑO DE EJECUCIÓN
LA CONCORDIA – ESMERALDAS. 2009 - 2010”

JULIO CÉSAR MACAS RAMÍREZ

REVISADO Y APROBADO

ING. ALFREDO VALAREZO
DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Freddy Enríquez, *Mg.Sc.*
DIRECTOR

Ing. Patricio Vaca, *Mg.Sc.*
CODIRECTOR

Ing. Vinicio Uday, *Mg.Sc.*
BIOMETRISTA

Dr. Ramiro Cueva Villamarín
SECRETARIO ACADÉMICO

“EVALUACIÓN DEL MANEJO DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL
RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis
guineensis Jacq.*). SEGUNDO AÑO DE EJECUCIÓN
LA CONCORDIA – ESMERALDAS. 2009 - 2010”

JULIO CÉSAR MACAS RAMÍREZ

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL
TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. Freddy Enríquez, <i>Mg.Sc.</i> DIRECTOR	-----	-----
Ing. PATRICIO VACA, <i>Mg.Sc.</i> CODIRECTOR	-----	-----

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN
ESTA SECRETARÍA.

SECRETARÍA ACADÉMICA

Dr. Ramiro Cueva Villamarín

DEDICATORIA

A DIOS

A mis venerados padres, Uberto y Rosita, quienes en la gloria del Creador se encuentren, pilares fundamentales del buen ejemplo y disciplina para formarme como un hombre de bien.

A mis Hermanas, Mónica, Cecilia, Amada.

A mis Hermanos Gabriel, Marco, y Álvaro Rigoberto.

A ellos gracias por su confianza

A todos GRACIAS.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, y su Carrera de Ingeniería Agropecuaria y su personal Docente, por los valiosos conocimientos impartidos.

A los ingenieros Freddy Enríquez, Patricio Vaca, Vinicio Uday, Director, Codirector y Biometrista del Proyecto, por sus acertadas recomendaciones para el desarrollo de esta Investigación.

Al Ing. Roberto Burgos, Galo Navarrete, José Farías, directivos y técnicos de ANCUPA, por su incondicional y desinteresado apoyo.

Al departamento de investigación de ANCUPA por medio de centro de investigación en Palma Aceitera, CIPAL.

Al Dr. Gustavo Bernal, a la Ing. Roció Morales responsables del departamento de investigación del CIPAL, y al Ing. Julio Sánchez por su grata amistad y colaboración en el proceso de ejecución del proyecto de investigación.

Al Ing. Juan Carlos Álvarez, por la colaboración logística en la Hcda. Tarragona fundamental para la ejecución de campo.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron para que este proyecto de investigación se realizara.

A todos Gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA PALMA AFRICANA	5
2.1.1. Raíces	5
2.1.2. Tallo	6
2.1.3. Hojas	6
2.1.4. Flores y Frutos	7
2.1.5. Semillas	8
2.2. LAS MEJORES PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA (MPA)	8
2.2.1. Microbiota del Suelo	9
2.2.2. Sistema de Podas	10
2.2.3. Sistema de Cosecha	11
2.2.4. Sistemas de Fertilización	12
2.2.4.1. Balance Ca;Mg;K	15
2.2.4.2. Función de nutrientes	17
2.2.5. Sistema de Control de Malezas	17
2.3. DIAGNÓSTICO DE LA PLANTACIÓN	18
2.4. ANÁLISIS ECONÓMICO	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20

3.1.	UBICACIÓN	20
3.2.	MÉTODOS	22
3.2.1.	Factor en Estudio	22
3.2.2.	Tratamientos	22
3.2.3.	Procedimiento	23
3.2.3.1.	Diseño experimental	23
3.2.3.2.	Análisis estadístico	23
3.2.3.3.	Esquema de análisis	24
3.2.3.4.	Características de las unidades experimentales	25
3.2.3.6.	Análisis funcional	25
3.3.	MÉTODOS ESPECÍFICOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO	25
3.3.1.	Análisis Previos.	26
3.3.1.1.	Análisis químico del suelo.	26
3.3.1.2.	Análisis químico del foliar.	26
3.3.2.	Labores Agrícolas Dentro de los Tratamientos.	26
3.3.2.1.	Manejo de finca	26
3.3.2.2.	Poda regular (PR).	27
3.3.2.3.	Cosecha en rondas semanales (CRS).	27
3.3.2.4.	Fertilización balanceada (FB).	27
3.3.2.5.	Control de malezas (CG).	28
3.3.3.	Análisis Finales	28
3.3.3.1.	Análisis químico de suelo.	28
3.3.3.2.	Análisis químico foliar.	29
3.3.3.3.	Rendimiento de fruta fresca.	29

3.3.3.4.	Porcentaje de materia seca radicular.	29
3.3.3.5.	Porcentaje de materia seca foliar.	30
3.3.3.6.	Densidad de endófito.	30
3.3.3.7.	Porcentaje de colonización micorrízica.	30
3.3.3.8.	Área foliar.	31
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1.	INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO	32
4.2.	ANÁLISIS DEL BALANCE 60:30:10 (Ca, Mg, K)	51
4.3.	ANÁLISIS QUÍMICO FOLIAR (AQF)	53
4.4.	PRODUCCIÓN DE FRUTA FRESCA	63
4.5.	PORCENTAJE DE MATERIA SECA RADICULAR	65
4.6.	PORCENTAJE DE MATERIA SECA FOLIAR	65
4.7.	MICORRIZAS	66
4.7.1.	Densidad de Endófito.	66
4.7.2.	Porcentaje de Colonización Micorrízica.	69
4.8.	ÁREA FOLIAR	70
4.9.	ANÁLISIS COMBINADO	71
4.10.	ANÁLISIS ECONÓMICO	77
VI.	CONCLUSIONES	78
VII.	RECOMENDACIONES	81
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	82
IX.	ANEXOS	88

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Niveles críticos de nutrientes en el suelo a considerar para elaborar un programa de fertilización para el cultivo de palma aceitera.	13
Cuadro 2.	Niveles críticos de nutrientes en la hoja a considerar para elaborar un programa de fertilización para el cultivo de palma aceitera.	14
Cuadro 3.	Niveles de nutrientes consumidos por diferentes partes de la planta a considerar como compensaciones para producir 25 TM de fruta fresca y elaborar un programa de fertilización para el cultivo de palma aceitera.	14
Cuadro 4.	Tratamientos a comparar en el ensayo sobre Manejo de las Prácticas Agrícolas.	23
Cuadro 5.	Esquema del ADEVA implementado en la Evaluación del Manejo de las Prácticas Agrícolas en el Rendimiento y Rentabilidad de la Palma Aceitera (<i>Elaeis guineensis Jacq.</i>). Segundo año de ejecución La Concordia – Esmeraldas, 2009 – 2010.	24
Cuadro 6.	Fuentes y dosis de fertilizante a aplicar en el programa de fertilización en el ensayo sobre el manejo de las mejores prácticas agrícolas en el rendimiento y rentabilidad de la Palma Aceitera.	28
Cuadro 7.	Resumen de los ADEVAS para la concentración de nutrientes en el suelo, mostrando los CM, y el nivel de	

significancia estadística en el ensayo sobre MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009- 2010.	36
Cuadro 8. Balance de Ca, Mg, K, para los tratamientos, 4 y 5, del ensayo sobre Mejores Práctica Agrícolas. La Concordia 2009 – 2010.	53
Cuadro 9. Resumen de los ADEVAS mostrando los CM, y el nivel de significancia estadística, en la variable concentración foliar de nutrientes, en el ensayo sobre MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009- 2010.	55
Cuadro 10. Cuadrado medio y nivel de significancia, para la variable Producción de Fruta Fresca $t\ ha^{-1}$ en el ensayo sobre MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009- 2010.	63
Cuadro 11. Cuadrados medios y nivel de significancia, para la variable Porcentaje de Materia Seca Radicular en el ensayo de MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia.2009 - 2010.	63
Cuadro 12. Cuadrados medios y nivel de significancia, para la variable Porcentaje de Materia Seca Foliar en el ensayo MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia. 2009 - 2010.	65
Cuadro 13. Cuadrados medios y el nivel de significancia, para la variable densidad del endófito en el ensayo de MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia. 2009 - 2010.	68
Cuadro 14. Cuadrados medios y nivel de significancia, para la variable porcentaje de colonización micorrízica en el ensayo de	

MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia. 2009 – 2010.	70
Cuadro 15. Cuadrados medios y el nivel de significancia, para el Área Foliar en el ensayo de MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009 - 2010.	71
Cuadro 16. Cuadrados medios y nivel de significancia del análisis combinado de las diferentes variables en los dos primeros años de investigación del ensayo de MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009 - 2010.	74
Cuadro 17. Tasa de retorno marginal de los tratamientos no dominados para evaluar las MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia. 2009 – 2010.	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de ubicación política y geográfica, de la investigación sobre Mejores Prácticas Agrícolas.	20
Figura 2.	Concentración de P (ppm), edáfico (Sep. 2009) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009 – 2010.	37
Figura 3.	Concentración de P (ppm), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.	37
Figura 4.	Concentración de Mg (meq/100g), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.	38
Figura 5.	Concentración de K (meq/100g), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.	38
Figura 6.	Concentración de Zn (ppm), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 – 2010.	39
Figura 7.	Concentración de S (ppm), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.	39
Figura 8.	Concentración de Ca (meq/100g), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.	40

- Figura 9. Concentración de B (ppm), edáfico (Sep. 2009) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 40
- Figura 10. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T₁ vs. T₂; T₃; T₄; T₅), en la variable concentración de S (ppm), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010. 41
- Figura 11. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T₁ vs. T₂; T₃; T₄; T₅), de la variable concentración de K (meq/100g), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, segundo año de evaluación 2009; 2010. 42
- Figura 12. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T₁ vs. T₂; T₃; T₄; T₅), en la variable concentración de Zinc (ppm), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010. 42
- Figura 13. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T₂ vs. T₃; T₄; T₅), en la variable concentración de NH₄ (ppm), edáfico (sep. 2009), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010. 43
- Figura 14. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T₂ vs. T₃; T₄; T₅), de la variable concentración de B (ppm), edáfico (sep. 2009), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 – 2010. 43
- Figura 15. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T₂ vs. T₃; T₄; T₅), de la variable concentración de S (ppm), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 41

- Figura 16. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de Mg (meq/100g), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010. 41
- Figura 17. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de Ca (meq/100g), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 45
- Figura 18. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de P (ppm), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 45
- Figura 19. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de K (meq/100g), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 46
- Figura 20. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de Zn (ppm), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 46
- Figura 21. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_3 vs. T_4 ; T_5), de la variable concentración de K (meq/100g), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 – 2010. 47
- Figura 22. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_3 vs. T_4 ; T_5), de la variable concentración de Mg (meq/100g), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 47

- Figura 23. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_4 vs. T_5), de la variable concentración de P (ppm), edáfico (sep. 2009), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 49
- Figura 24. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_4 vs. T_5), de la variable concentración de B (ppm), edáfico (sep. 2009), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 49
- Figura 25. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_4 vs. T_5), de la variable concentración de P (ppm), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 50
- Figura 26. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_4 vs. T_5), de la variable concentración de S (ppm), edáfico (sep. 2010), en el ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 50
- Figura 27. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_4 vs. T_5), de la variable concentración de Ca (meq/100g), edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010. 51
- Figura 28. Concentración foliar de N (%), septiembre. 2010 en los diferentes tratamientos para evaluar las MPA en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010). 56
- Figura 29. Concentración foliar de Mn (ppm), septiembre. 2010 en los diferentes tratamientos para evaluar las MPA en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010). 56
- Figura 30. Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la concentración de N (%), del Análisis Foliar. Sep.

	2009, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.	57
Figura 31.	Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la concentración de N (%), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.	58
Figura 32.	Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la concentración de Ca (%), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.	58
Figura 33.	Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_3 vs T_4 ; T_5), de la concentración de Mn (ppm), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.	59
Figura 34.	Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_4 vs T_5), de la concentración de Zn (ppm), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010.	61
Figura 35.	Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_4 vs T_5), de la concentración de Cu (ppm), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.	61
Figura 36.	Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_4 vs T_5), de la concentración de Fe (ppm), del Análisis Foliar. En el ensayo. Sep. 2010), en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.	62

- Figura 37. Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_4 vs T_5), de la concentración de Mn (ppm), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010. 62
- Figura 38. Densidad del Endófito (%) en los diferentes tratamientos para evaluar las MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, segundo año de evaluación 2009 – 2010). 69
- Figura 39. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_1 vs. T_2 ; T_3 ; T_4 ; T_5), de la Densidad del Endófito (%) en los diferentes tratamientos, para evaluar las MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, segundo año de evaluación 2009; 2010. 69
- Figura 40. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_3 vs. T_4 ; T_5), de la Densidad del Endófito (%) en los diferentes tratamientos, para evaluar las MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, segundo año de evaluación 2009; 2010. 69
- Figura 41. Análisis Combinado en la variable Densidad del Endófito (%) en el ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia. 2009 – 2010. 74
- Figura 42. Análisis Combinado en la interacción Años x Tratamientos de la variable Densidad del Endófito (%) en el ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia. 2009 – 2010). 75
- Figura 43. Análisis Combinado para Años de evaluación de la variable Densidad de Endófito (%), en el ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia. 2009 – 2010. 75
- Figura 44. Análisis Combinado para Años de evaluación de la variable Área Foliar (m^2), en el ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia. 2009 – 2010. 76

Figura 45. Análisis Combinado para Años de evaluación de la variable % de MS radical (%), en el ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia. 2009 – 2010.

76

RESUMEN

El manejo de las MPA en la palma aceitera, ha mejorado sustancialmente en los últimos años, demostrando ser herramientas indispensables para lograr rendimientos rentables y sustentables. El proyecto tiene una duración de cinco años, habiéndose ejecutado los períodos correspondientes al 2008-2009 y 2009-2010, este último corresponde a la presente investigación. Para cumplir los objetivos propuestos se implementaron cinco tratamientos correspondientes a: podas regulares, cosechas en rondas semanales, fertilización balanceada, coronas con glifosato. Se utilizó un DBCA con cuatro repeticiones. Los resultados del primer periodo de evaluación no evidenciaron diferencias estadísticas en cuanto a la fertilidad del suelo y estado nutritivo del cultivo en los diferentes tratamientos estudiados. Asimismo, el tratamiento T4 (Podas regulares + cosechas en rondas semanales + fertilización balanceada) se diferenció estadísticamente en las variables: peso seco de raíces y colonización micorrícica. Económicamente el tratamiento T3 (Podas regulares + cosechas en rondas semanales), se destacó al presentar una Tasa de Retorno Marginal de 153%. Para el segundo periodo de evaluación, que correspondió al presente trabajo de investigación, se comprobó que hubo un cierto incremento en la fertilidad del suelo en los tratamientos T4 y T5 (Podas regulares + cosechas en rondas semanales + fertilización balanceada + Coronas con glifosato), particularmente en los elementos P, S, Ca, Mg, K, Zn. Los contenidos nutricionales foliares fueron mejores en T5 donde se aplicaron todas las MPM. El tratamiento T4 presentó el mejor balance catiónico Ca:Mg:K muy cercano al ideal de 60:30:10. Las MPA tuvieron poca influencia en producción de fruta fresca, porcentaje de materia seca radicular y foliar, área foliar y porcentaje de colonización. Económicamente los tratamientos T3, T5 y T2 (Podas regulares), presentaron las mejores tasas de retorno marginal.

PALABRAS CLAVE: Mejores prácticas agrícolas, palma aceitera, producción de fruta fresca, materia seca, área foliar.

SUMMARY

The management of the MPA in the oil palm has improved substantially in recent years, proving to be indispensable tools achieving yields. The project has a duration of five years, for the 2008-2009 and 2009-2010 periods having executed, the latter corresponds to the present investigation. Regular pruning, harvesting weekly rounds, balanced fertilization, crowns with glyphosate: To meet the objectives corresponding to five treatments were implemented. One DBCA was used with four replications. The results of the first evaluation period showed no statistical differences in soil fertility and crop nutrient status in the different treatments studied. Likewise, treatment T4 (regular pruning + rounds weekly harvests + balanced fertilization), differed statistically in variables: dry weight of roots and mycorrhizal colonization. Economically the T3 (regular pruning + rounds weekly harvests), treatment was highlighted by presenting a marginal return rate of 153%. For the second evaluation period, which corresponded to the present investigation, it was found that there was some increase in soil fertility in treatments T4 and T5 (regular pruning + rounds weekly harvests + balanced fertilization + Crowns glyphosate), particularly in P, S, Ca, Mg, K, Zn elements. Foliar nutrient content were better in T5 where all MPM were applied. The T4 treatment provided the best balance cationic Ca: Mg: K very close to the ideal of 60:30:10. The MPA had little influence on production of fresh fruit, percentage of root and leaf dry matter, leaf area and percentage of colonization. Economically T3, T5 and T2 (regular pruning), treatments had the best marginal rates of return.

KEYWORDS: Agricultural practices, oil palm fresh fruit production, dry matter, leaf area.

“EVALUACIÓN DEL MANEJO DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL
RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis
guineensis* Jacq.). SEGUNDO AÑO DE EJECUCIÓN LA CONCORDIA –
ESMERALDAS. 2009 - 2010”

I. INTRODUCCIÓN

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, 2009)

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

Indudablemente no se pueden manejar las condiciones climáticas; sin embargo, un manejo agronómico adecuado como, podas semestrales, cosechas semanales, fertilización balanceada, control de malezas en la corona, ofrece a la planta un ambiente más favorable para desarrollarse en forma vigorosa y enfrentar con mayor probabilidad de éxito el efecto de los múltiples agentes que causan disturbios fitosanitarios (abióticos: estrés y bióticos: agentes fitopatógenos y plagas) e incrementar su rendimiento a lo largo del tiempo.

(Fairhurst, 2009), recalca que el Ecuador posee algunas limitantes especialmente de suelos cuyo origen es volcánico y periodos de baja pluviosidad, de alrededor de seis meses, por lo que sería difícil ir más allá de 25 t ha^{-1} promedio para todas las edades del cultivo en una plantación, sin embargo, definitivamente existe una gran oportunidad para mejorar llevando a cabo prácticas en el control de malezas, coberturas entre plantas, el manejo de la fertilización, de las podas; existe un gran espacio para hacer mejoras y aumentar los rendimientos en el país.

El mismo autor recalca que debe pensarse que los principios de las “Mejores Prácticas Agrícolas” son aplicables a toda escala, sean pequeños o grandes productores. Además implementando esas prácticas se logra mejorar rendimientos y productividad con impacto positivo en los mercados de exportación.

El manejo de las mejores prácticas agrícolas de la palma ha mejorado sustancialmente en los últimos años, demostrando que son herramientas indispensables para lograr altos rendimientos y que al mismo tiempo son rentables y sustentables. Sin embargo, estas “Mejores Prácticas agrícolas” no han sido aplicada en forma integral en el trabajo diario de las plantaciones y su utilización parcial no logra los incrementos de rendimiento esperados (Bernal, 2001).

El manejo de las mejores prácticas agrícolas por ser un conjunto de procesos da lugar a una investigación compleja, el cual determina el aspecto, agrícola, social, y ambiental, y cuya evaluación en esta investigación, solo considerará las labores culturales.

