

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

REALIZADO DENTRO DE LA PLANTACIÓN CON FINES DE EXPORTACIÓN DE MANGO (*Mangifera indica* cv Tommy Atkins) DE LA FINCA EL TINTERO, EL JICARO, EL PROGRESO, GUATEMALA, C.A.

VILMA CAROLINA VARGAS CLAVERIA

GUATEMALA, MAYO DE 2,012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**REALIZADO DENTRO DE LA PLANTACIÓN CON FINES DE EXPORTACIÓN DE
MANGO (*Mangifera indica* cv Tommy Atkins) EN LA FINCA EL TINTERO,
EL JICARO, EL PROGRESO, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR:

VILMA CAROLINA VARGAS CLAVERÍA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez

VOCAL PRIMERO

Dr. Ariel Abderraman Ortiz López

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. Msc. Marino Barrientos García

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano

VOCAL CUARTO

Br. Lorena Carolina Flores Pineda

VOCAL QUINTO

P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque

SECRETARIO

Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, MAYO DEL 2,012

Guatemala, Mayo de 2,012

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación realizado dentro de la plantación con fines de exportación de mango (*Mangifera indica* cv Tommy Atkins) de la finca El Tintero, El Júcaro, El Progreso, Guatemala, C.A., como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Vilma Carolina Vargas Clavería

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Por ser mi Padre, por darme tanto amor de manera incomparable, por regalarme la vida de plenitud en El, por permitirme conocerlo, porque siempre ha sido fiel y bueno conmigo, por ser mi amigo, mi ayudador, mi refugio, por amarme y con ello haber dado a su Hijo para que yo tuviera salvación en El. Por ser todo para mí y porque sin El nada soy y nada tendría, le rindo hoy esta meta que hoy alcanzaré.

A MIS PADRES: Mario Rubén y Lesvia Judith por ser ejemplo en mí vida, por su amor, porque siempre me han dado lo mejor con tanto amor, por sus innumerables esfuerzos que hicieron posible que el día de hoy este aquí de pie frente a ustedes, por enseñarme de la vida, por sus sabios consejos, por su paciencia, porque siempre han estado para mi, por darme este regalo y que ahora se los dedico a ustedes para honrarlos con todo mi amor.

A MIS HERMANAS: Keila, Claudia y Lesbia porque ustedes han sido una bendición completa para mí vida, gracias por amarme, por ser mis amigas, por su apoyo, por estar siempre conmigo en todo tiempo. Y por mostrarme que con Dios y con esfuerzo no hay nada imposible. ¡Las amo mucha!

A MIS CUÑADOS: Gerson y René porque son mis hermanos y amigos, por su amor y por su apoyo que ha sido incondicional. Y en especial mención a Fernando Navas (Nando, Q.E.P.D.) porque no sólo fue como un hermano, sino un amigo, un jefe, un ingeniero agrónomo ejemplar y que se tomaba el tiempo para brindarme su apoyo para que finalizara este proceso de mi carrera.

A MIS SOBRINOS: Gaby, Kathy, Dany, Jime y Pablito porque cada uno de ustedes ha llenado mi vida con un especial amor y me han llenado de múltiples bendiciones y alegrías.

A MI FAMILIA: A mi abuelita, tías, tíos, primos y primas porque cada uno de ustedes en su momento me dado una palabra de ánimo y han bendecido mi vida. Pero con especial amor a Mamá Rome, Loren, César Adolfo, Silvia, Silvia Lorena, Hugo César y Mauricio porque me abrieron las puertas de su casa y me adoptaron como parte del núcleo de su familia, ¡gracias!

A MIS AMIGOS: David Ramos, Jorge Pérez, Rafael Oliveros, Guillermo González, Gustavo Romero, Beatriz Moreno, Carlos Vásquez, Juan José Gabriel, Marco Tulio Zelaya, Francisco José Vicente Gálvez, Lilia Arévalo, José Paiz, Alvaro Fernández, Jorge Méndez, Mauricio Warren, Luis Reyes, Zindy García, Mario Gómez, Estuardo González (Q.E.P.D.) y muchos otros más, por los innumerables momentos gratos que compartimos juntos dentro de la carrera que los llevaré siempre en mi corazón y porque aunque ha pasado el tiempo nuestra amistad primero Dios será para la vida. A mis amigos de siempre y los de este tiempo que me han apoyado en todo Carlos Martínez, David Martínez, Alberto Valle, Alvaro Samayoa, José Morán, Andrea Enríquez, Gabriela Warren, Familia Enríquez, Kattyna Chang, Ana Lucilla Mandujano, Juan Carlos Marengo, Mario Mejía, Marleny Vela, Midia Escobar, a mis amigos del trabajo y a mis hermanos de Ebenezer.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:
DIOS

Por haberme ayudado y dado sabiduría, porque por su misericordia este sueño se ha hecho realidad.