Se propone para ello, la combinación de las tecnologías: como podas regulares, cosechas en rondas semanales, balance de bases de intercambio de Ca, Mg y K (60% 30% 10 %) y el mantenimiento químico de la corona de cosecha, brindando así, técnicas sencillas aplicables al cultivo, permitiendo que mejore su productividad.

Para la investigación se proponen los siguientes objetivos.

Objetivo General.-

Evaluar la implementación de un sistema conjugado de Mejores Prácticas Agrícolas, en el desarrollo, rendimiento y rentabilidad del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el segundo año de ejecución, en la zona de La Concordia-Esmeraldas. 2010.

Objetivos Específicos.-

1. Evaluar el efecto del uso de Mejores Prácticas Agrícolas en la productividad de la Palma Aceitera.
2. Evaluar la respuesta del cultivo al uso de Mejores Prácticas Agrícolas, mediante variables agronómicas tomadas en las parcelas de investigación.

3. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio, aplicando la metodología de Perrín *et al* (1976).

4. Difundir los resultados a través de trípticos, dirigidos a estudiantes afines a la agronomía, palmicultores, docentes, los cuales contendrán un resumen de la tesis donde se explicará los resultados obtenidos de la investigación realizada.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA PALMA AFRICANA

2.1.1. Raíces

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

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

2.1.2. Tallo

El estípite o tronco de la palma es columnar y casi uniforme en el diámetro, con excepción de la base la cual es un tanto abultada. El estípite de la palma aceitera es único porque no produce yemas ni retoños (Revelo, 2002). Contiene en su interior los vasos o haces vasculares (floema y xilema) por donde circulan el agua y los nutrientes. Además, en la parte central alberga el punto de crecimiento o meristemo apical: ahí se originan todas las hojas e inflorescencias de la palma.

2.1.3. Hojas

En condiciones normales la palma adulta tiene entre 30 y 49 hojas funcionales dispuestas en un peciolo de 1,5 metros aproximadamente con espinas laterales luego del cual está el raquis, que soporta de 200 a 300 foliolos insertos en las caras laterales, donde se alternan hileras superiores e inferiores. La suma de todos los foliolos que posee una palma en buen estado de nutrición y manejo, alcanza un área foliar que varía entre 250 y 300 m².

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

2.1.4. Flores y Frutos

(Corley & Tinker, 2009), describe de la siguiente manera las partes florales de la palma aceitera:

En la axila de cada hoja se inicia una inflorescencia, pero algunas abortan antes de la emergencia. Cada inflorescencia es una espiga o espádice compuesto, que continúa sobre un pedúnculo fuerte de 30 a 40 cm 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.

La inflorescencia femenina alcanza una longitud de 30 cm o más antes de abrirse, las espiguillas femeninas son gruesas y carnosas y se desarrollan en las axilas de una bráctea espinosa. Las flores se disponen en espiral, alrededor del raquis de la espiguilla.

La inflorescencia masculina se produce en un pedúnculo más largo que el de la femenina, contiene largas espiguillas digitiformes cilíndricas y no es espinosa. Las espiguillas tienen brácteas y protuberancias terminales, pero estas son de tamaño muy reducido. Las espiguillas miden entre 10 a 20 cm de largo.

El fruto es 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), (Bernal, 2001).

2.1.5. Semillas

La semilla de la palma de aceite es la nuez que queda después de que se ha extraído el mesocarpio aceitoso suave del fruto. Consta de un cuesco o endocarpio y de una, dos o tres óvulos en el ovario tricarpelar, que generalmente abortan (Corley & Tinker, 2009).

2.2. LAS MEJORES PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA (MPA)

Un programa de Mejores Prácticas Agrícolas, es un plan integral que se inicia con la selección apropiada del sitio de producción y programas eficientes de labores culturales (incluyendo manejo de fertilizantes y control de plagas), cosecha, pos-cosecha, culminado con sistemas efectivos de autoevaluación y de trazabilidad de la producción. Además se pueden definir como acciones, aplicadas a los recursos, que han sido probados con investigación y que entregan el mejor desempeño combinado de aspectos económicos, sociales, y ambientales, los tres pilares de la sostenibilidad (IPNI, 2009).

Desde el punto de vista del suelo, las Mejores Prácticas Agrícolas principalmente deberán ir dirigidas al mantenimiento de las buenas características

físicas, químicas, y biológicas, sin contaminantes orgánicas e inorgánicas (Bernal G. , 2010).

Las MPA y el suelo comprenden unos programas organizados de análisis de las características físico, químicos y biológicos del suelo acorde con las necesidades del cultivo, y que ayuden a prevenir la erosión del suelo. Por otro lado, el manejo de plagas, enfermedades y problemas de nutrientes de los suelos, deberá realizarse buscando un equilibrio entre la productividad y la conservación del medio ambiente. Un suelo sometido a MPA deberá contener concentraciones bajísimas de metales pesados (As, Ba, Se, Al).

2.2.1. Microbiota del Suelo

La materia orgánica influye en la estructura del suelo, pH, capacidad de abastecimiento del agua en el suelo y nutrientes, todas estas características pueden influenciar directa o indirectamente en el desarrollo y eficiencia de las micorrizas arbusculares. Los aniones orgánicos formados por la descomposición de la materia orgánica puede competir con el (P) por los mismos sitios de absorción, y por ello incrementar la disponibilidad del (P) en el suelo para las palmas (Bernal G. , 2010).

Las microbiota del suelo, las micorrizas constituyen una asociación simbiótica entre hongo benéficos del suelo y el sistema radicular de los cultivos, el hongo por medio del micelio suministra a la planta los nutrientes N, P, que las raíces no pueden absorber y protege además a la raíz del ataque de patógenos a través de sustancias como antibióticos, mientras que la planta suministra al hongo el carbono

proveniente de la fotosíntesis necesario para la construcción de compuestos participantes del metabolismo.

Los principales efectos de la simbiosis micorrízica arbuscular son los siguientes:

Las Micorrizas pueden incrementar la solubilidad del fosforo (P) inorgánico como fosfato de hierro y fosfato de calcio por la liberación de protones y de aniones ácidos orgánicos como el citrato malato y oxalato mismos que por intercambio de enlaces ponen en disolución el P que esta adsorbido a los óxidos del hierro (Fe) y aluminio (Al) e Hidróxidos.

El mismo autor menciona otro mecanismo es la mineralización de fosfato orgánico como Polifosfato a través del cual el fosforo (P) es liberado por acción de enzimas Mono, Di, Tri, Estereasa y Polifosfatasas, producidas por la hifas también incrementa la capacidad de absorción de oligoelementos como el cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo), en particular del zinc (Zn) (Bernal G. , 2010).

2.2.2. Sistema de Podas

Las Podas consisten en corte de hojas bajas envejecidas o que por alguna causa hayan perdido más del 50% del área foliar, por tanto no útiles para la planta. 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 es mínima exclusivamente a hojas secas y destruidas (Chávez & Rivadeneira, 2003). La poda es una actividad de mantenimiento del cultivo que tiene como objetivos mantener un número determinado de hojas necesarias para los procesos fisiológicos de la palma de aceite y facilitar la labor de cosecha.

A la primera poda se la denomina poda de formación o poda sanitaria, pues con ella se eliminan residuos de hojas secas, los primeros racimos que no fueron cosechados y las inflorescencias masculinas pasadas (CENIPALMA, 2009). En condiciones normales las hojas envejecidas se cortan en los ciclos regulares de poda, una o dos veces por año, pero las hoja verdes no deberían podarse (Corley & Tinker, 2009).

2.2.3. Sistema de Cosecha

La cosecha de fruta fresca como objetivo principal es cosechar toda la fruta disponible en su madurez óptima, cuando el racimo de fruta fresca (RFF) contiene la máxima calidad de aceite y almendras. Cosechar sólo la fruta madura y recolectar toda la fruta caída (Tufiño, 2008). Los métodos de cosecha se han desarrollado en primer lugar para obtener racimos que den la cantidad máxima de aceite de palma y de almendras que sean de una cantidad aceptable y, en segundo lugar, para reducir los costos a un mínimo aunque asegurando que las palmas se mantengan en alta producción reteniendo tantas hojas verdes como sea posible (Tufiño, 2008).

En Palmeras del Ecuador (Shushufindi) se considera tres frutos desprendidos para que el racimo sea cosechado, esta norma es bien aplicada ya que las condiciones climáticas son diferentes (ayuda a que la madurez del racimo sea uniforme). Estas consideraciones permiten recolectar el racimo sin tener un exceso de fruta suelta, lo que encarece la cosecha y es además donde existe más aceite de buena calidad por fruto (Muñoz & Villegas, 2004).

Las rondas de cosecha se deben completar cada 7-10 días en palmas maduras, las rondas de cosecha se pueden incrementar en el pico de cosecha (Tufiño, 2008). Se debe eliminar los racimos podridos y enfermos al momento de la cosecha con la finalidad de ir saneando la plantación.

En palmas con racimos localizados a más de 4-5 m se emplea el cuchillo curvo o malayo. Este cuchillo se ata a una vara larga (madera, aluminio otro material liviano y resistente, en otros casos se utilizan tubos livianos extensibles). El uso del cuchillo malayo exige mucha habilidad ya que el corte de hojas y pedúnculos no es sobre la base de la fuerza, sino lo que importa es el ángulo del corte (Chávez & Rivadeneira, 2003).

2.2.4. Sistemas de Fertilización

La fertilización y los Análisis Químicos del Suelo (AQS) son una importante herramienta para diseñar las recomendaciones de fertilización. En el cuadro 1 encontramos los niveles críticos de los contenidos de nutrientes en el suelo a tomar en cuenta para el elaborar un plan de fertilización. Los análisis de suelos se usa para

corroborar los problemas que son evidenciados por el análisis foliar o por la presencia de síntomas de deficiencia en las plantas indicadoras (Ayala, 2008).

Cuadro 1. Niveles críticos de nutrientes en el suelo a considerar para elaborar un programa de fertilización para el cultivo de palma aceitera.

Nutriente	Palma madura > 6 años		
	Deficiente	Óptimo	Exceso
NH ₄ ppm	< 30	35 - 40	> 45
P ppm	< 9	10 - 14	> 15
K meq/100	< 0,22	0,24 - 0,38	> 0,40
Ca meq/100	< 50	5,1 - 8,9	> 9
Mg meq/100	< 1,5	1,7 - 2,3	> 2,40

(Ayala, 2008). Indica que el Análisis Químico Foliar (AQF), es una herramienta muy conveniente en el diagnóstico de problemas nutricionales en palma aceitera. Así mismo muy valiosa para saber si la planta está asimilando en forma correcta los nutrientes que como fertilizantes son aplicados al suelo.

En el cuadro 2 encontramos los niveles críticos de los contenidos de nutrientes en la hoja de referencia para la elaboración del plan de fertilización.

Debido a que las palmas producen hojas y fructifican en forma regular durante todo el año es recomendable incorporar al programa de fertilización compensaciones de nutrientes por el constante desarrollo de la planta (Cuadro 3).

Cuadro 2. Niveles críticos de nutrientes en la hoja a considerar para elaborar un programa de fertilización para el cultivo de palma aceitera.

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

Cuadro 3. Niveles de nutrientes consumidos por diferentes partes de la planta a considerar como compensaciones para producir 25 TM de fruta fresca y elaborar un programa de fertilización para el cultivo de palma aceitera.

Consumo	Compensación de nutrientes				
	N	P	K	Mg	Ca
Crecimiento vegetativo	40,90	3,10	55,70	11,50	13,80
Hojas podadas	67,20	8,90	86,20	22,40	61,60
Inflorescencias masculinas	11,20	2,40	16,10	6,60	4,40
Racimos	73,20	11,60	93,40	20,80	19,50

Para los nutrientes, las Mejores Prácticas Agrícolas (MPA) son manifestaciones en el campo, de los cuatro fundamentos del manejo de nutrientes en los cultivos: aplicación de la fuente correcta del nutriente, en la dosis, época y localización correctas. Estas manifestaciones de campo deben ser específicas para el cultivo, para el lote y a menudo, para una zona dentro del lote. Sin embargo, la base científica sobre la cual se levantan los 4Fs lleva a MPA universales. Por esta razón, a pesar de las MPA son específicas para un sitio, un marco global para desarrollarlas,

estudiarlas e implementarlas puede facilitar mejoramiento de manejo de nutrientes dentro de un sistema de producción (IPNI, 2009).

2.2.4.1. Balance Ca;Mg;K.

(Múnevar, 2001), menciona que una alta producción en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) está asociado con un manejo adecuado de su nutrición y de las prácticas de fertilización. Por otra parte una buena nutrición influye positivamente sobre la incidencia de plagas y enfermedades que afectan el cultivo. El balance nutricional es un concepto vital en la fertilidad del suelo y en la producción de cultivos (INPOFOS, 2000).

Las deficiencias de Ca y el inadecuado balance con el Magnesio y el Potasio generan bajas producciones y susceptibilidad al ataque de insectos y patógenos en el cultivo de palma aceitera, (Muñoz & Villegas, 2004).

(Chinchilla, 2004), manifiesta que el empobrecimiento paulatino del K en el suelo, puede crear desbalances a través de los años con otros elementos como el magnesio, el calcio y el nitrógeno; cabe destacar que este último elemento es añadido como único fertilizante en muchas plantaciones.

El mismo autor sugiere que el potasio y sus relaciones con el magnesio y el calcio están relacionados íntimamente con la incidencia de la producción del cogollo (PC) y desórdenes afines. Un balance adecuado de potasio es esencial para mantener las relaciones hídricas, el transporte de asimilados de la fotosíntesis y para mantener

el funcionamiento de los mecanismos de defensa de las plantas contra el ataque de patógenos y el estrés en general (Chinchilla, 2004)

(Ayala, 2008), menciona que para 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.

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

Un suelo puede presentar una abundante cantidad de cada catión (Ca, Mg, K) y sin embargo, ofrecer malas posibilidades de absorción de los mismos para la planta debido a que se encuentran en proporciones desequilibradas.

(Ayala, 2008), las relaciones entre los cationes Ca, Mg y K se interpretan de la siguiente manera: existe un ámbito bastante amplio y no muy estricto en sus límites dentro del cual la relación está normal, cualquier valor fuera de este rango, inferior o superior, es índice de desbalance. Al identificar la base o catión causante

del desbalance se establece también la que hay que adicionar para lograr el equilibrio.

2.2.4.2. Función de nutrientes

El fertilizante es uno de los insumos más costosos y necesario dentro de una plantación ya que la palma aceitera responde directamente a la fertilización, por ello es importante conocer la funcionalidad de ellos dentro del metabolismo vegetal. Sin embargo en la mayoría de plantaciones existe un tremendo potencial para incrementar los rendimientos y la rentabilidad con el uso adecuado de fertilizantes. Un programa de fertilización rentable resulta de la integración de aspectos como: conocimiento del estado de manejo de la plantación, conocimiento de los tipos de suelos presentes en la finca e interpretación agronómica de los análisis de suelos y foliar (Espinosa, 2002).

2.2.5. Sistema de Control de Malezas

El Glifosato es un herbicida translocable no hormonal, considerados como de acción total no selectiva con acción antigramínea, en el caso del Glifosato, es un herbicida bastante utilizado, y controla un gran número de especies arvenses especialmente perennes. Se transloca tanto por el xilema como por el floema, y se distribuye con rapidez por toda la planta. Provoca interrupción del crecimiento, clorosis y necrosis. Probablemente, inhibe la síntesis de aminoácidos aromáticos, e interfiere en

otros procesos metabólicos vegetales. No muestra actividad en el suelo a dosis comerciales, por lo cual no afectará el sistema radicular de la palma (Recalde, 2008).

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

2.3. DIAGNÓSTICO DE LA PLANTACIÓN

La plantación de palma aceitera donde se realizó la investigación fue establecida en el año 1999, empezando su producción cuatro años después, anterior esta existió un cultivo similar el cual cumplió su ciclo siendo reemplazado por el actual. La plantación para el año 2009 alcanzó una altura 2,5 m hasta el inicio del paquete de hojas jóvenes, la distancia de siembra de las plantas es de 9 m x 9 m dispuestas a tres bolillos. El problema de plagas no supera el umbral económico. Los bloques experimentales son de forma irregular debido a la heterogeneidad entre las plantas ya sea por altura, índice de amarillamiento, y se hallaron distribuidas en un área total de 11 ha.

Desde el año 2003 se han venido realizando año a año muestreos de suelos y foliares, para el respectivo análisis físico-químico en el laboratorio del INIAP Santa Catalina, tareas que se realiza para ser más eficiente la labor de la fertilización según las Cuadros recomendadas por el INIAP (EESC).

En el inicio del primer año de evaluación (2008), antecedió problemas de mancha anular (*Foveavirus sp.*) y anillo clorótico (*Potyvirus sp.*), no se determinó presencia de pudrición de flecha y Pudrición de cogollo (PC), las plantas infectadas fueron eliminadas para evitar contagio a otras plantas.

Al inicio de la investigación (2009), las plantas en cada tratamiento y repetición presentaban ciertos trastornos, nutricionales, fisiológicos, los cuales repercutieron en el desenvolvimiento productivo de las plantas. Las plantas no cumplían con los índices normales del número de hojas (25), número de racimos (4 - 5) de diferente tamaño y peso, lo cual influyeron en el rendimiento.

2.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico empleado en la Evaluación de las Buenas Prácticas Agrícola en el cultivo de palma aceitera, es la metodología utilizada por (Perrín, 1976), el cual determina, los rendimientos medios (RM), los beneficios netos (BN), análisis de dominancia (AD) y la tasa marginal de retorno (TMR).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN POLÍTICA GEOGRÁFICA Y ECOLÓGICA DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación política

El trabajo se lo realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, cantón la Concordia, sector fruta de pan, hacienda Tarragona, ubicada en el km 29 de la vía Santo Domingo - La Concordia, (Figura 1), propiedad del Sr. Pierre Hitti Barakat, la segunda fase de investigación se inició en septiembre del 2009 y se culminó en octubre 2010.

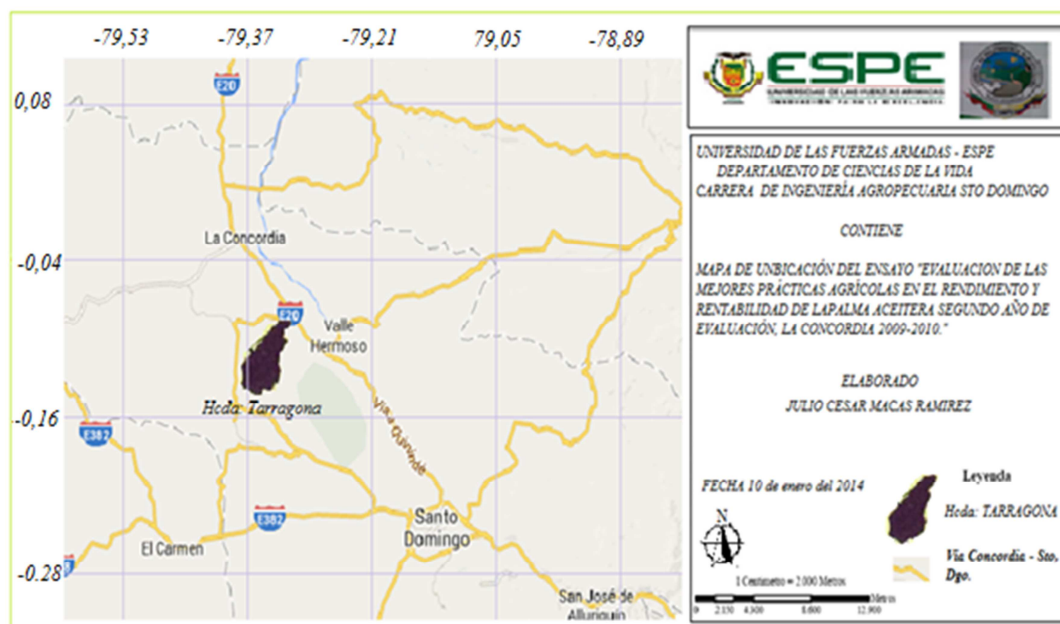


Figura 1. Mapa de ubicación política y geográfica, de la investigación sobre mejores prácticas agrícolas.

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente el área de la investigación está ubicada en las siguientes coordenadas.

Longitud:	79° 24' oeste
Latitud:	00° 02' sur
Altitud:	260 msnm

3.1.3. Ubicación ecológica

Según la Estación Meteorológica del CIPAL que es la más próxima al área del ensayo, los datos climatológicos promedio de nueve años (2000 - 2009) son:

Temperatura media	:	24,2 °C
Precipitación	:	3071 mm
Heliofanía	:	626 horas sol/año
Humedad relativa	:	86 %
Zona ecológica	:	Trópico
Piso altitudinal	:	Bosque húmedo tropical

Características del Suelo: Según análisis de suelo desarrollado en el laboratorio de suelos y aguas de la Estación Experimental Santa Catalina presentan las siguientes características.

pH del suelo	:	5,07
Materia orgánica	:	4,55 %
Textura	:	Franco arcillo limoso
Drenaje natural	:	Medio
Topografía	:	Plana

3.2. MÉTODOS

Por ser continuación de una investigación llevada por el CIPAL (Centro de Investigaciones de palma aceitera), que se inició un año antes (2008), se utilizó la misma metodología y características del Diseño Experimental.

3.2.1. Factor en Estudio

El factor en estudio es eficiencia del MANEJO DE LAS MEJORES PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA.

3.2.2. Tratamientos

Los tratamientos a evaluar en esta investigación fueron cinco y se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Tratamientos a comparar en el ensayo sobre Manejo de las Prácticas Agrícolas.

Tratamientos	Descripción
T ₁	Testigo (Manejo de finca)
T ₂	Poda regular (PR), dos veces año.
T ₃	PR + Cosecha en rondas semanales (CRS)
T ₄	PR + CRS + Fertilización balanceada 60:30:10 (Ca, Mg K) (FB)
T ₅	PR + CRS + FB + Control de malezas con glifosato (CMG)

3.2.3. Procedimiento

3.2.3.1. Diseño experimental

Para el estudio se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)

Cabe mencionar que a fin de guardar el principio de homogeneidad en campo, en la implementación del ensayo en el primer año de evaluación, la distribución de los bloques en estudio, obedeció a las características de topografía y paisaje, es decir, se buscó mantener la homogeneidad dentro de las unidades experimentales que conforman cada repetición, no existiendo un patrón de separación entre tratamientos y repeticiones, como se puede apreciar en el croquis del lote (Anexo 1).

3.2.3.2. Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza, para las variables Análisis químico del suelo, análisis químico foliar, rendimiento de fruta fresca, porcentaje de materia seca

radicular, porcentaje de materia seca foliar, densidad de endófito, porcentaje de colonización micorrízica, y área foliar. En las variables donde se presentaron altos porcentajes de coeficiente de variación fue necesario realizar una transformación de datos a raíz cuadrada.

3.2.3.3. Esquema de análisis

Cuadro 5. Esquema del ADEVA implementado en la Evaluación del Manejo de las Prácticas Agrícolas en el Rendimiento y Rentabilidad de la Palma Aceitera (*Elaeis guineensis Jacq.*). Segundo año de ejecución La Concordia – Esmeraldas, 2009 – 2010.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	(t - 1) 4
t ₁ vs t ₂ , t ₃ , t ₄ , t ₅	1
t ₂ vs t ₃ , t ₄ , t ₅	1
t ₃ vs t ₄ , t ₅	1
t ₄ vs t ₅	1
Repeticiones	(r - 1) 3
Error	(n-1)-(t-1) 12
Total	19

Coefficiente de Variación

Para calcular el coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} * 100$$

Dónde:

CV: Coeficiente de variación en porcentaje

CME: Cuadrado medio del error experimental

\bar{X} : Media general del experimento.

3.2.3.4. Características de las unidades experimentales

Número de unidades experimentales	:	20
Área neta de unidades experimentales	:	2343 m ²
Forma de la UE	:	Irregular
Área total del ensayo	:	9372,6 m ²
Forma del ensayo	:	Irregular
Número de repeticiones	:	4
Tratamientos por repetición	:	5
Distancia de siembra	:	9 * 9

3.2.3.5. Análisis funcional

Para las variables donde existió significación estadística se aplicó la prueba de Tukey al 5%.

3.3. MÉTODOS ESPECÍFICOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO.

La continuación del segundo año de evaluación se la realizó en una plantación de palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq.*) material IRHO, el ensayo fue implementado en un lote con un área total de 11 ha, de diez años de edad, sembrada a un distanciamiento entre plantas de nueve metros a tres bolillos.

3.3.1. Análisis Previos.

3.3.1.1. Análisis químico del suelo.

Para los análisis de suelo, cada unidad experimental estuvo formada por seis unidades básicas las cuales ya identificadas se procedió a la limpieza del sector donde se tomaron las sub-muestras para el respectivo análisis de suelo, esta labor se la realizó a un metro y medio del estípite en dirección norte a una profundidad entre 0 a 20 cm. Éstas se mezclaron en un recipiente y se obtuvo una muestra de un kilogramo. Antes de remitir al laboratorio respectivo (INIAP EESC), se preparó e identificó cada muestra.

3.3.1.2. Análisis químico del foliar.

Para el análisis foliar, se tomó en cuenta la hoja número 17, obteniendo la sub-muestras del tercio central, tomando la parte media de seis foliolos de cada lado. Completadas las sub-muestras se mezclaron dando lugar a la muestra donde fueron identificadas y remitidas al laboratorio (INIAP EESC), para su análisis.

3.3.2. Labores Agrícolas Dentro de los Tratamientos

3.3.2.1. Manejo de finca

Las labores convencionales de finca están representadas en el T1 (testigo) donde se realizaron labores de control de maleza (chapia y corona) cada 45 días, cosecha cada quince días, poda una vez al año, y cada año se realiza análisis de

suelos y foliares, y que de acuerdo a estos resultados se realiza la fertilización del cultivos.

3.3.2.2. Poda regular (PR)

La poda en el T₂, T₃, T₄, y T₅, fue regular (PR) donde se realizaron dos podas por año con intervalos de tiempo de seis meses dejando dos hojas por debajo del racimo próximo a la cosecha.

3.3.2.3. Cosecha en rondas semanales (CRS)

El T₃, T₄, y T₅ se realizó en rondas semanales cada ocho días se valoró el peso del racimo, recogiendo toda la fruta suelta del campo, a excepción de los tratamientos T₁ y T₂ que se realizó la cosecha con intervalos de 15 días.

3.3.2.4. Fertilización balanceada (FB)

La fertilización balanceada en el T₄ y T₅ se efectuaron al inicio y final de la época lluviosa, en función del análisis de suelo, análisis foliar y compensaciones. Se fertilizó de acuerdo al balance entre bases intercambiables calcio, magnesio y potasio en relación de 60-30-10 propuesta por el estudio de balance nutricional del CIPAL 2008. En los tratamientos T₁, T₂, T₃ se suministró la fertilización de acuerdo al programa llevado en finca. En el cuadro 6 se presenta las fuentes y dosis a aplicar en el programa de fertilización realizado de acuerdo a los análisis de suelo foliar (anexo

2, 4), y, tomando como referencia los niveles críticos y compensaciones nutricionales detalladas en los cuadros 1, 2, 3.

Cuadro 6. Fuentes y dosis de fertilizante a aplicar en el programa de fertilización en el ensayo sobre el manejo de las mejores prácticas agrícolas.

FUENTES	T1 sacos/ha/año	T2 sacos/ha/año	T3 sacos/ha/año	T4 sacos/ha/año	T5 sacos/ha/año
DAP	1,75	1,75	1,75	1,59	2,03
Nitrato de amonio	8,61	8,61	8,61	5,76	8,45
Muriato de potasio	1,57	1,57	1,57	2,12	2,49
Sulfato de magnesio	4,36	4,36	4,36	5,90	5,43

3.3.2.5. Control de malezas

El control de malezas en la calle y corona se realizó cada 45 días de forma manual en los tratamientos, T₁, T₂, T₃, y T₄. En el T₅ el control de malezas en la corona se realizó con aplicaciones de glifosato al 48 % en dosis de 280 cc ha⁻¹ aplicación aplicado con bomba de mochila cada tres meses.

3.3.3. Análisis Finales

3.3.3.1. Análisis químico de suelo

Al final del ensayo (septiembre 2010) se realizaron los análisis de suelo en cada uno de los tratamientos en estudio, con la finalidad de estudiar y comparar los contenidos nutricionales del suelo.

3.3.3.2. Análisis químico foliar

Complementario al AQS, se realizó el análisis foliar al final del ensayo en septiembre 2010, donde se estudió estadísticamente el comportamiento de los elementos nutricionales tras la aplicación de las MPM.

3.3.3.3. Rendimiento de fruta fresca

Las cosechas se las realizó con dos variantes una rondas semanales para los tratamientos tres, cuatro, y cinco, y otra quincenal para los tratamientos uno y dos, el fin de estudiar de esta variable es conocer si las MPA generan algún efecto la producción, especialmente para los tratamientos tres, cuatro, y cinco, para ello se tomó el peso de los racimos cosechados para las dos variantes con su intervalo de tiempo ya definido, al final de la investigación se sumó y promedio el peso de toda la fruta en (Tm) para cada tratamiento y ser evaluada estadísticamente.

3.3.3.4. Porcentaje de materia seca radicular

La evaluación de materia seca radicular se la realizó al inicio y al final del ensayo en los diferentes tratamientos en estudio, para determinar si las MPA causan efectos a lo largo de la investigación sobre la materia seca radicular de las plantas, esta recolección de raíces se la realizó a 60cm de la base del estipe cavando un hoyo de 40*40*30, donde se recolecto y peso las raíces obteniendo su peso fresco, y determinando el paso seco al exponerlas a una estufa, y finalmente el porcentaje de materia seca radicular.

3.3.3.5. Porcentaje de materia seca foliar

La variable en estudio se la realizó dos veces en el ensayo al inicio y al final de la investigación, cuya finalidad es conocer si existen diferencias entre los tratamientos por incidencia de las MPA, se colecto foliolos de la parte media de la hoja 17, se pesó en fresco, en seco y se determinó el porcentaje de materia seca.

3.3.3.6. Densidad de endófito

Parte estudio de los hongos micorrízicos se lo realizó mediante la densidad de endófito donde se valoró visualmente mediante conteo al microscopio los hongos micorrízicos dentro de las raíces, la agresividad del hongo dentro del hospedero fue visible gracias a un protocolo de tinción para determinar presencia de hongos micorrízicos, esta variable que fue analizada dos veces en el año, una inicio y la otra final de la investigación, donde determinaremos estadísticamente si las MPA influenciaron o no en la infectividad del hongo.

3.3.3.7. Porcentaje de colonización micorrízica

La parte final de la evaluación de los hongos micorrízicos refiere porcentaje de colonización del hongo en las raíces cuaternarias donde se estudió conjuntamente con la variable de densidad endófito, dando índices de colonización de acuerdo a su incidencia o densidad, la variable se realizó al inicio y al final del periodo de la investigación, para determinar si en el tiempo del ensayo las MPA intervinieron en los porcentajes de colonización.

3.3.3.8. Área foliar

La variable de área foliar se evaluó al inicio y al final del proyecto de investigación, donde se tomó medidas de longitud de folíolos, ancho de folíolos de la hoja 17, y el total de hojas para conocer mediante una fórmula ya detallada anteriormente el desarrollo de la biomasa vegetativa de la plantación tras la aplicación de las MPA.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (AQS)

De acuerdo a los análisis de suelos realizados al inicio (septiembre 2009) y final del ensayo (septiembre 2010) del segundo año de evaluación sobre MPA en el cultivo de palma aceitera, se determinó que para la variable concentración de nutrientes del suelo, no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos para los elementos NH_4 , Cu, Fe, Mn, y MO. Al parecer las dosis de fertilizantes utilizados en los tratamientos elevaron la concentración (Nivel alto) de los tres primeros elementos al final del ensayo (anexo 2 y 3), el Mn pasó de una concentración baja a media. Al no tener los datos de esta variable una distribución normal, se hizo una transformación de raíz cuadrada.

Los resultados obtenidos en este segundo año de evaluación difieren de los obtenidos en el primer año por (Nevárez, 2011), así este autor concluye que en los análisis químicos de suelos reflejaron pobreza en la fertilidad del mismo y en estado nutricional de las plantas, lo que no sucedió en el segundo año, donde la fertilidad del suelo es alta en el contenido de N (anexo 3), donde todos los tratamientos presentan niveles altos de este elemento, lo que nos indica que la dosis de N utilizada en los tratamientos (160 kg de N/ha/año para los T 1, 2 y 3; para los T4 y T5 de 157 kg de N/ha/año) influyó en la fertilidad del suelo.

A pesar de no encontrar diferencias estadísticas en la variable N, se observó que la aplicación de este elemento en todos los tratamientos provocó que la

concentración sea alta, lo que ocasiona antagonismo entre elementos y provoque disminución en la producción, criterio que coincide con (Werkhoven, 1996), quien menciona que contenidos altos de nitrógeno reduce la formación de inflorescencias femeninas y causa el disturbio fisiológico mal de juventud y hoja pequeña. Lo contrario opina (Owen, 2006), quien sostiene que en suelos tropicales la reserva de N es muy baja (a excepción de los suelos orgánicos).

Para el P, los ADEVAS determinaron diferencias estadísticas significativas en los tratamientos al inicio y final del ensayo (Cuadro 7), siendo el T₃ (Poda regular (PR) + Cosecha en rondas semanales (CRS)) y T₄ (PR+CRS+ Fertilización balanceada 60:30:10 (Ca, Mg K) (FB)), los que presentan mayor contenido de P (10,38 y 10,00 ppm) con un nivel alto de concentración y el T1 (testigo) con menor cantidad de P (5,15 ppm) con un nivel de concentración bajo al inicio del ensayo (Figura 2). Al final del ensayo (Figura 3), el T4 (PR + CRS + Fertilización balanceada 60:30:10 (Ca, Mg K) (FB)) presentó mayor cantidad de P (12,5 ppm) con un nivel de concentración alto y el de menor cantidad de P fue el T2 (PR) con 5,58 ppm de P con un nivel de concentración bajo.

La presencia de fósforo en el suelo en cantidades óptimas permite entre otras cosas, aumentar el sistema radicular y el número de frutos por racimos, criterio que es compartido por (IPNI, 2009), donde afirman que un adecuado suplemento de P permite que los procesos de la planta operen en condiciones óptimas; una deficiencia de P en la planta influye en el retraso de la madurez del fruto, así como una reducción de la resistencia de las plantas a las enfermedades. Además (Sanzano, 2005) menciona que se debe considerar el reciclaje de los materiales orgánicos ya

que hace posible mantener las concentraciones de P de un año a otro, por lo tanto para el año siguiente se debe hacer seguimiento a los tratamientos en estudio.

Para el caso de los elementos S, Ca, Mg, K, Zn, los contenidos nutricionales en el suelo para el año 2009, no presentaron diferencias significativas, mientras que en el análisis de suelo realizado en el año 2010, el Mg, K y Zn, se evidenció diferencias significativas en los tratamientos; para el S y Ca mostraron diferencias altamente significativas (Cuadro 7). En las Figuras 4, 5, 6 y 7, se muestra que al final del ensayo el T4 (PR + CRS + Fertilización balanceada 60:30:10 (Ca, Mg K) (FB)) presentó la mayor cantidad de Mg (0,65 meq/100), K (0,29 meq/100), Zn (1,58 ppm) y S (37,95 ppm), siendo las concentraciones para estos elementos bajo, medio, bajo y alto respectivamente (anexo 3). En la Figura 8 se muestra que el T5 (PR + CRS + FB + Control de malezas con glifosato (CMG)), presentó mayor contenido de Ca (2,05 meq/100ml), siendo bajo el nivel de concentración de este elemento (anexo 3).

La fertilización balanceada permitió mejorar el contenido de K en el suelo (Figura 5), coincidiendo con (Chinchilla, 2004), quien manifiesta que la fertilización no balanceada del K en el suelo, puede crear desbalances a través de los años con otros elementos como el magnesio, el calcio, además indica que un balance adecuado de potasio es esencial para mantener las relaciones hídricas, el transporte de asimilados de la fotosíntesis y para mantener el funcionamiento de los mecanismos de defensa de las plantas contra el ataque de patógenos y el estrés en general.

El B, presentó diferencias estadísticas altamente significativas para el análisis de suelos del año 2009 (anexo 2), en la Figura 9 se muestra que el T4 (PR + CRS +

Fertilización balanceada 60:30:10 (Ca, Mg K) (FB)), T3 (PR + CRS) y (T1 (testigo) son estadísticamente iguales, siendo el T4 el que presentó mayor cantidad de B (0,70 ppm), con un nivel de concentración alto y el T2 (PR) presentó la menor cantidad de B (0,48 ppm), con un nivel de concentración medio. En el año 2010 los resultados indicaron que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, manteniéndose la concentración alta de este elemento en el suelo.

El incremento de B y Zn en el suelo se debe a la fertilización edáfica de P, que incrementa su contenido en el suelo, criterio que coincide con (Navarro, 2000), quienes manifiestan que Dosis pequeñas de superfosfato, provocan una absorción mayor de boro y zinc. Lo contrario sucede con dosis altas.

Cuadro 7. Resumen de los ADEVAS para la concentración de nutrientes en el suelo, mostrando los CM, y el nivel de significancia estadística en el ensayo sobre MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009- 2010.