MI PATRIA, GUATEMALA

Por ser el país en el que nací y por ser una tierra bendita de Dios.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por ser una excepcional Universidad, que me alimentó con conocimientos, para que el día de hoy esté preparada para ser una profesional y por la oportunidad que tengo de decir que soy sancarlista.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por prepararme como ingeniera agrónoma, por ser una excelente facultad que forma profesionales para la vida y porque siempre me sentiré orgullosa de decir que he egresado de la FAUSAC.

EMPRESA EL TINTERO S.A.

Por ser una empresa que me abrió las puertas para iniciar a desarrollarme como profesional.

AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR

Ing. Agr. Aníbal Sacbajá Galindo por compartir conmigo tanto conocimiento, por ser tan paciente, por el tiempo que ha dedicado para ayudarme y porque me ha brindado su amistad.

A MI SUPERVISOR

Ing. Agr. Willy Quintana por su tiempo, ayuda, disposición, apoyo incondicional en todas las actividades realizadas.

A TODOS MIS CATEDRÁTICOS

Por las enseñanzas impartidas durante los años de estudio dentro de la Facultad de Agronomía y por su esfuerzo para que cada día nuevos profesionales seamos formados.

A ING. AGR. FRANCISCO JAVIER VÁSQUEZ

Por brindarme desinteresadamente sus conocimientos como profesional, su amistad, su tiempo, su apoyo y darme una mano cuando ya sentía que este proceso no tenía final. A usted y a su familia, muchas gracias.

A EL TINTERO, S.A.

Al Ing. Agr. Edwin Zaparolli, Ing. Agr. Luis Utrera, Ing. Agr. Roberto Orellana Filippi, Ing. Agr. Carlos Soto, por haberme brindado la oportunidad de aprender de cada uno de ustedes, por su apoyo y porque ahora puedo llamarlos amigos. A cada uno del personal de la empresa y en especial a todos aquellos dentro de la finca que con cariño y paciencia me apoyaron durante el –EPSA– y desarrollo de la investigación. Siempre los recordaré con todo cariño, en especial al Ing. Agr. Gustavo Sandoval, Ing. Agr. Víctor Cabrera y Domingo Rodríguez (Q.E.P.D.).

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
RESUMEN.....	vii
CAPÍTULO I	
DIAGNÓSTICO DE LA FINCA EL TINTERO PRODUCTORA DE MANGO (<i>Mangifera indica</i> cv. Tommy Atkins) CON FINES DE EXPORTACIÓN, EN EL MUNICIPIO DE EL JÍCARO, EL PROGRESO, GUATEMALA, C.A.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.3 MARCO REFERENCIAL.....	4
1.3.1 Aspectos generales de la finca El Tintero.....	4
1.3.2 Marco organizacional	5
1.3.3 Características biofísicas.....	6
1.4 METODOLOGÍA	6
1.5 RESULTADOS.....	8
1.6 CONCLUSIONES	15
1.7 RECOMENDACIONES.....	15
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	16
CAPÍTULO II	
EVALUACIÓN DE TRES NIVELES, DOS FUENTES Y DOS FORMAS DE APLICACIÓN DEL MICRONUTRIENTE HIERRO (Fe) EN EL CULTIVO DE MANGO (<i>Mangifera indica</i> cv Tommy Atkins) EN EL JICARO, EL PROGRESO, GUATEMALA, C.A.	17
2.1 PRESENTACIÓN.....	18
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
2.3 JUSTIFICACIÓN.....	21