	Cuadrados medios															
	NH ₄		P		S		Ca		Mg		K		Zn		B	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Repetición	4,13	2,5	1,05	0,6	3,68	0,98	0,12	0,05	0,07	0,02	0,04	0,01	0,55	0,14	0,01	0,04
		0,89			1,67	1,14	0,02	0,03	0,01		0,0034		0,06			0,0043
Tratamiento	2,2 NS	NS	0,71 *	0,82 *	NS	**	NS	**	NS	0,01 *	NS	0,02 *	NS	0,1 *	0,02 **	NS
		1,04	0,81	0,17	0,83		0,00093	0,02	0,00023	0,0048	0,0009		0,00072		0,0031	0,000011
t1 vs t2, t3, t4, t5	2,53 NS	NS	NS	NS	NS	0,74 *	NS	NS	NS	NS	NS	0,03 *	NS	0,18 *	NS	NS
		0,37	0,41		0,34	1,86	22E-5	0,05	0,0048	0,03	0,01		0,03			0,0003
t2 vs t3, t4, t5	5,61 *	NS	NS	0,95 *	NS	**	NS	**	NS	**	NS	0,04 *	NS	0,15 *	0,02 *	NS
		0,33	0,33	0,06	2,16	0,15	0,01	0,02	0,0032		0,0039		0,18	0,06	0,0019	
t3 vs t4,t5	0,67 NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,02 *	NS	0,03 *	NS	NS	NS	0,01 NS
	0,0021	1,84			3,35	0,06		0,04	0,0018	0,00011	0,0023	0,04	0,0023			
t4 vs t5	NS	NS	1,31 *	2,11 **	NS	1,8 **	NS	0,04 *	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,04 **	0,01 NS
									2,80E-		4,60E-					
Error	0,88	0,82	0,22	0,16	0,77	0,16	0,04	0,01	0,02	03	0,01	03	0,04	0,02	0,003	0,04
Total																
CV%	14,97%	11,26%	17,71%	14,06%	27,10%	7,61	13,27%	5,75%	14,40%	7,27%	27,58	15,55%	26,04%	14,31%	7,37%	19,23%

Los elementos, cobre, hierro, manganeso, y Materia Orgánica, se omitieron en este cuadro por no presentar diferencias estadísticas en ninguna fuente de variación

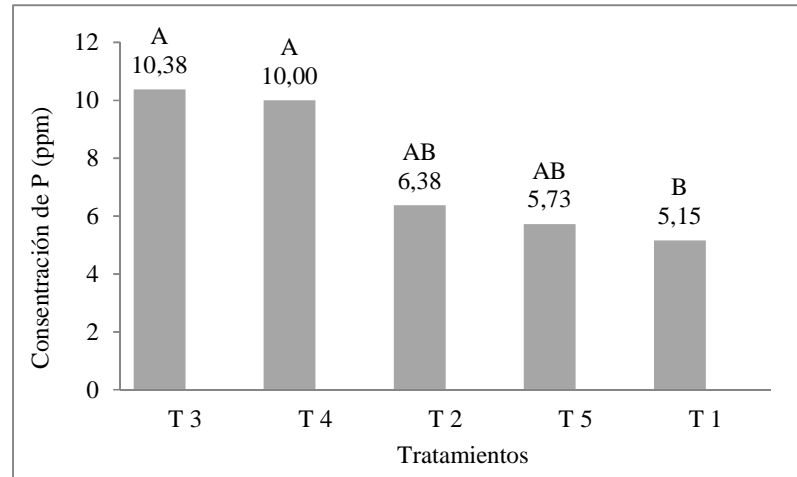


Figura 2. Concentración de P (ppm), edáfico (Sep. 2009) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

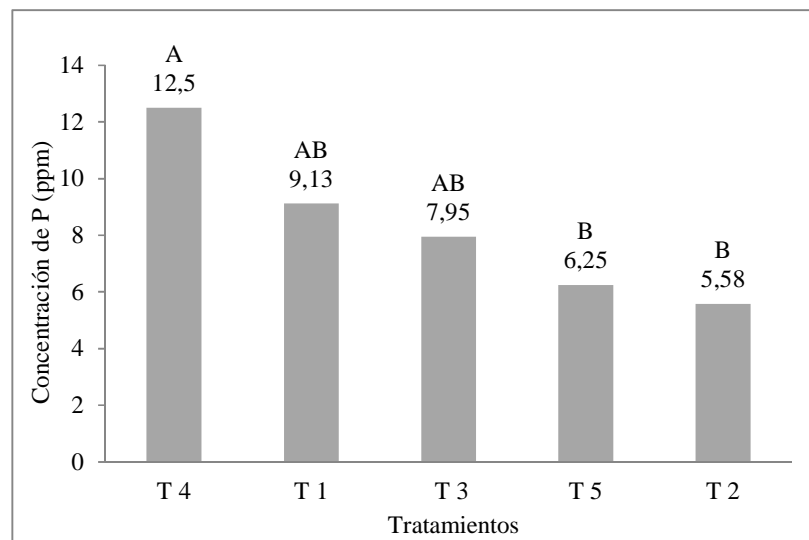


Figura 3. Concentración de P (ppm), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

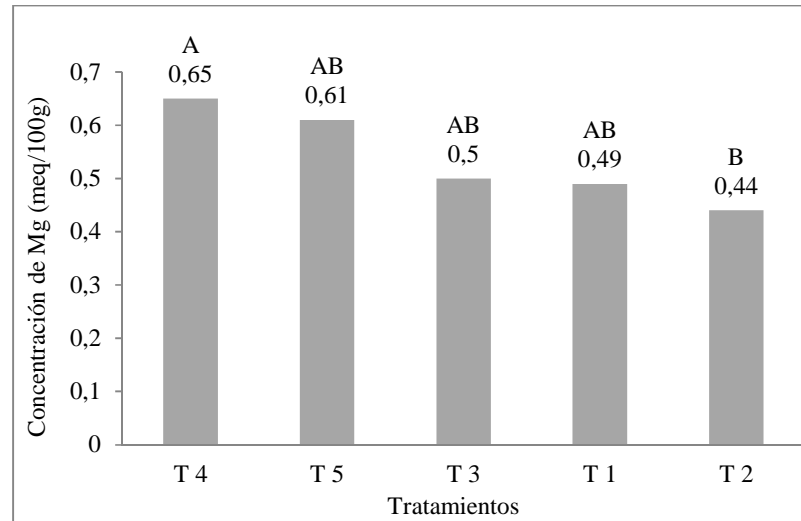


Figura 4. Concentración de Mg (meq/100g), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

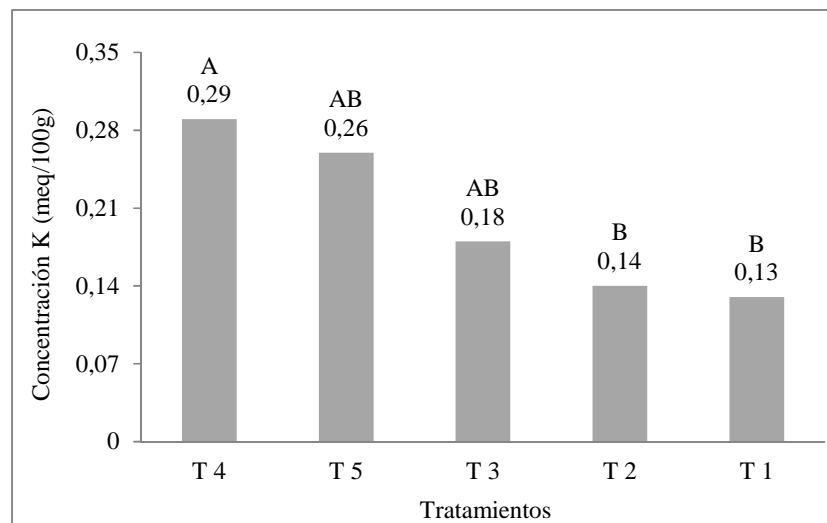


Figura 5. Concentración de K (meq/100g), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

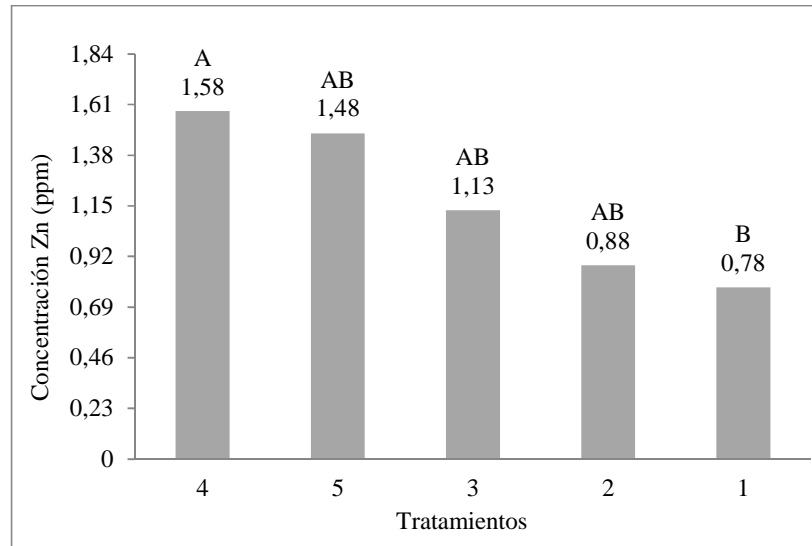


Figura 6. Concentración de Zn (ppm), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

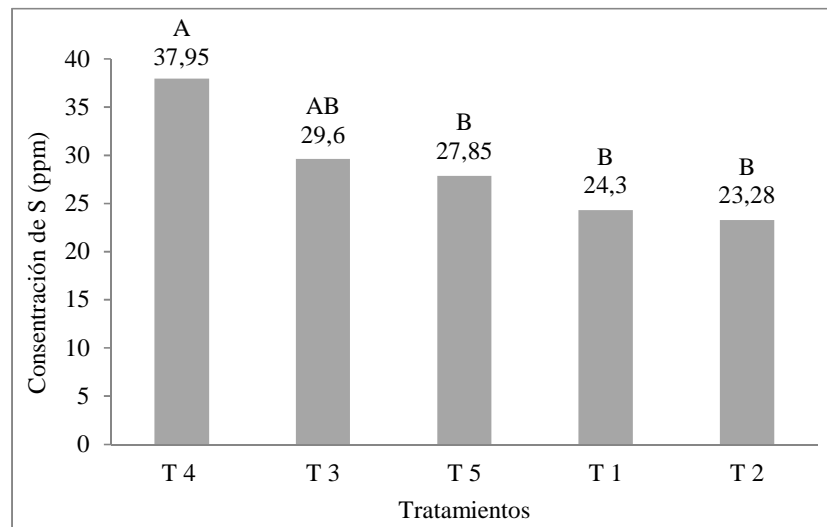


Figura 7. Concentración de S (ppm), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

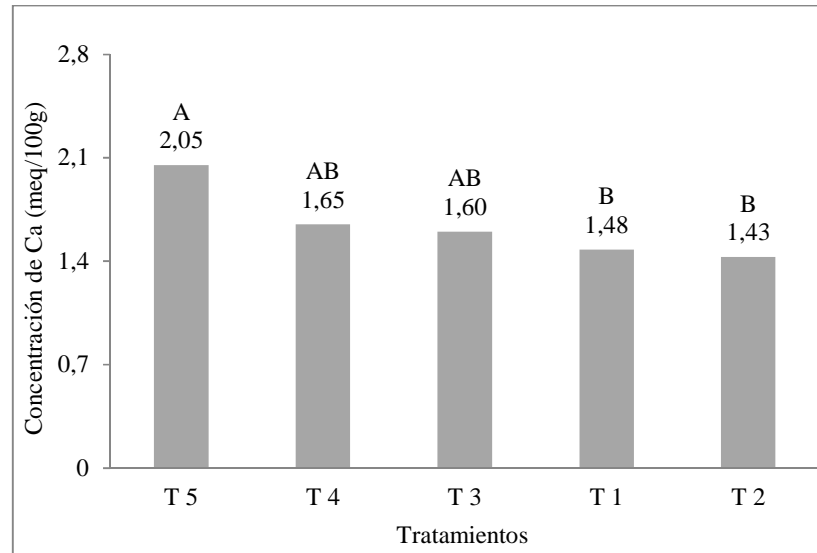


Figura 8. Concentración de Ca (meq/100g), edáfico (Sep. 2010) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

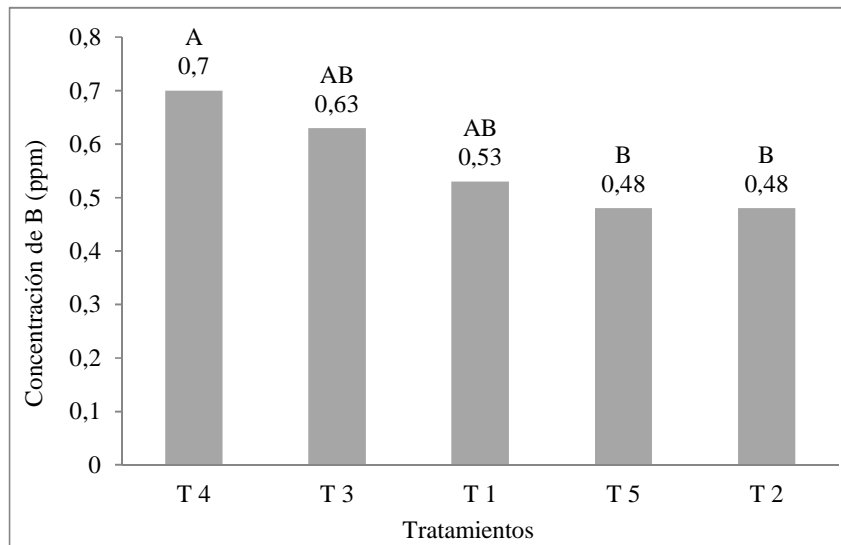


Figura 9. Concentración de B (ppm), edáfico (Sep. 2009) en los diferentes tratamientos, del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

En la comparación T_1 vs T_2 , T_3 , T_4 , T_5 no presentaron diferencias en el análisis de suelo realizado en septiembre de 2009, mientras en el análisis de suelo realizado al final del ensayo (Septiembre 2010) se observó diferencias significativas para los elementos S, K, y Zn. En las Figuras 10, 11 y 12 se muestran como el T_1 (24,3 ppm, 0,13 meq/100g y 0,78 ppm) presenta valores inferiores vs el resto de tratamientos (29,67 ppm, 0,22 meq/100g y 1,27 ppm) en los elementos S, K y Zn respectivamente. En ambos casos (al inicio y final del ensayo) los niveles de concentración son altos para el S y bajos para K y Zn.

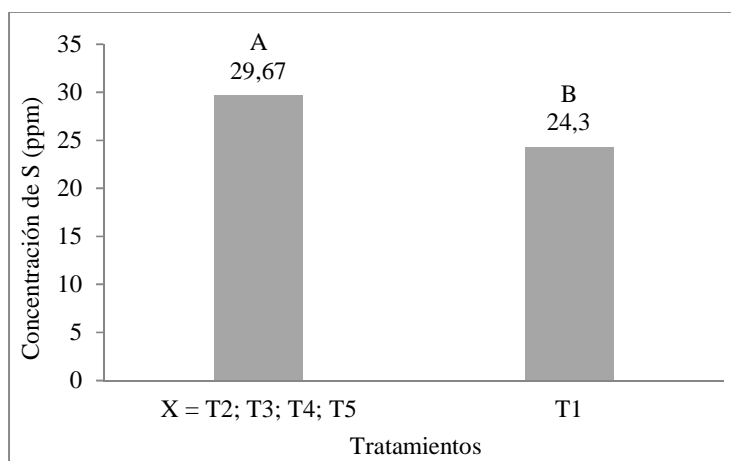


Figura 10. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T_1 vs. T_2 ; T_3 ; T_4 ; T_5), en la variable concentración de S (ppm) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010.

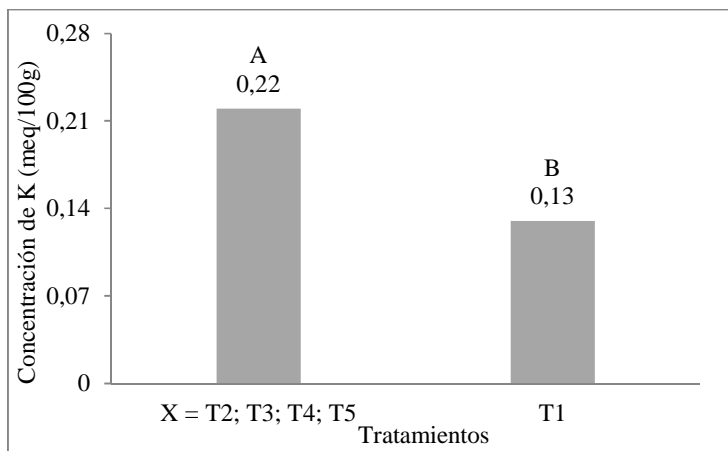


Figura 11. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T_1 vs. T_2 ; T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de K (meq/100g) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, segundo año de evaluación 2009-2010.

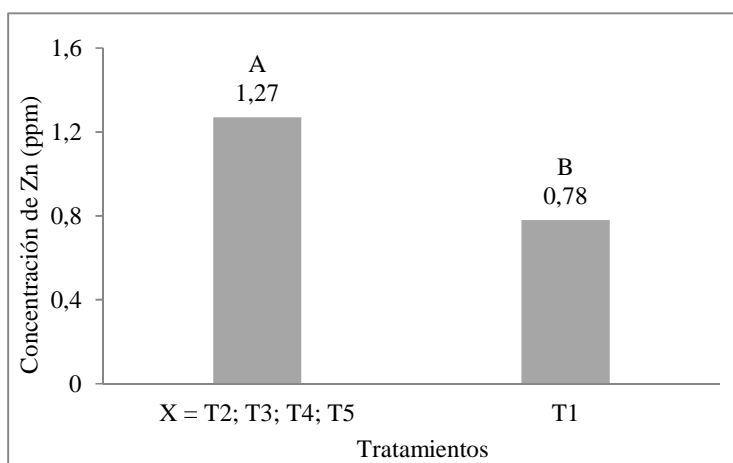


Figura 12. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T_1 vs. T_2 ; T_3 ; T_4 ; T_5), en la variable concentración de Zinc (ppm) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010.

En la comparación T_2 vs T_3 , T_4 , T_5 para el análisis químico del suelo inicial, (Septiembre 2009), presentaron diferencias significativas los elementos NH_4 y B. (Figuras 13 y 14). En la evaluación del análisis de suelos final (Septiembre 2010), se

observó diferencias altamente significativas para los elementos S, Mg y Ca y se observó diferencias estadísticas significativas para los elementos P, K, y Zn (Figuras 15, 16, 17, 18, 19, 20 respectivamente).

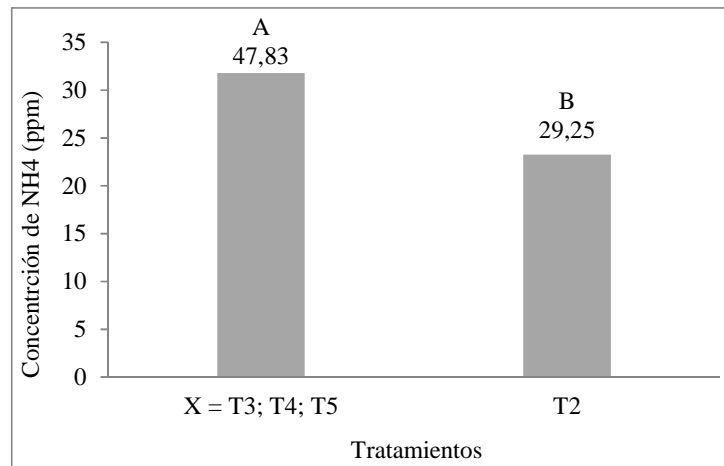


Figura 13. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de NH_4 (ppm) edáfico (sep. 2009), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010.

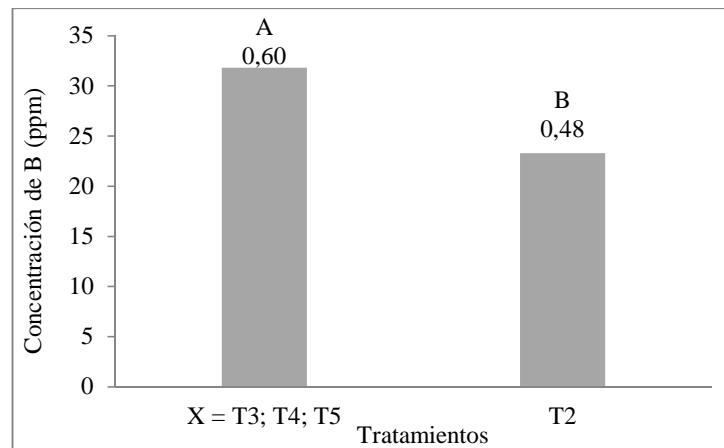


Figura 14. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de B (ppm) edáfico (sep. 2009), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 – 2010.