CONTENIDO	PÁGINA
2.4 MARCO TEÓRICO	22
2.4.1 Marco conceptual.....	22
2.4.1.1 Aspectos técnicos	22
2.4.1.2 Aspectos ambientales.....	25
2.4.2 Marco Referencial	34
2.4.2.1 El origen del mango en Guatemala.....	34
2.4.2.2 Distribución geográfica e importancia económica del mango en Guatemala	35
2.4.2.3 Lugar experimental	36
2.4.2.4 Clima.....	37
2.4.2.6 <i>Mangifera indica</i> cv Tommy Atkins	37
2.5 OBJETIVOS	39
2.6 HIPÓTESIS	40
2.7 METODOLOGÍA.....	41
2.7.1 Tratamientos.....	41
2.7.2 Diseño experimental.....	41
2.7.2.1 Unidad experimental	42
2.7.2.2 Manejo del experimento.....	43
2.7.2.4 Modelos estadísticos	44
2.7.2.5 Variable respuesta	45
2.7.2.6 Análisis de la variable	45
2.7.2.7 Análisis de la información	46
2.8 RESULTADOS	47
2.9 CONCLUSIONES.....	53
2.10 RECOMENDACIONES	54
2.11 BIBLIOGRAFÍA.....	55
2.12 ANEXOS	57

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO III	
SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA EL TINTERO PRODUCTORA DE MANGO (<i>Mangifera indica</i> cv. Tommy Atkins), EN EL JÍCARO, EL PROGRESO, GUATEMALA, C.A.	66
3.1 PRESENTACIÓN.....	67
3.2 SERVICIOS PRESTADOS	68
3.2.1 Supervisión de fertirriego en la etapa de amarre y desarrollo de fruto de mango (<i>M. indica</i> cv. Tommy Atkins) en la finca El Tintero.....	68
3.2.2 Control de crecimiento del fruto de mango con diferentes características topográficas e hídricas.	72
3.2.3 Control de calidad en preselección de mango para exportación	76
3.2.4 Control de canastas de exportación de mango en la finca El Tintero....	81
3.2.5 Registros de estación meteorológica y actividades diversas en la finca El Tintero.	83
3.2.6 Levantamiento topográfico en la finca El Tintero en líneas de tuberías.	84
3.2.7 Muestro foliar y de suelo, así como control de registros y actividades en la finca El Tintero.	92
3.2.8 Supervisión en sistema de riego, programación y control de actividades en la finca El Tintero.....	94
3.2.9 Actividades no programadas	96

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapa de Referencia de ubicación de la finca El Tintero.....	4
Figura 2. Silueta de mango cv Tommy Atkins.....	38
Figura 3. Distanciamiento de siembra en la plantación de mango.....	42
Figura 4. Comparación entre la combinación de las diferentes aplicaciones de sulfato de hierro y nitrato de hierro a diferentes concentraciones (0.2%, 0.4% y 0.6% respectivamente).	50
Figura 5. Comportamiento de la relación entre las fuentes utilizadas para aportar el hierro al cultivo (sulfato y nitrato) contra las concentraciones de aplicaciones de Fe.....	52
Figura 6 A. Plano de la finca El Tintero, ubicada en El Júcaro, El Progreso, Guatemala, C.A.	57
Figura 7 A. Plano del sector en donde se realizó el experimento en la finca El Tintero, El Júcaro, El Progreso, Guatemala, C.A.....	58
Figura 8 A. Evidencia visual de deficiencia de Fe en el cultivo de mango.	59
Figura 9 A. Deficiencia del micronutriente.	59
Figura 10 A. Aplicación del micronutriente Fe al follaje.	60
Figura 11 A. Aplicación del micronutriente Fe en el tronco.....	60
Figura 12. Equipo para aplicación de fertiriego.....	71
Figura 13. Control en la aplicación de las diferentes fuentes de nutrientes	71
Figura 14. Ejemplo de frutos para el control de crecimiento del mango, i) Inicio de fructificación (fruto de 1.0 – 1.9 cm); ii) Fruto de 2.0 – 3.9 cm; iii) Fruto de 4.0 – 5.9 cm; iv) Fruto de 6.0 – 7.9 cm	75
Figura 15. i) Proceso de selección de fruta; causas de rechazo en la exportación de mango: ii) deformidad; iii) pepita negra; iv) rayado por viento.	810
Figura 16. Medición topográfica de la finca El Tintero y el sistema de riego.	91
Figura 17. Toma de muestras de suelo de la Finca El Tintero.....	93
Figura 18. Sistema de riego en la plantación de la Finca El Tintero.	95

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Distribución de árboles en la finca El Tintero	5
Cuadro 2. Marco organizacional Finca El Tintero	5
Cuadro 3. Resumen de área, número de árboles y factores limitantes por circuitos en la finca El Tintero	9
Cuadro 4. Extracción nutrimental (kg/ha), contenido de materia seca y rendimientos de frutos de mango (<i>M. indica</i>)	11
Cuadro 5. Principales enfermedades presentes en la plantación de mango (<i>M. indica</i> cv. Tommy Atkins), en la finca El Tintero	12
Cuadro 6. Principales especies de malezas que se encuentran presentes en el área de la Finca El Tintero	12
Cuadro 7. Especies forestales ubicadas dentro de la finca El Tintero	13
Cuadro 8. Algunas características generales de los nutrientes en el suelo	27
Cuadro 9. Rangos de concentración nutrimental en el tejido de hojas completamente desarrolladas de mango	28
Cuadro 10. Parámetros normales de concentraciones de los nutrientes en el suelo de la finca el tintero, El Jícaro, El Progreso	29
Cuadro 11. Rango de pH para mejor disponibilidad de los micronutrientes	29
Cuadro 12. Velocidad promedio de absorción foliar	32
Cuadro 13. Fuentes comunes de hierro	33
Cuadro 14. Etapa de crecimiento, parte de la planta y tamaño más adecuado para realizar el muestreo foliar de algunos cultivos	34
Cuadro 15. Área, número de fincas y variedades de plantaciones de mango en Guatemala	36
Cuadro 16. Variables a evaluar dentro del estudio	41
Cuadro 17. Descripción de los diferentes tratamientos a evaluar en el experimento	41
Cuadro 18. Distribución de los tratamientos evaluados	42

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 19. Dosificación de Fe para tres aplicaciones en las diferentes concentraciones del experimento	43
Cuadro 20. Análisis de suelo donde se estableció el experimento a finca El Tintero, 2005	47
Cuadro 21. Resultados de los niveles de concentración de Fe en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ en el tejido foliar en los diferentes tratamientos evaluados en el ensayo experimental en la Finca El Tintero	48
Cuadro 22. Análisis de varianza	49
Cuadro 23. Medias de $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de hierro de los tratamientos evaluados y resultado de la comparación entre los bloques	50
Cuadro 24. Análisis de medias de Tukey para el análisis de bloques al azar para comparar las combinaciones contra el testigo	51
Cuadro 25. Análisis foliar del sector en estudio previo a montar el ensayo experimental	61
Cuadro 26. Análisis de suelo del sector en estudio previo a montar el ensayo experimental	62
Cuadro 27. Resultado final del análisis foliar después del ensayo experimental en la Finca El Tintero	63
Cuadro 28. Análisis de varianza para el diseño de bloques al azar con arreglo trifactorial	65
Cuadro 29. Análisis de varianza para el diseño de bloques al azar	65
Cuadro 30. Cantidad de cada elemento a aplicar en la plantación	69
Cuadro 31. Libreta de campo de medidas entre el pozo 2 hasta el reservorio ...	85
Cuadro 32. Libreta de campo de medidas ubicadas entre el reservorio a circuito 1 y 2	85
Cuadro 33. Libreta de campo de medidas entre circuito 9 y el reservorio	86
Cuadro 34. Línea de tubería del reservorio a circuitos 1 – 2	87
Cuadro 35. Línea de tubería del reservorio a circuito 9	88
Cuadro 36. Línea de tubería del pozo 2 a reservorio	90

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES, DOS FUENTES Y DOS FORMAS DE APLICACIÓN DEL MICRONUTRIENTE HIERRO (Fe) EN EL CULTIVO DE MANGO (*Mangifera indica* cv Tommy Atkins) EN EL JICARO, EL PROGRESO, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

En conjunto, con la colaboración de la empresa y finca El Tintero y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se llevó a cabo el Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía -EPSA-, desarrollado en el periodo comprendido entre enero a diciembre del año dos mil cinco dentro de la finca El Tintero, ubicada El Júcaro, El Progreso, Guatemala, Centroamérica.

La finca El Tintero, está dedica a la producción de mango (*Mangifera indica* cv Tommy Atkins) con fines de exportación para el mercado norteamericano, teniendo un área de producción de 98 hectáreas. Con el fin primordial, de apoyar dentro de este Ejercicio el desarrollo de las actividades y mejora en cuanto a la problemática presentada por la finca, se desarrolló este trabajo, el cual incluye tres capítulos: I. Diagnóstico, II. Investigación y III. Servicios prestados.