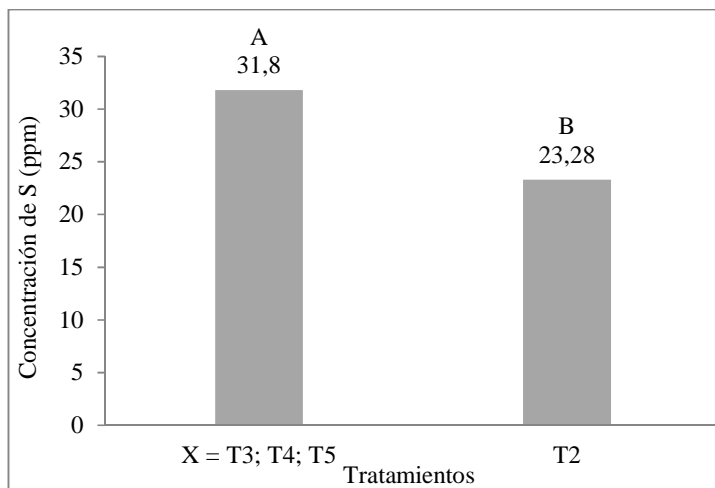


Figura 15. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de S (ppm) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

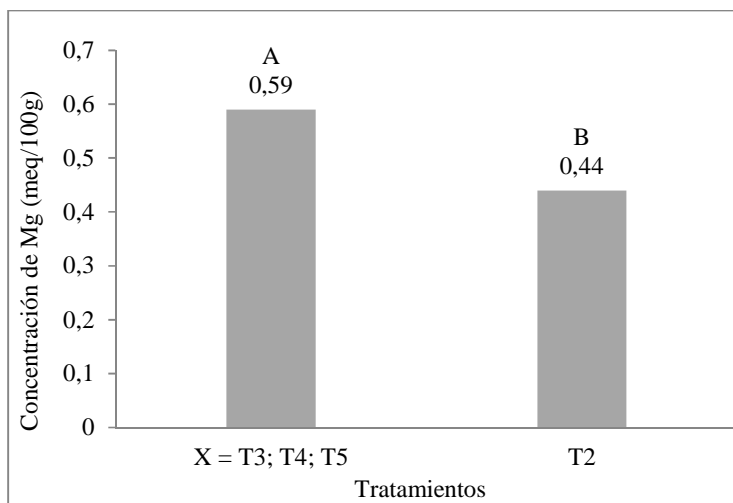


Figura 16. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de Mg (meq/100g) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010.

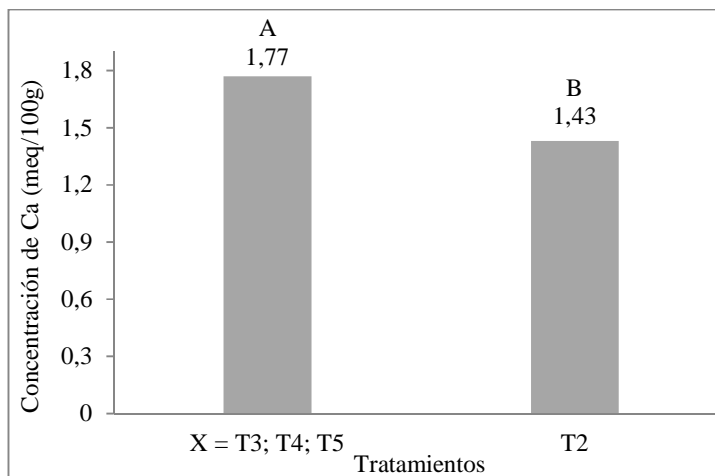


Figura 17. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de Ca (meq/100g) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 -2010.

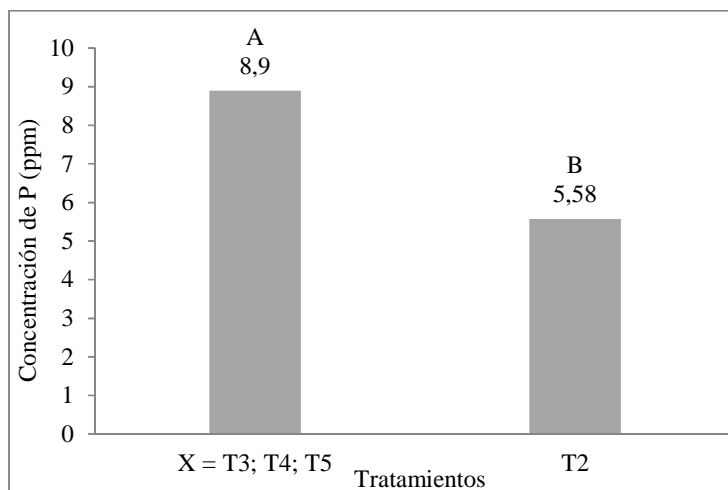


Figura 18. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de P (ppm) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

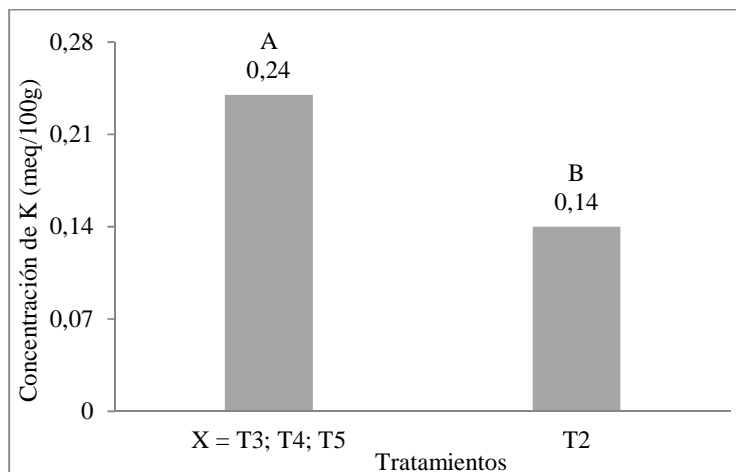


Figura 19. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de K (meq/100g) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

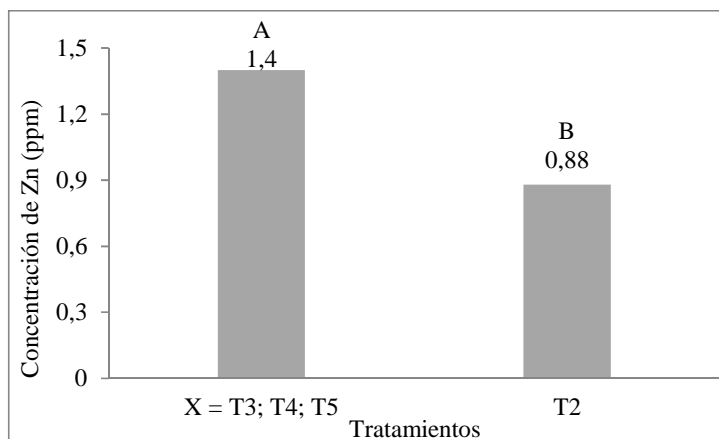


Figura 20. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la variable concentración de Zn (ppm) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

En la comparación ortogonal de T_3 vs T_4 , T_5 , en la evaluación del análisis de suelos de septiembre 2010, los elementos K y Mg presentaron diferencias estadísticas significativas. En las Figuras 21 y 22 se observa el promedio de los contenidos de los T_4 y T_5 de los elementos K (0,28 meq/100g) y Mg (0,63

meq/100g), siendo los T₄ y T₅ con mayores valores con respecto al T₃. En lo que respecta a la concentración de estos elementos empezaron ambos elementos con niveles bajos y culminaron en este segundo año de investigación con niveles medio y bajo respectivamente.

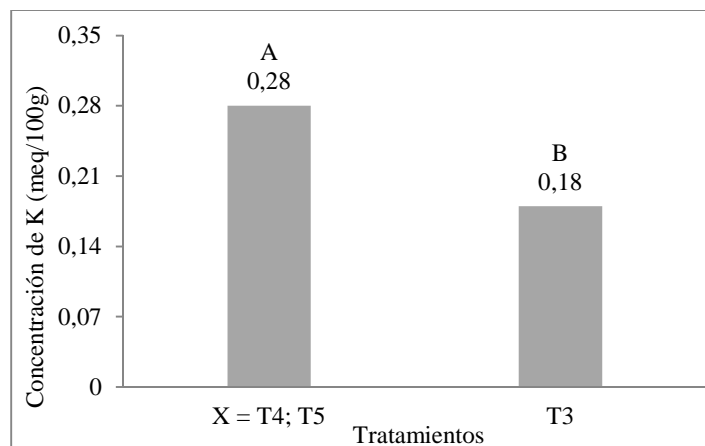


Figura 21. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T₃ vs. T₄; T₅), de la concentración de K (meq/100g), edáfico (sep. 2010), para evaluar MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

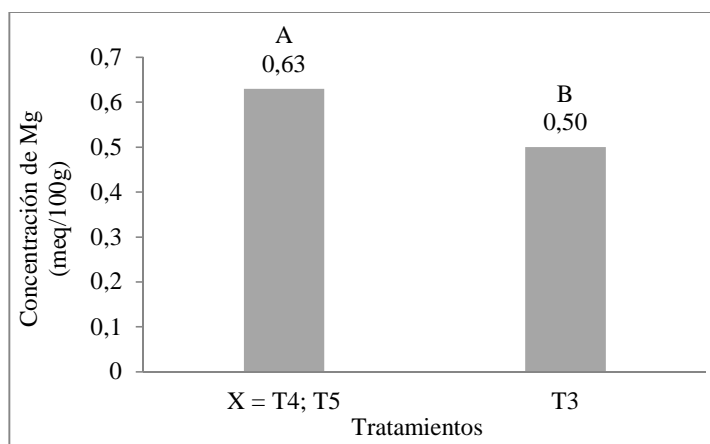


Figura 22. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T₃ vs. T₄; T₅), de la variable concentración de Mg (meq/100g) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

La comparación entre el tratamiento T₄ vs T₅, para la evaluación de análisis de suelo inicial (septiembre 2009), los elementos; P y B presentaron diferencias estadísticas significativas y altamente significativas respectivamente. Para la evaluación final (septiembre 2010), el Ca presentó diferencias estadísticas significativas, además se observó diferencias altamente significativas para el P y S.

El T₄ superó en contenido nutricional al T₅ (Figuras 23, 24, 26, y 27), excepto para la comparación del elemento Ca, donde ocurrió lo contrario (Figura 25).

La aplicación de fertilizantes de una manera balanceada permite mejorar la fertilidad del suelo, además como la palma es un cultivo perenne, los contenidos de nutrientes varían de un año a otro en relación con los cultivos anuales, tal como lo menciona (Nevárez, 2011), en el primer año de evaluación de este ensayo, concluye: que la disponibilidad de nutrientes en el suelo depende de la nutrición adecuada y balanceada que se realiza cada año. Hasta mantener el equilibrio de los nutrientes en el suelo es necesario realizar análisis de suelo año a año hasta encontrar la dosis ideal y el equilibrio nutricional entre el suelo y la planta. (INPOFOS, 2000), manifiesta que el nitrógeno aumenta el uso eficiente del agua y por ende incrementa el rendimiento; el fósforo ayuda al desarrollo radicular, mientras que el potasio contribuye a la resistencia de la planta al ataque de plagas y enfermedades y mejora la calidad del fruto.

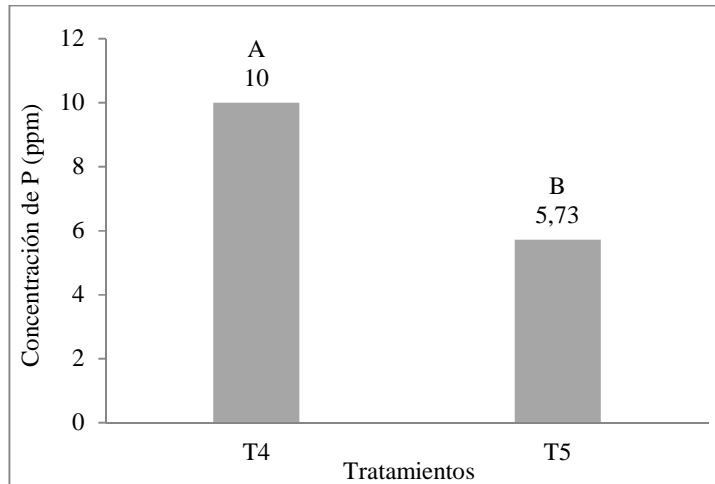


Figura 23. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T₄ vs. T₅), de la concentración de P (ppm) edáfico (sep. 2009), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

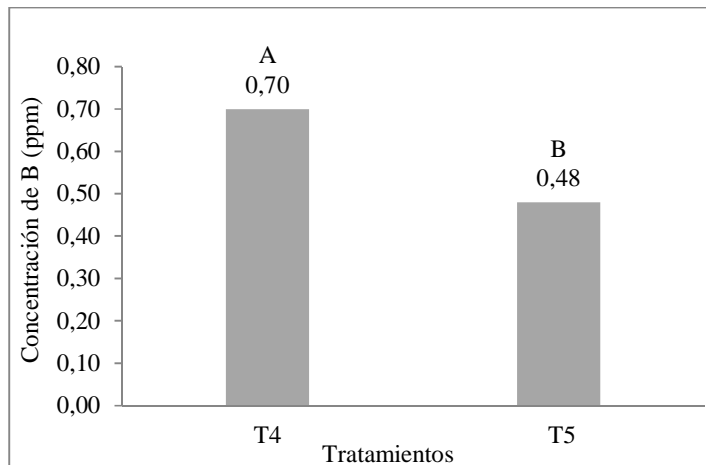


Figura 24. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T₄ vs. T₅), de la variable concentración de B (ppm) edáfico (sep. 2009), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

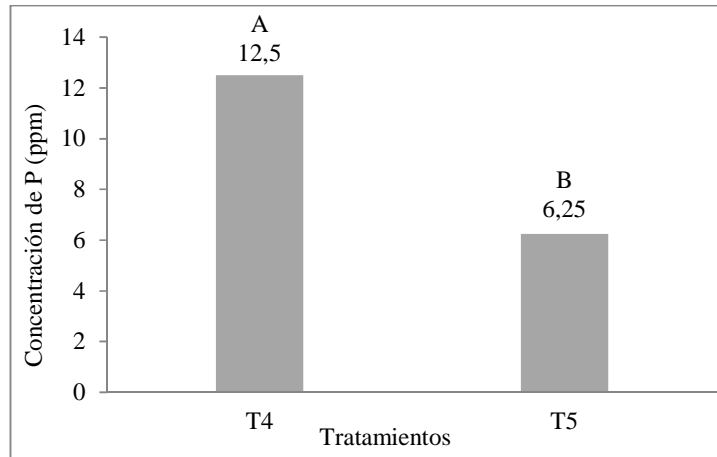


Figura 25. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T₄ vs. T₅), de la variable concentración de P (ppm) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

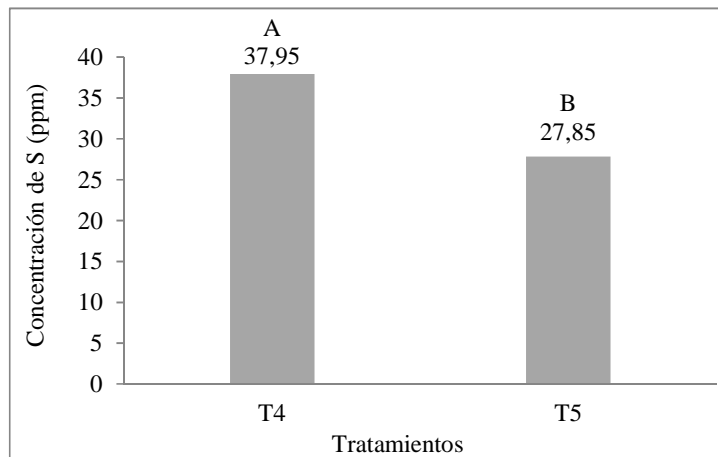


Figura 26. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T₄ vs. T₅), de la variable concentración de S (ppm) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

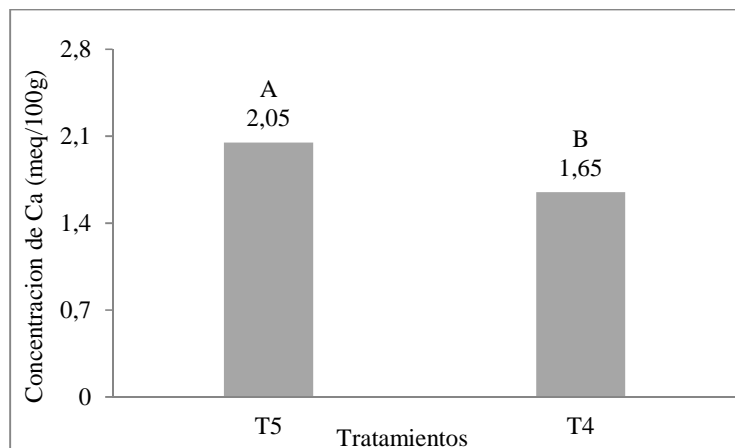


Grafico 27. Comparación de los contrastes entre los tratamientos (T₄ vs. T₅), de la variable concentración de Ca (meq/100g) edáfico (sep. 2010), del ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

4.2. ANÁLISIS DEL BALANCE 60:30:10 (Ca, Mg, K)

En el plan de fertilización para el segundo año de evaluación, mediante el balance de cationes realizado con los resultados del análisis químico inicial (Septiembre 2009), se dispuso la no aplicación del Ca en los tratamientos por presentar excesos en el suelo, lo contrario al elemento Mg, para el cual se utilizó como fuente comercial el sulfato de magnesio, en dosis de 2062 g/planta/año en los tratamientos 4 y 5, cuya dosis debió incrementarse ya que no hubo mayor diferencia para llegar al 30%, lo contrario del potasio, el cual, se fertilizó con cloruro de potasio, a razón de 740 g/planta/año.

El tratamiento que se acercó al balance 60:30:10 (Ca, Mg, K), fue el T4 (PR + CRS + FB), es decir, que el Ca en el año 2010 (Cuadro 8), se acercó al porcentaje propuesto, (64,80%), en el elemento magnesio hubo un ligero incremento con

respecto al año anterior (24,54% a 24,96%), y el K mostró un considerable incremento, llegando al óptimo requerido (de 4,92% a un 10,25%) determinando el mejor balance en los doce meses de evaluación con una relación 64,80: 24,96: 10,25, coincidiendo con (Bernal G. , 2010), quien menciona que es conocido que la palma aceitera es un cultivo que demanda grandes cantidades de nutrientes, y en cantidades balanceadas para lograr el crecimiento óptimo y rendimientos elevados.