El capítulo I. “Diagnóstico de la finca El Tintero productora de mango (*Mangifera indica* cv. Tommy Atkins) con fines de exportación, en el municipio de El Júcaro, El Progreso, Guatemala” recopila y sintetiza la información de reconocimiento de la finca, buscando con ello determinar las condiciones y características que describan la finca y la plantación. Así mismo, el presente capítulo hace referencia de la principal problemática de las condiciones tanto químicas como físicas del suelo, las cuales tienen incidencia directa en la absorción de los nutrientes por el cultivo. Además, de este aspecto también se incluyen factores como el agua, los nutrientes, la producción, enfermedades, plagas, malezas, entre otros.

Dentro del capítulo II. “Evaluación de tres niveles, dos fuentes y dos formas de aplicación del micronutriente hierro (Fe) en el cultivo del mango (*Mangifera indica* cv Tommy Atkins)

en el Jícaro, El Progreso, Guatemala, C.A., se desarrolla la investigación tomando como punto de partida del capítulo anterior que dentro del manejo agronómico de la plantación y dadas las características e interacciones fisicoquímicas del suelo, en las que se encuentran presentes los carbonatos de calcio, provocando con ello que los micronutrientes se insolubilizan. Esto tiene como resultado, que dentro de esta plantación se presenten deficiencias severas de micronutrientes principalmente de hierro, situación que dificulta la absorción de dicho elemento por el sistema radicular y por ende la translocación dentro de la misma planta, lo que genera consecuentemente una limitación en la productividad y la calidad de los frutos.

Al llevar a cabo la evaluación de la interacción de los niveles, fuentes y formas de aplicación del hierro se determinó que bajo las condiciones edáficas de la zona de investigación se recomienda que el hierro debe de ser aplicado vía foliar de la fuente de sulfato de hierro a una concentración del 0.6% distribuido en tres dosificaciones para obtener así en promedio una concentración de Fe de $75.41 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ en la etapa de plena floración.

El capítulo III. “Servicios realizados en la finca El Tintero productora de mango (*Mangifera indica* cv. Tommy Atkins), en El Jícaro; El Progreso, Guatemala, C.A.” describe y presenta resultados de los diversos servicios que apoyaron el control y fortalecimiento del desarrollo de las diferentes actividades dentro de la finca planificadas y las no planificadas. Dentro de las que se puede hacer mención, el control de calidad del fruto de exportación, el sistema de riego, la nutrición del cultivo, levantamiento topográfico y controles que se requerían de manera constante, tales como los de la estación meteorológica.



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA FINCA EL TINTERO PRODUCTORA DE MANGO (*Mangifera indica* cv. Tommy Atkins) CON FINES DE EXPORTACIÓN, EN EL MUNICIPIO DE EL JÍCARO, EL PROGRESO, GUATEMALA, C.A.

1.1 PLANTEAMIENTO

La Finca El Tintero ubicada en el municipio de El Jícaro, El Progreso está dedica a la producción de mango (*Mangifera indica* cv. Tommy Atkins) con fines de exportación para el mercado americano, teniendo un área de producción de 140.25 manzanas o 98 Hectáreas.

La finalidad del presente diagnóstico fue determinar las condiciones y características que describan la finca y la plantación. Las plantas en general presentan de 10 a 12 años promedio de edad, con una altura de 2.5 metros, con distanciamiento entre los árboles de 8 X 8 metros y con rendimientos por árbol de 22 cajas de exportación. Cada caja en promedio presenta un peso de 9 libras por caja, siendo cosechadas en los meses de Marzo a Mayo.

Así mismo, coordinando con la administración de la finca se plantea dentro del diagnóstico hacer referencia a aspectos ambientales, de plagas y enfermedades. E identificar algunos problemas, siendo uno de los más importantes la condición de los suelos en esta zona que son de tipo calcáreo con pH que oscila entre 8.3 a 8.4, reflejando con ello una reducción de absorción de micronutrientes.

1.2 OBJETIVOS

General

Realizar un diagnóstico general de la finca El Tintero ubicada en El Júcaro, El Progreso, Guatemala.