Además (Fairhurst, 2009), afirma que, en cuanto al balance catiónico se refiere, existen antecedentes bien establecidos que han demostrado que la fertilización no balanceada de Ca, Mg, K, es un agente abiótico causal del amarillamiento y secamiento de la palma, que disminuye el área foliar con capacidad fotosintética, por lo que una óptima fertilización trasciende a través del tiempo y para la palma es importante para mantener alta producción de fruta y a la vez un buen estado fitosanitario.

En el T5 (PR + CRS + FB + Control de malezas con glifosato (CMG)), no existieron mayores cambios en las relaciones de bases, donde el análisis químico inicial (Septiembre 2009), se obtuvo una relación de 69,77: 22,24: 7,99 y el análisis químico (Septiembre 2010), dio una relación 69,76: 21,34: 8,91; siendo posible que las aplicaciones de herbicida (glifosato) en la corona pueda ocasionar algún, bloqueo, en la absorción de estas bases de intercambio o de otro mineral, ya que en la investigación ha sido la única variable que difiere del T4, hipótesis que podría ser validada en los siguientes años de evaluación del proyecto.

Cuadro 8. Balance de Ca: Mg: K, para los tratamientos 4 y 5, del ensayo sobre Mejores Práctica Agrícolas. La Concordia 2009 – 2010.

Trat.	Ca – Mg – K								
	Ca			Mg			K		
	2009	2010	Decremento.	2009	2010	Inc.	2009	2010	Inc.
T4	70,54%	64,80%	-5,74%	24,54%	24,96%	0,42%	4,92%	10,25%	5,33%
T5	69,77%	69,76%	-0,01%	22,24%	21,34%	-0,90%	7,99%	8,91%	0,92%

4.3. ANÁLISIS QUÍMICO FOLIAR (AQF)

De acuerdo a los ADEVAS para los análisis foliares (Cuadro 9), se observó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para los elementos N y Mn en el análisis efectuado en septiembre 2010. Para el elemento N (Figura 28), el T5 (PR + CRS + FB + CMG) presentó el mayor contenido de N en las hojas (2,07 %) y el T₂ (PR) presentó el menor contenido (1,75%), en ambos caso los niveles de concentración de N son bajo (Anexo 5). En el Mn (Figura 29), el T3 (PR + CRS) presentó mayor contenido (308 ppm), mientras que el T4 (PR+CRS+FB) presentó menor cantidad de Mn (221,03 ppm), siendo estos niveles de concentración altos.

Las plantas de palma africana que se utilizaron para realizar el ensayo de MPM tienen una edad promedio de 10 años, para lo cual varios investigadores reportan como nivel crítico el valor de 2.5% nitrógeno en la hoja 17 pero (Múnevar F. , 1998), propone 2.8 - 3.0% y (Ollagnier, 2005), reporta el valor de 2.7% para la hoja, es así que se suma el factor edad de la planta para determinar los contenidos nutricionales. Para la edad entre 6 – 12 años el nivel crítico es de 2,58%. (Owen,

2006). Valores que en todos los tratamientos se encuentran por debajo del nivel crítico tanto en el primer y segundo año de evaluación de esta investigación (anexo 4 y 5).

Cuadro 9. Resumen de los ADEVAS mostrando los CM y el nivel de significancia estadística, en la variable concentración foliar de nutrientes, en el ensayo sobre MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009- 2010.

	Cuadrados medios											
	N		Ca		Zn		Cu		Fe		Mn	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Repetición	0,02	0,01	0,01	0,03	0,17	0,06	0,88	0,18	0,34	0,17	10,01	1,8
Tratamiento	0,01 NS	0,01 *	0,01 NS	0,03 NS	0,14 NS	0,12 NS	0,07 NS	0,48 NS	0,55 NS	1,58 NS	4,21 NS	3,6*
t1 vs t2, t3, t4, t5	0,0045 NS	7,60E-05	0,01 NS	0,03 NS	0,09 NS	0,01 NS	0,01 NS	0,0011 NS	0,0011 NS	0,56 NS	0,0033 NS	0,04 NS
t2 vs t3, t4, t5	0,03 *	0,03 **	0,0027 NS	0,06 *	0,02 NS	0,1 NS	0,06 NS	0,45 NS	0,2 NS	1,09 NS	6,42 NS	0,00001 NS
t3 vs t4,t5	0,00016 NS	0,00051 NS	0,01 NS	0,02 NS	0,06 NS	0,04 NS	0,01 NS	0,01 NS	0,63 NS	0,45 NS	6,55 NS	9,51 **
t4 vs t5	0,02 NS	0,0039 NS	0,00095 NS	0,002 NS	0,38 NS	0,32 *	0,2 NS	1,44 *	1,35 NS	4,2 *	3,87 NS	4,84 *
Error	0,01	1,90E-03	0,01	0,01	0,14	0,06	0,09	0,22	0,86	0,85	2,53	0,75
Total												
CV%	5,56%	3,17%	9,17%	10,16%	8,11%	5,48%	12,25%	11,60%	9,83%	9,30%	2,52%	5,32%

Los elementos, fósforo, azufre, magnesio, potasio, y el boro, no presentaron diferencias estadísticas para ninguna fuente de variación por lo que se omitieron en el cuadro.

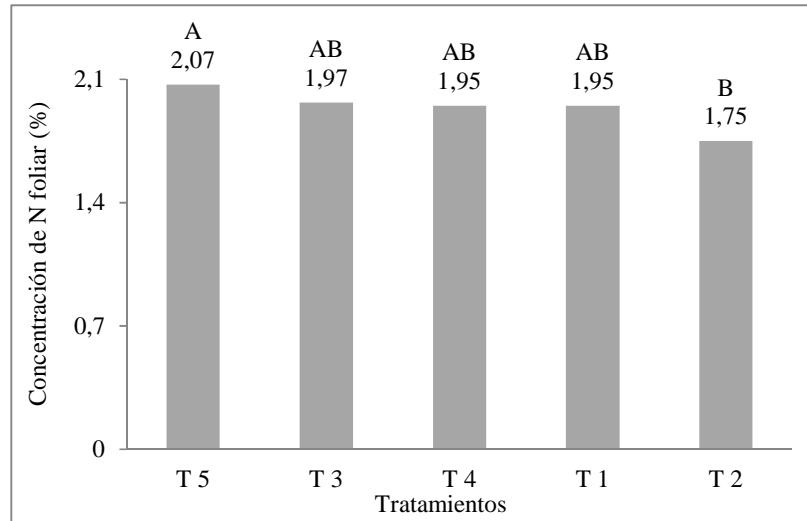


Figura 28. Concentración foliar de N (%) septiembre. 2010, en los diferentes tratamientos para evaluar las MPA en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

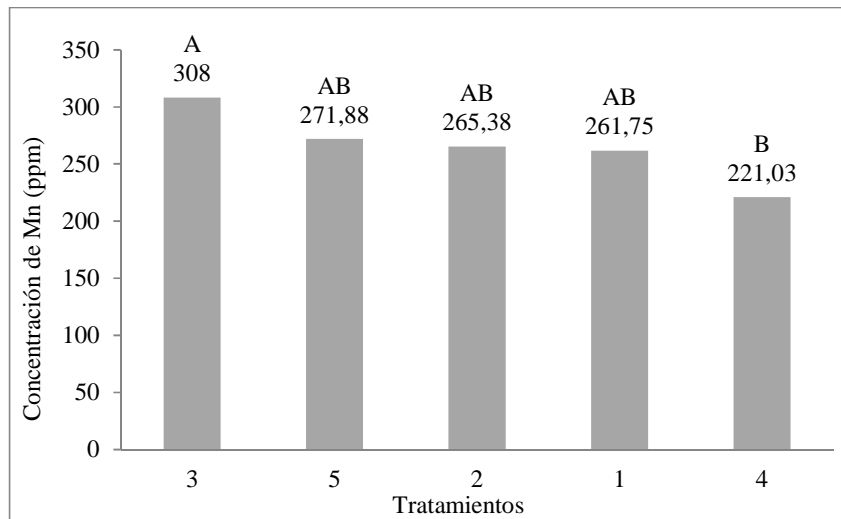


Figura 29. Concentración foliar de Mn (ppm) septiembre. 2010, en los diferentes tratamientos para evaluar las MPA en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

En la comparación T_1 vs T_2 , T_3 , T_4 , T_5 no presentaron diferencias estadísticas en el análisis foliar realizado en septiembre 2009 y 2010.

Para la comparación T_2 vs T_3 , T_4 , T_5 hubo diferencias estadísticas significativas para N en el análisis foliar del 2009 y para el año 2010 se observó diferencias estadísticas significativas para N y Ca (Cuadro 9). En la Figura 30, se observa que el T_2 presenta mayor contenido de N en el 2009 (2,04 %) que el promedio de los T_3 , T_4 y T_5 . Lo contrario se presentó en el 2010, donde el promedio del contenido de N de los T_3 , T_4 y T_5 (2,00 %) fue superior al T_2 (Figura 31), siendo estos niveles de concentración bajo. El mayor contenido de Ca se observó en el T_2 (1,32 %) que el promedio de los T_3 , T_4 y T_5 (Figura 32), siendo los niveles de concentración del Ca altos.

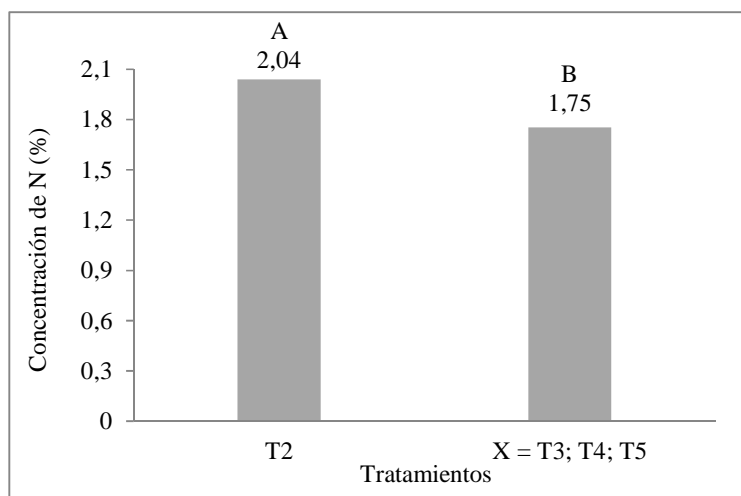


Figura 30. Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), en la variable concentración de N foliar (%), Sep. 2009, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

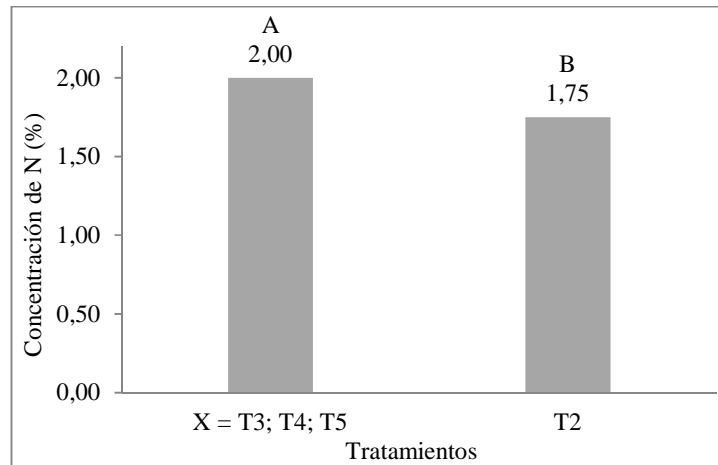


Figura 31. Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la concentración de N (%), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

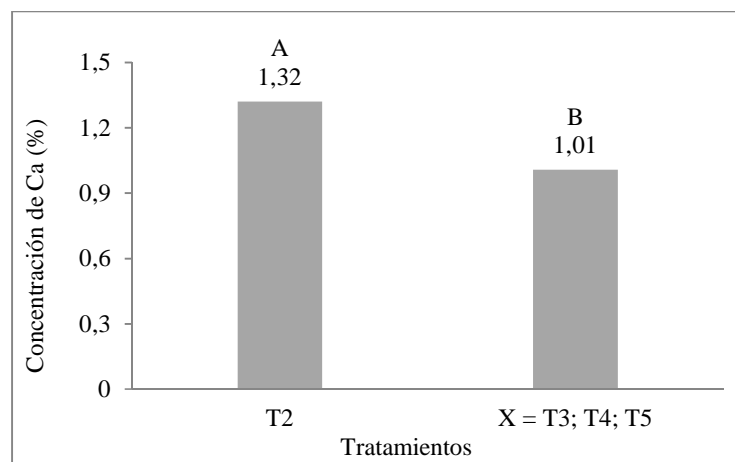


Figura 32. Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_2 vs. T_3 ; T_4 ; T_5), de la concentración de Ca (%), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

Para la comparación T_3 vs T_4, T_5 en el año 2010 presentó diferencias estadísticas significativa en el Mn, siendo el T_3 el tratamiento con mejor contenido (308,00 ppm de Mn) en relación al promedio de T_4 y T_5 (Figura 33), siendo en ambos casos los niveles de concentración bajo.

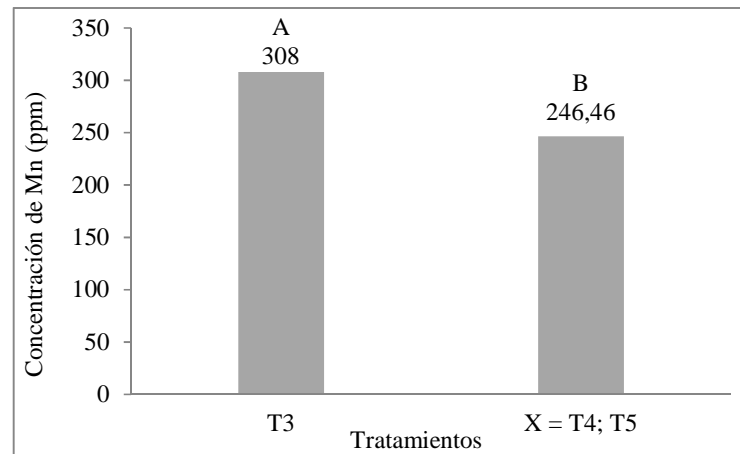


Figura 33. Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_3 vs $T_4; T_5$), de la concentración de Mn (ppm), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

En la comparación T_4 , vs T_5 existió diferencias estadísticas significativas para Zn, Cu, Fe y Mn en el análisis foliar realizado en el 2010. Debido a que los datos no se distribuyeron normalmente se efectuó una transformación de datos empleando raíz cuadrada. En las Figuras 34, 35, 36 y 37 se observa que el T_5 (PR+CRS+FB+CMG), presenta mayor contenido de Zn, Cu, Fe, y Mn (20,63, 20,78, 122,48 y 271,88 ppm) respectivamente. Los niveles de concentración fueron altos, altos, alto y alto para el Zn, Cu, Fe, y Mn respectivamente.

En el primer y segundo año de evaluación de las BPM en el cultivo de la palma se observó que en todos los tratamientos las bases intercambiables en las hojas se encontraron por debajo (K y Mg) y arriba (Ca) del nivel deseado (anexos 4 y 5), a pesar de las fertilizaciones edáficas balanceadas realizadas al suelo por dos años. (Jacobs, 2001), consideran que existe la siguiente relación entre ellos: El contenido de potasio es entre 1,7 – 1,9% y corresponde al 67 - 70% de la suma de K + Ca + Mg.

El contenido de calcio es entre 0,55 – 0,65% y corresponde al 19 - 24% de la suma de K + Ca + Mg. El contenido de Mg es 0,25 – 0,35% y corresponde al 10 - 13% de la suma de K + Ca + Mg. esto se debe a que los elementos en el tejido foliar, fluctúan dentro de cada año y entre años y la planta responde a los niveles que se presentan durante todo un periodo, lo que se concuerda con (Duran & Chinchilla, 1997), quienes manifiestan que los niveles críticos no pueden establecerse con certeza para muchos de los elementos. Además, los niveles también varían con la edad de la planta, y el material genético. Debido a estos factores, los resultados deben interpretarse con cautela, con un determinado historial, y no solo por comparación con los niveles críticos, el análisis foliar provee buena información acerca de los desbalances nutricionales pero siempre será muy difícil y aun peligroso el calcular dosis de fertilizantes con algún grado de precisión basándose solamente en los análisis foliares.

(Owen, 2006), menciona sobre una correlación entre el nitrógeno y el calcio donde: A mayor concentración de nitrógeno en la hoja habrá menor concentración de

calcio, lo contrario se dio en la investigación de MPA encontramos mayor contenido de Ca, y menor contenido de N.

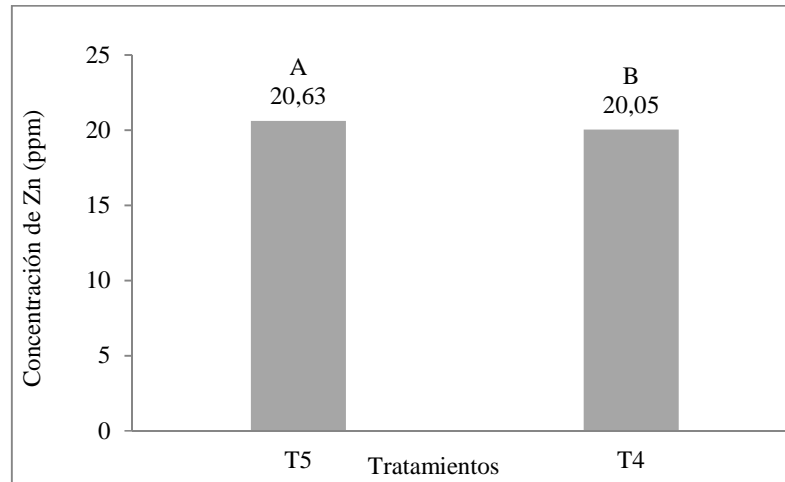


Figura 34. Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_4 vs T_5), de la concentración de Zn (ppm), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010.

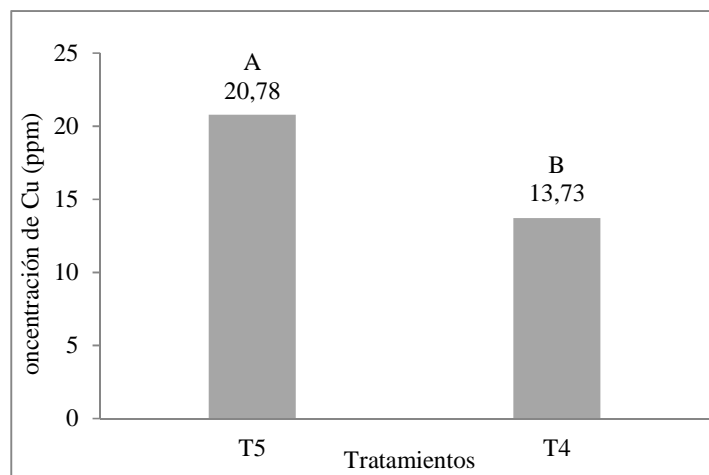


Figura 35. Comparación ortogonal entre los tratamientos (T_4 vs T_5), de la concentración de Cu (ppm), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

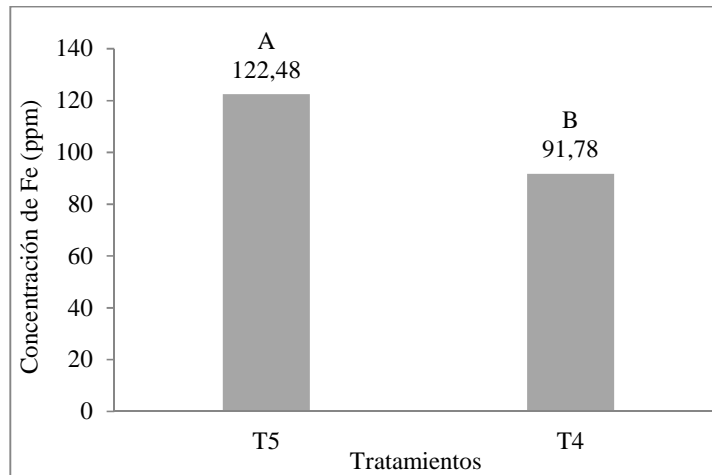


Figura 36. Comparación ortogonal entre los tratamientos (T₄ vs T₅), de la concentración de Fe (ppm), del Análisis Foliar. En el ensayo. Sep. 2010), en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia 2009 - 2010.

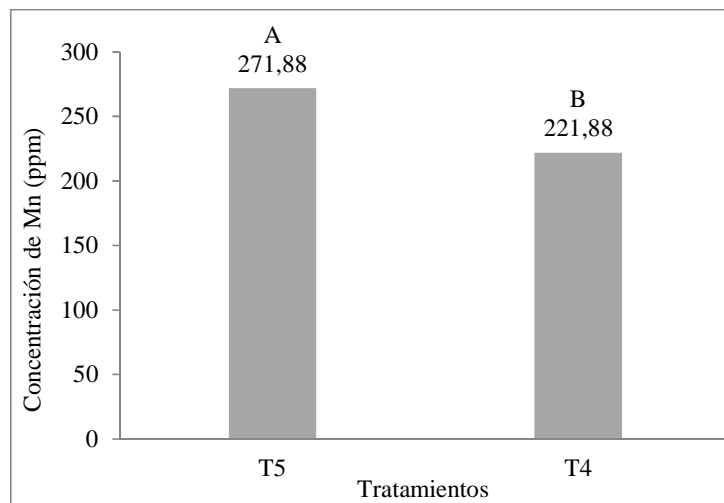


Figura 37. Comparación ortogonal entre los tratamientos (T₄ vs T₅), de la concentración de Mn (ppm), del Análisis Foliar. Sep. 2010, en ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia, 2009 - 2010.

4.4. PRODUCCIÓN DE FRUTA FRESCA

De acuerdo al ADEVA para la variable producción de fruta fresca (Cuadro 10), no existen diferencias entre los tratamientos en estudio incluyendo las comparaciones ortogonales. El Coeficiente de variación luego de la transformación de datos a raíz cuadrada fue de 20,16 % .

Lo que se concuerda con (Sanchez, 2012), quien menciona que existen diferentes técnicas estadísticas específicas para cada necesidad, más aún cuando es común aplicar la mejor distribución normal que se presente.

Cuadro 10. Cuadrado medio y nivel de significancia, para la variable Producción de Fruta Fresca $t\ ha^{-1}$ en el ensayo sobre MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009- 2010.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	
Bloques	3	0,97	
Tratamientos	4	0,31	NS
t1 vs t2, t3, t4, t5	1	0,7	NS
t2 vs t3, t4, t5	1	0,38	NS
t3 vs t4,t5	1	0,07	NS
t4 vs t5	1	0,12	NS
Error	12	0,48	
Total	19	0,31	
CV %	20,16%		

4.5. PORCENTAJE DE MATERIA SECA RADICULAR

El análisis de varianza para la variable Porcentaje de Materia Seca Radicular (Cuadro 11), no se observó diferencias estadísticas entre los tratamientos y

comparaciones ortogonales. El coeficiente de variación fue 7,01%, valor que nos da confiabilidad en los resultados.

Conocer la distribución y la dinámica de crecimiento del sistema radical de la palma de aceite con respecto a su edad es de gran importancia para una adecuada ejecución de prácticas agronómicas, tales como: Sistemas de ubicación y dosificación de fertilizantes; vigilancia, cuantificación de daños y control de plagas rizófagas y obtención de una mayor eficiencia en tratamientos con fungicidas e insecticidas por medio de la absorción radicular. (Nevárez, 2011), menciona que encontró diferencias estadísticas significativas en el primer año de evaluación, atribuyendo esta diferencia a las diferentes MPA empleadas en cada tratamiento, contrariamente sucedió en el segundo año donde no se observa diferencias estadísticas.

Al existir escasa información de Investigaciones sobre los efectos de las prácticas agrícolas sobre la dinámica del sistema radical de la palma aceitera, no se puede discutir ya que la mayoría de los estudios se han enfocado en la descripción de la distribución espacial de las raíces (Albertazzi, Chinchilla, & Ramirez, 2005), algunos de estos estudios han mostrado el efecto positivo del riego, la nutrición equilibrada y las prácticas de labranza, sobre el desarrollo saludable del sistema radical y la parte aérea de la planta.

Cuadro 11. Cuadrados medios y nivel de significancia, para la variable Porcentaje de Materia Seca Radicular en el ensayo de MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia. 2009 - 2010.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	
Bloques	3	29,3	
Tratamientos	4	4,93	NS
t1 vs t2, t3, t4, t5		1,06	NS
t2 vs t3, t4, t5	1	15,61	NS
t3 vs t4,t5	1	1,62	NS
t4 vs t5	1	1,44	NS
Error	12	10,35	
Total	19		
CV %	7,01		

4.6. PORCENTAJE DE MATERIA SECA FOLIAR

De acuerdo con el ADEVA para la variable porcentaje de materia seca foliar (Cuadro 12), demuestra que no existen diferencias estadísticas entre tratamientos, así como para las comparaciones ortogonales. El coeficiente de variación fue de 5,07 %, lo que brinda confiabilidad en los resultados.

Estos resultados concuerdan con (Múnevar F. , 1998), quien menciona que de acuerdo a investigaciones realizadas donde involucran desarrollos vegetativos en años iniciales de investigación de la palma, no se encuentran diferencias estadísticas significativas para el porcentaje de materia seca en foliolos entre tratamientos.

(Corley & Tinker, 2009), afirman que la materia seca vegetativa por palma, a una determinada edad es más o menos constante, una vez que se han satisfecho los requerimientos nutricionales de la planta.

Cuadro 12. Cuadrados medios y nivel de significancia, para la variable Porcentaje de Materia Seca Foliar en el ensayo MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009 - 2010.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	
Bloque	3	4,08	
Tratamientos	4	3,74	NS
t1 vs t2, t3, t4, t5		1	9,71 NS
t2 vs t3, t4, t5		1	1,48 NS
t3 vs t4,t5		1	3,67 NS
t4 vs t5		1	0,09 NS
Error	12	5,65	
Total	19		
CV %	5,07		

4.7. MICORRIZAS

4.7.1. Densidad de Endófito

En el Cuadro 13 se presenta el ADEVA para esta variable, donde se observó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. En las comparaciones T₁ vs T₂, T₃, T₄ y T₅; T₃ vs. T₄ y T₅, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas. El coeficiente de variación es de 20,16%, valor que nos da confiabilidad en los resultados. Se realizó la transformación de los datos originales mediante raíz cuadrada. En la Figura 38 se muestra que el T₃ (PR+CRS), presentó la mayor densidad del endófito (11,31%) y el T₁ (testigo) se observó la menor densidad del endófito (3,92%).

En la comparación T₁ vs T₂, T₃, T₄ y T₅, estos últimos mostraron mayor densidad de micorrizas (8,23 %), tal como se muestra en la Figura 39, en cambio en

la comparación T₃ vs. T₄ y T₅ (Figura 40), el primero obtuvo mayor densidad (11,31%), lo que demuestra que la presencia de materia orgánica es constante en el suelo debido a las podas regulares y cosechas en rondas semanales que influyen positivamente en la población de micorrizas del suelo. la densidad del endófito está influenciado por la fertilización y el control químico del suelo en conjunto y no por separado como lo indica (Morales, 2003), afirma también que las micorrizas están sujetas a distintas condiciones y factores externos que intervienen en su desarrollo y agresividad donde la población de esporas es mayor en sitios con historial de menor aplicación de fertilizantes, además afirman que la fertilización química (ej. Nitrógeno y fósforo) tiene un efecto negativo considerable en la población; los segundos investigadores mencionan que la aplicación de glifosato tiene un efecto nocivo en el hongo micorriza arbuscular vesicular *Glomus intraradices* en raíces.

(Bravo, 2005), afirman que la interferencia de glifosato afecta las relaciones entre hongos micorrizas, nutrientes y plantas, lo que no se demuestra en los resultados obtenidos en este segundo año de evaluación, esperando observar cómo se comporta esta variable en los años siguientes para tener una mejor visión del comportamiento de los tratamientos en esta variable.

Cuadro 13. Cuadrados medios y el nivel de significancia, para la variable densidad del endófito en el ensayo de MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia. 2009 - 2010.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	
Repeticiones	3	0,17	
Tratamientos	4	0,11	*
t1 vs t2, t3, t4, t5	1	0,21	**
t2 vs t3, t4, t5	1	2,40E-05	NS
t3 vs t4,t5	1	0,21	**
t4 vs t5	1	0,03	NS
Error	12	0,03	
Total	19		
CV %	20,06		

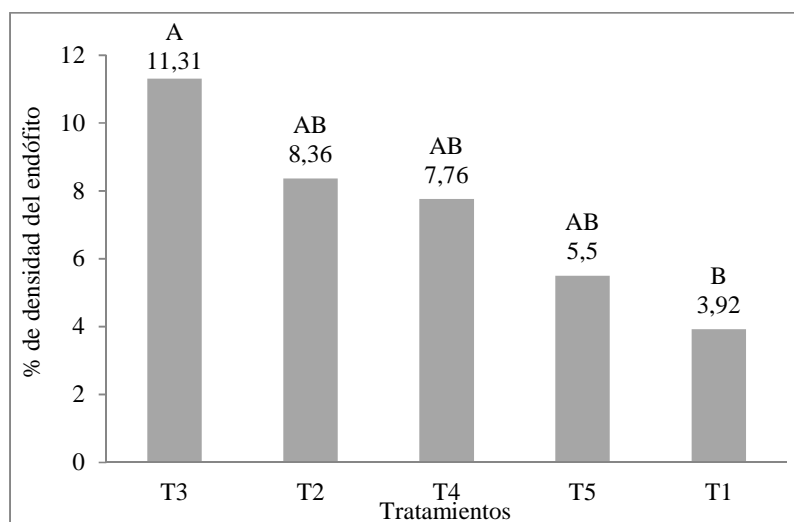


Figura 38. Densidad del Endófito (%) en los diferentes tratamientos para evaluar las MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, segundo año de evaluación (2009 – 2010).

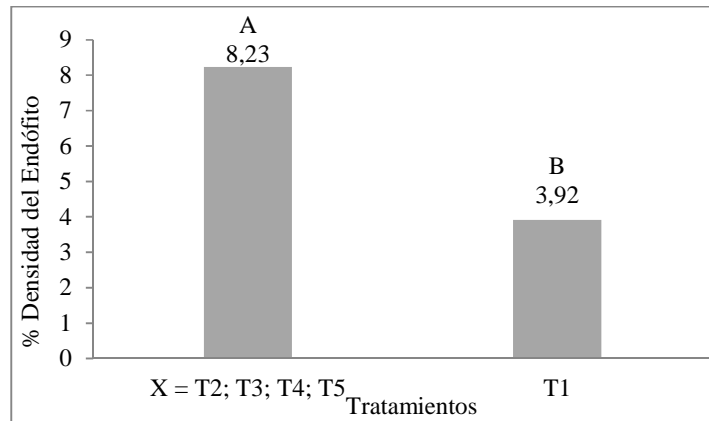


Figura 39. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_1 vs. T_2 ; T_3 ; T_4 ; T_5), de la Densidad del Endófito (%) en los diferentes tratamientos, para evaluar las MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, segundo año de evaluación 2009; 2010.

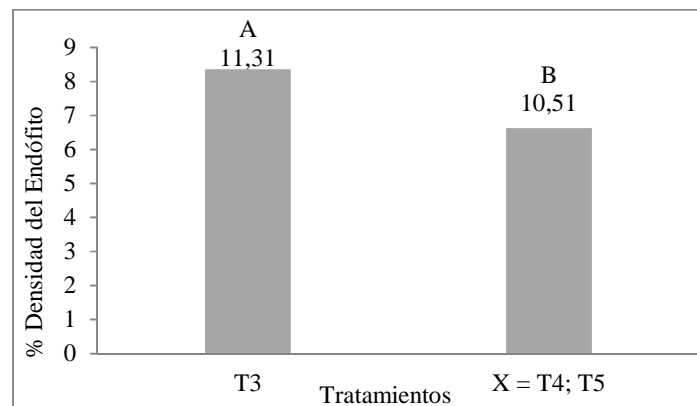


Figura 40. Comparación de los contrastes de entre los tratamientos (T_3 vs. T_4 ; T_5), de la Densidad del Endófito (%) en los diferentes tratamientos, para evaluar las MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, segundo año de evaluación 2009; 2010.

4.7.2 Porcentaje de Colonización Micorrízica

En el ADEVA para la variable colonización micorrízica (Cuadro 14), no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos ni en las comparaciones

ortogonales. El Coeficiente de Variación fue de 20,1%, valor que da confiabilidad a los resultados.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por (Maldonado, 2008), quien en una investigación realizada sobre micorrizas en palma aceitera donde involucró dos factores de estudio, material genético y zonas de cultivo de la palma aceitera, afirma no encontrar diferencias estadísticas significativas, para ningún factor estudiado, además que para la zona palmera de Santo Domingo se observó la mayor tasa de colonización micorrízica, superando zonas como la Concordia, Quevedo y San Lorenzo.

Cuadro N° 14. Cuadrados medios y nivel de significancia, para la variable porcentaje de colonización micorrízica en el ensayo de MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia. 2009 - 2010.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	
Repeticiones	3	81,56	
Tratamientos	4	192,93	NS
t1 vs t2, t3, t4, t5	1	433,85	NS
t2 vs t3, t4, t5	1	1,61	NS
t3 vs t4,t5	1	294,07	NS
t4 vs t5	1	42,18	NS
Error	12	140,75	
Total	19		
CV %	20,1		

4.8. ÁREA FOLIAR

En el ADEVA para el área foliar de la palma aceitera (Cuadro 15), no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos y comparaciones ortogonales. El coeficiente de variación fue de 11,07% el cual da confiabilidad a los resultados obtenidos.

Estos resultados concuerdan con (Cevallos, 2008), quien en investigaciones similares afirma que la variable área foliar no presenta diferencias estadísticas, en una investigación de tres años la cual interactúa como factor de estudio, el riego y déficit de riego, la conclusión de los resultados determinan que el incremento del área foliar está determinado por la edad. Contrariamente opina (León, 1998), quien menciona que fertilizaciones balanceadas tanto de elementos primarios, bases de intercambio y micro-elementos, es ideal para una mayor área foliar así mismo el manejo integral (buen manejo agronómico del cultivo y del suelo) para mantener un balance productivo entre nutrición y área foliar y producción.

Cuadro 15. Cuadrados medios y el nivel de significancia, para el Área Foliar en el ensayo de MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009 - 2010.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	
Repeticiones	3	2883,78	
Tratamientos	4	942,63	NS
t1 vs t2, t3, t4, t5	1	870,21	NS
t2 vs t3, t4, t5	1	72,59	NS
t3 vs t4,t5	1	1030,71	NS
t4 vs t5	1	1797	NS
Error	12	829,23	
Total	19		
CV %	11,07		

4.9. ANÁLISIS COMBINADO

Para el análisis combinado, se tomó la información del primer y segundo año del ensayo MPM del cultivo de palma africana, (evaluación uno y dos respectivamente). Del análisis de varianza combinado (Cuadro 12), se observó que para la variable Densidad endófito existen diferencias estadísticas significativas entre

tratamientos y la interacción año por tratamientos (AxT) y diferencias estadísticas altamente significativas para años de evaluación. Para la variable área foliar y porcentaje de materia seca radical se observó diferencias estadísticas significativas para años de evaluación. Para el resto de variables no hubo significancia estadística alguna.

En la Figura 41, se observa la mayor densidad de endófito en los tratamientos T₃ (PR+CRS) y T₄ (PR+CRS+FB) con valores de 6,76 y 6,68 % respectivamente, la menor densidad fue para T₁ (testigo) con 3,65%. Para la interacción AxT se observó que en el segundo año de evaluación el T₃ (PR+CRS) presentó una mayor densidad del endófito (11,31 %) y el mismo tratamiento en el primer año de evaluación presentó el valor más bajo (2,21 %) (Figura 42). En el factor Años (Figura 43), el periodo 2009 – 2010 presentó la mayor densidad endófito (7,37%) y el periodo 2008 – 2009 la menor densidad (3,8%).

Los endófitos realizan varias funciones en el suelo, ya que incrementan su potencial agro productivo y sus posibilidades de sostén y mantenimiento de las diferentes especies vegetales, es a que hongos micorrizógenos arbusculares (HMA), presentes en cerca del 80 % de los cultivos agrícolas, constituyen uno de los biofertilizantes que deben ser considerados en el diseño de sistemas agrícolas sostenibles pues, además de ser componentes inseparables de los agro-ecosistemas donde tienen diferentes funciones en su asociación con las plantas, pueden constituir sustitutos biológicos de los fertilizantes minerales, (Bernal G. , 2010)

El mismo autor (2010), afirma que los microorganismos del suelo desempeñan importantes funciones en diferentes procesos del suelo; así por ejemplo, eficiencia del ciclo del nutriente, en la capacidad de intercambio catiónico, en las reservas de N, S, P, en la acidez, toxicidad, en el régimen de humedad etc.

Sin embargo, es importante señalar que los bajos porcentajes de la colonización y que la intensidad de infección micorrízica está muy disminuida respecto al máximo teórico de 47.50%, que según (Bernal, G & Morales, R. 2006), las presentan altas simbiosis efectiva con las plantas, ejerciendo una beneficiosa acción biofertilizante al facilitar a las raíces la absorción de nutrientes (ej: fósforo, nitrógeno, etc.) que por sí solas muchas veces son incapaces de hacerlo.

Para el Área Foliar el factor años de evaluación (Figura 44), en el primer año de evaluación (periodo 2009-2010), se observó una mayor área foliar (260,17 m²) en los promedios de tratamientos evaluados con respecto al segundo año de evaluación (196 m²). Esta reducción del área foliar se debe a al exceso de N que existe en el suelo en todos los tratamientos, corroborando con (Werkhoven, 1996), quien menciona que contenidos altos de nitrógeno reduce la formación de inflorescencias femeninas y causa el disturbio fisiológico mal de juventud y hoja pequeña.

Para el porcentaje de materia seca radical (Figura 45), fue mayor en el periodo 2008 – 2009 con 48,21% y el menor porcentaje fue para el periodo 2009 – 2010 (45,87%). Esta deficiencia de materia seca radical se al desbalance nutricional

encontrado en el suelo como son los niveles altos de N, S Cu, Fe y B, afectando no solo el rendimiento sino el contenido de materia seca de la palma.

Cuadro 16. Cuadrados medios y nivel de significancia del análisis combinado de las diferentes variables en los dos primeros años de investigación del ensayo de MPA en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia 2009 - 2010.

F.V.	Gl.	% de Materia Seca Radical	% Materia Seca Hojas	% Colonización	Densidad Endófito	Área Foliar	Rendimiento (t/ha)
Años	1	0,29 *	9.9e-7 NS	2,38 NS	5,54 **	51,82 *	0,3 NS
Rep./Año	6	0,16 NS	0,04 NS	0,45 NS	1,03 NS	7,5 NS	0,66 NS
Tratamientos	4	0,01 NS	0,01 NS	1,6 NS	0,52 *	0,14 NS	0,63 NS
Años*Trat.	4	0,04 NS	0,02 NS	0,57 NS	0,96 *	1,22 NS	0,25 NS
Error	24	0,06	0,02	0,76	0,18	3,22	0,43
Total	39						
CV%		3,6	2,05	11,80	19,16	12,00	19,45

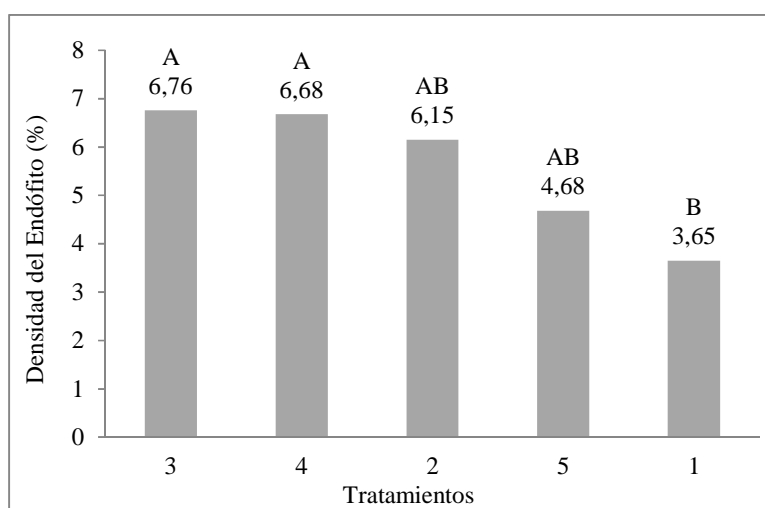


Figura 41. Análisis Combinado en la variable Densidad del Endófito (%) en el ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia. 2009 – 2010.

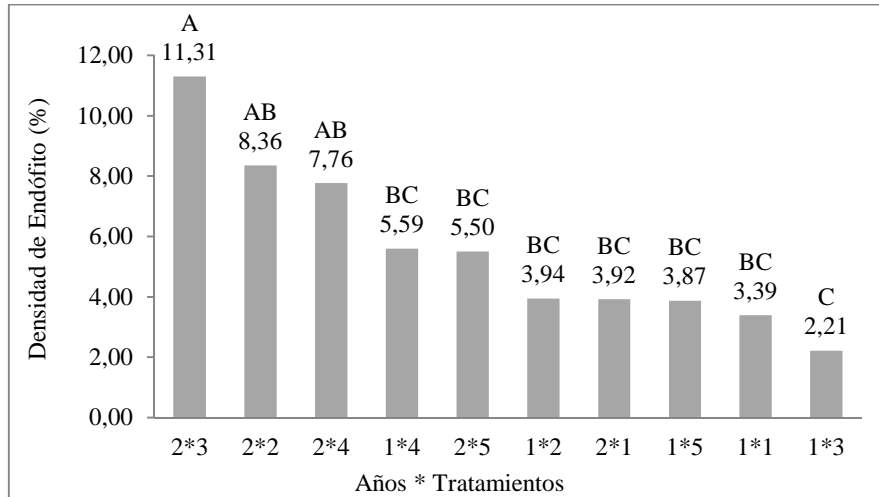


Figura 42. Análisis Combinado en la interacción Años x Tratamientos de la variable Densidad del Endófito (%) en el ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia. 2009 – 2010).

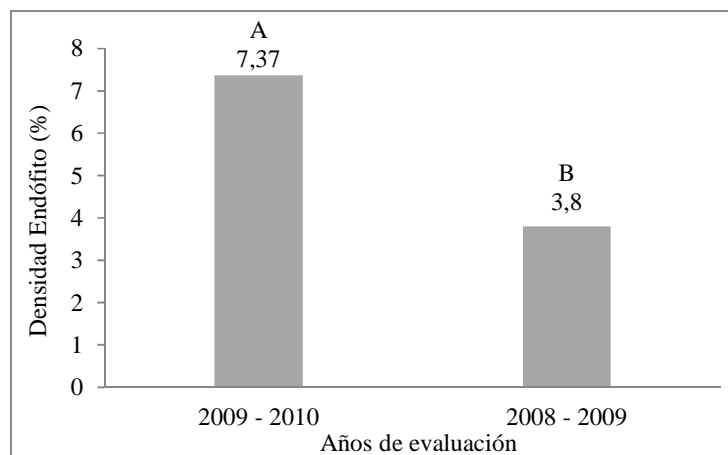


Figura 43. Análisis Combinado para Años de evaluación de la variable Densidad de Endófito (%), en el ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia. 2009 – 2010.

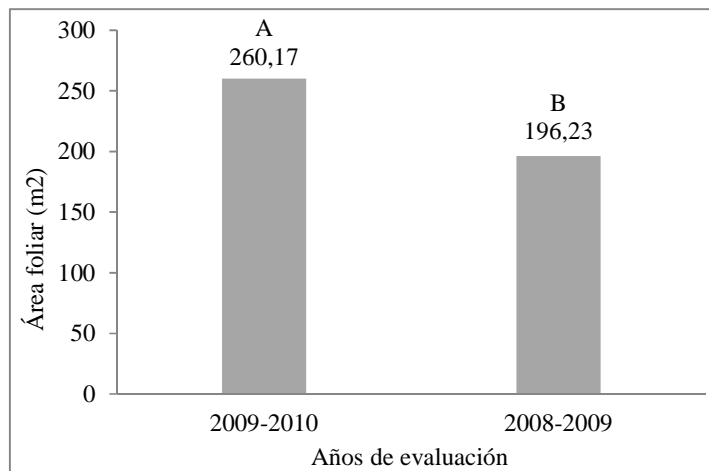


Figura 44. Análisis Combinado para Años de evaluación de la variable Área Foliar (m²), en el ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia. 2009 – 2010.

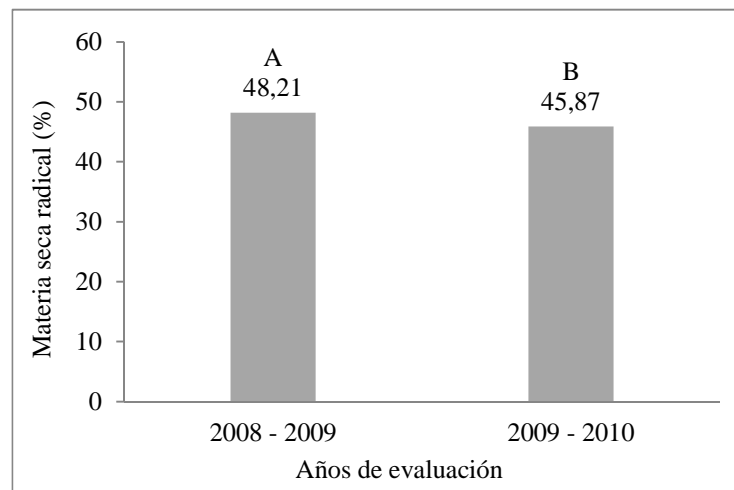


Figura 45. Análisis Combinado para Años de evaluación de la variable % de MS radical (%), en el ensayo sobre MPA, en el cultivo de Palma Aceitera, La Concordia. 2009 – 2010.

4.10. ANALISIS ECONÓMICO

En el análisis económico (anexo 6) se puede observar que los tratamientos T₂ (PR), T₃ (PR+CRS) y T₅ (PR + CRS + FB+ CMG) se muestran como las mejores alternativas económicas, con tasas de retorno marginal de 141,17, 162,25y 150,64 % respectivamente (Cuadro 17). Nevárez, (2011) en el primer año de evaluación del proyecto de investigación, también determinó al tratamiento T₃ (PR+CRS) con la mejor TRM del 153 %.

Cuadro 17. Tasa de retorno marginal de los tratamientos no dominados para evaluar las MPA, en el cultivo de Palma Aceitera. La Concordia. 2009 – 2010.

Tratamiento	C. Variables	Beneficio neto	% TRM
T1	846,63	261,72	
T2	880,71	362,63	141,17
T3	906,91	564,59	162,25
T5	1124,46	569,49	150,64

TRM = tasa de retorno marginal

4.11. DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Con el fin de difundir los resultados obtenidos de la evaluación de mejores prácticas agrícolas, se dictó un día de campo en la hacienda Luciana ubicada en el cantón Quevedo km 23 vía a Ventanas, de propiedad del Ing. Otto López Chiang realizado el 15 de diciembre del 2013, donde los participantes (estudiantes y empleados de la finca) recibieron material didáctico compuesto principalmente de un tríptico informativo (anexo 8 a y b).

VI. CONCLUSIONES

En lo referente al análisis químico del suelo, los resultados estadísticos mostraron incremento en los niveles de P, S, Ca, Mg, K y Zn en el año 2010, prevaleciendo los tratamientos T4 y T5, ambos incluyeron la fertilización balanceada. En las comparaciones ortogonales los tratamientos que incluyeron las MPM fueron superiores al resto en el año 2010.

En los análisis foliares solamente el N y el Mn en el año 2010 resultaron estadísticamente superiores al resto de nutrientes, entre tratamientos las diferencias no fueron muy claras, aunque las tendencias se inclinaron hacia aquellos donde se aplicaron las MPM. Las concentraciones de Zn, Cu, Fe y Mn fueron superiores en el tratamiento T5 (PR + CRS + FB+ CMG) en relación al T4 (PR + CRS + FB) en el año 2010.

El tratamiento T4 (poda regular + cosecha rondas semanales + fertilización balanceada) mejoró favorablemente el balance catiónico Ca:Mg:K, al final del ensayo alcanzó una relación de 65:25:10, cercana a la óptima de 60:30:10.

A pesar de no haberse encontrado diferencias estadísticas para el peso de fruta fresca, la tendencia de los promedios en los dos primeros años de evaluación, indican que las MPA, (Podas Regulares (PR) + Cosechas en rondas semanales (CRS) + Fertilización balanceada (FB)+ Control de malezas con glifosato (CMG)), contribuyen a incrementar la producción de fruta fresca por hectárea.

Las mejores prácticas agrícolas no tuvieron mayor incidencia sobre las variables agronómicas: porcentaje de materia seca foliar, porcentaje de materia seca radicular y área foliar.

El tratamiento T₃ (PR+CRS), presentó mayor densidad del endófito (micorrizas), es factible que la incorporación de material vegetativo que se obtiene de chapas y podas consecutivas convierta al suelo de la corona un lugar de constante incorporación de materia orgánica, creando un ambiente estable y favorable para el desarrollo micorrícico, sin el efecto nocivo de fertilizantes o herbicidas como pudo ocurrir en los tratamientos T4 (PR + CRS + FB) y T5 (PR) + CRS + FB+ CMG).

En el porcentaje de colonización micorrícica, ningún tratamiento presentó diferencias estadísticas.

El análisis combinado de los períodos de investigación (2008-2009/2009-2010) determinó en el segundo período que las mejores prácticas influyeron en el desarrollo anual del área foliar de las palmas. En el porcentaje de materia seca radicular las diferencias estadísticas establecieron más bien un retroceso en el período 2009-2010. En cuanto a la densidad del endófito, los tratamientos T3 (PR+CRS) y T4 (PR + CRS + FB) resultaron estadísticamente superiores al resto de tratamientos, mayor respuesta en esta variable se encontró en el segundo período (2009-2010), prevaleciendo en esta época con mejores promedios el tratamiento T3.

En el análisis económico, los tratamientos con la tasa de retorno marginal superiores al 100 % fueron T3, T5 y T2 con valores de 162,25 %, 150,64 %, 141,17 %; respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

La tendencia favorable en mejorar ciertas variables de crecimiento, sugiere que la aplicación de las MPM son una alternativa que a mediano plazo pueden repercutir en el desarrollo y productividad del cultivo.

En vista de los estudios que se han hecho acerca de los efectos que tiene el glifosato en el suelo y sus efectos sobre los cultivos, se sugiere investigar nuevas alternativas al control de malezas, dando énfasis a la implementación de coberturas.

Los resultados del segundo año de evaluación no son concluyentes, se sugiere continuar con la investigación para ratificar o no las tendencias encontradas.

Económicamente, se recomienda los tratamientos T3, T5 y T2, el pequeño y mediano palmicultor pueden seleccionar la o las alternativas que requieran una menor inversión y le ofrezcan buena rentabilidad.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Albertazzi, H., Chinchilla, C., & Ramirez, C. (10 de Septiembre de 2005). *ASD, Costa Rica*. Recuperado el 20 de Febrero de 2011, de ASD, Costa Rica: <http://www.asd-cr.com/paginas/español/articulos/bol3302esp.html>

Ayala, A. (2008). *Evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg, y K en la palma aceitera (Elaeis guinensis Jacq) bajo condiciones de riego y sin riego. La Concordia, Esmeraldas*. La Concordia, Esmeraldas: TESIS, Impresión.

Bernal, F. (2001). *El cultivo de la palma de aceite y su beneficio*. Bogotá, Colombia: Amado González.

Bernal, G. (17-19 de Noviembre de 2010). *Las buenas prácticas agrícolas desde la perspectiva de la microbiología del suelos*. (G. Bernal, Intérprete) Universidad tecnológica equinoccial, Santo Domingo de los Tsachilas, Santo Domingo, Ecuador.

Bernal, G., & Morales, R. (2006). Micorrizas, importancia, producción e investigación en el Ecuador. *El palmiculotr*, 15.

Bravo, E. (4 de Noviembre de 2005). *El Glifosato*. Recuperado el 20 de Febrero de 2011, de Impactos del glifosato en el medio ambiente:

http://www.rapaluruaguay.org/glifosato/Impactos_Glifosato_Medio_Ambiente.html.

Burgos, R. (2011). Características agroclimáticas del sector palmero. *El palmicultor*, 12-13.

CENIPALMA. (2009). *Principios agrónomicas para el establecimiento de una plantación de palma aceitera*. Bogotá: Asolectura.

Cevallos, G. (15 - -17 de Octubre de 2008). *Evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg, K en la palma aceitera bajo condiciones de riego y sin riego*. (G. Cevallos, Intérprete) Universidad central del Ecuador, Quito, Pichincha, Ecuador.

Chávez, F., & Rivadeneira, J. (2003). Manual de cultivo de palma aceitera para la zona noroccidental del Ecuador. En F. Chavez, & J. Rivadeneira, *Manual de cultivo de palma aceitera para la zona noroccidental del Ecuador* (págs. 47-48). Quito, Ecuador: Pasquel.

Chinchilla, C. (2004). Curso internacional de la palma aceitera ASD, Costa Rica. Semillas y clones de palma de alto rendimiento y enfermedades de la palma aceitera. *Palmas*, 25-29.

Corley, H., & Tinker, P. (2009). Flores y frutos. En H. Corley, & P. Tinker, *La palma de aceite* (págs. 180-182). Bogotá, Colombia.

Duran, N., & Chinchilla, C. (1997). Uso de datos históricos (producción y análisis químicos), para estimar las necesidades de fertilización en el corto plazo en palma de aceite. *La palma*, 56 - 57.

Espinosa, J. (2002). Estimación de los requerimientos de nutrientes en palma aceitera. *El palmicultor*, 9.13.

Fairhurst, T. (2009). El principal fertilizante es la bota del productor. *Palma*, 7-8.

INPOFOS. (2 de Noviembre de 2000). *Nutrición y fertilización de pejibaye parpalmito, informaciones agronómicas*. Recuperado el 22 de Febrero de 2011, de INPOFOS: <http://www.inpofos.com/infagronomicas.html>.

IPNI. (2009). Influencia de la fertilización y el riego sobre el desarrollo, nutrición y rendimiento de la palama africana en el Ecuador. *Palma*, 36.

Jacobs, A. (2001). Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. *Palma*, 12.

León, L. (1998). *Capacidad de intercambio catiónico y químico de las bases del suelo. Ciclo de cursos de actualización de conocimientos sobre suelos con aplicación en el cultivo de palma de aceite*. Bogotá, Colombia: Cenipalma.

Maldonado, E. (15 de Noviembre de 2008). *Estudio del comportamiento de las asociaciones micorrizicas en el material germoplásmico de la palma aceitera del Ecuador*. (E. Maldonado, Intérprete) Universidad técnica equinoccial, Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador.

Morales, R. (15 - 17 de noviembre de 2003). *X, congreso ecuatoriano de la ciencia y el suelo*. (R. Morales, Intérprete) Universidad técnica equinoccial, Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador.

Múnevar, F. (1998). *Dinámica de los elementos: Nitrógeno, curso de actualización de conocimientos sobre suelos en el cultivo de palma de aceite*. En F. Múnevar, *Dinámica de los elementos: Nitrógeno, curso de actualización de conocimientos sobre suelos en el cultivo de palma de aceite* (págs. 61 - 68). Bogotá, Colombia.

Múnevar, F. (2001). *Fertilización de la palma de aceite para obtener altos rendimientos*. *Palmas*, 10-17.

Muñoz, D., & Villegas, E. (2004). *Plan integral de nutrición en la palma aceitera*. *El palmicultor*, 53.

- Navarro, G. (2000). El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. En G. Navarro, *Químico agrícola* (pág. 432). Madrid: Mundi - Prensa.
- Nevárez, J. (2011). *Evaluación del manejo de las prácticas agrícolas en el rendimiento y rentabilidad de la palma aceitera primer año de ejecución. La Concordia, 2008 -2009*. La Concordia, Santo Domingo: TESIS, impresión.
- Ollagnier, M. (2005). El abonamiento de la palma de aceite en el mundo. En M. Ollagnier, *El abonamiento de la palma de aceite en el mundo* (págs. 30-32). México D.F: Fertilité.
- Owen, B. (2006). Fertilización de la palma africana en Colombia. *Palmas*, 55-56.
- Perrín, J. (1976). Formulación de datos agronómicos. Un manual metodológico de educación económica. En J. Perrín, *Formulación de datos agronómicos. Un manual metodológico de educación económica* (pág. 54). México D.F: CYMMIT.
- Raygada, R. (Febrero de 2005). *Fedepalma*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2011, de <http://devida.gob.pe/documentación/documentosdisponibles/manual%20palma%20aceitera.pdf>

Recalde, C. (2008). *Evaluación de diferentes sistemas de mantenimiento de la corona de palma aceitera sobre la absorción de potasio*. 2008: TESIS, impresión.

Revelo, M. (2002). Palmicultura moderna. En M. Revelo, *Palmicultura moderna, orientación para productores y empresarios* (pág. 10). Bogotá, Colombia: Galrobayo.

Sanchez, J. (7 de Junio de 2012). Técnicas estadísticas de normalidad de datos estadísticos. (J. Macas, Entrevistador)

Sanzano, A. (11 de Enero de 2005). *Catedra de edafología*. Recuperado el 25 de Febrero de 2011, de Catedra de edafología: <http://www.edafologia.com.ar/azufre.html>

Tufiño, E. (2008). *Determinación económica del uso de cinco tecnologías aplicadas en palma aceitera en el sector de las golondrinas*. Santo Domingo, Ecuador: TESIS, Impresión.

Werkhoven, J. (1996). Fertilización de la palma aceitera. *Boletín verde*, 60.