Específicos

- Conocer la situación actual en la finca El Tintero
- Describir la estructura de la empresa
- Determinar la problemática actual de la finca
- Presentar propuestas para apoyar el desarrollo de posibles soluciones a las problemáticas a través de servicios.

1.3 MARCO REFERENCIAL

1.3.1 Aspectos generales de la finca El Tintero

Descripción de la Finca

Según registros de finca El Tintero esta se encuentra ubicada en latitud norte a catorce grados, cincuenta y cuatro minutos y tres segundos ($14^{\circ}54'03''$), y en una longitud oeste de ochenta y nueve grados, cincuenta y cuatro minutos y veintinueve segundos ($89^{\circ}54'29''$), a una altura sobre el nivel del mar de 311 metros, en el municipio de El Júcaro, jurisdicción del departamento de El Progreso, figura 1. La principal vía de comunicación hacia la finca es la carretera al Atlántico, a la altura del kilómetro 98.5.



Figura 1. Mapa de Referencia de ubicación de la finca El Tintero.

El área total de la finca es de 216 manzanas (151.2 hectáreas) de las cuales 140.25 manzanas (98 hectáreas) se encuentran en producción de mango (*Mangifera indica* cv. Tommy Atkins).

El área cultivada de la finca se encuentra dividida en tres bloques de producción, estando cada uno de ellos dividido en circuitos o válvulas de riego (Cuadro 1). El distanciamiento de siembra de la plantación es de ocho por ocho metros cuadrados con una densidad poblacional de 109 árboles por manzana (156 árboles por hectárea), con un total de 15,288 árboles.

Cuadro 1. Distribución de árboles en la finca El Tintero.

Bloque	No. de circuitos	No. de árboles	Área	
			Mz	Ha
I	16	6576	60.33	42.16
II	12	5242	48.09	33.60
III	7	3470	31.83	22.24
TOTAL	35	15288	140.25	98

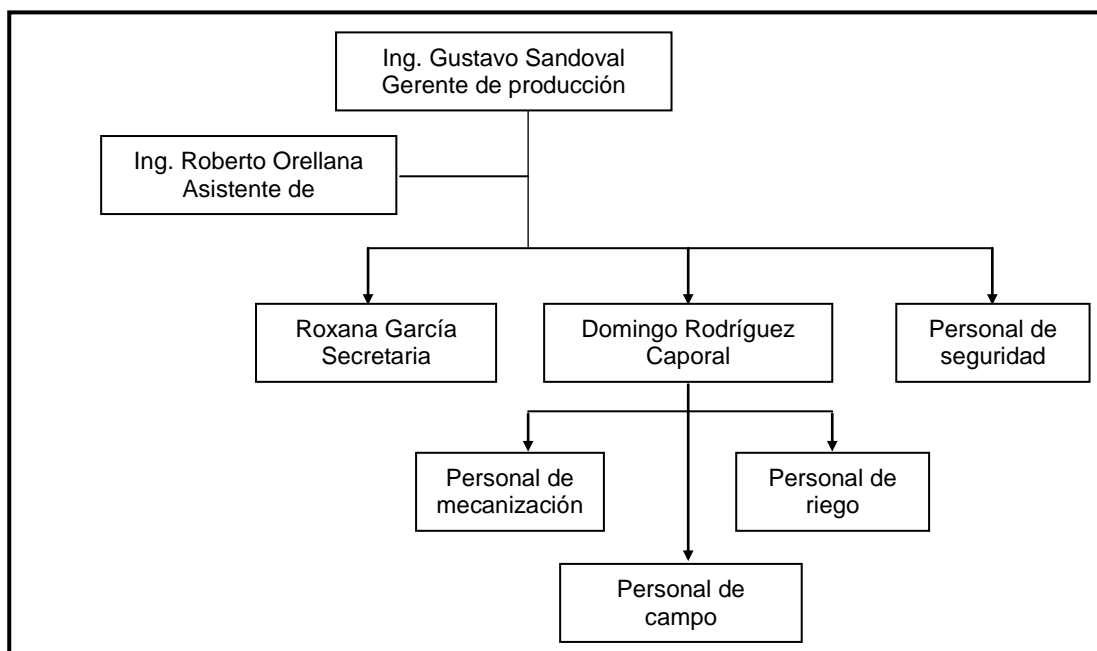
Fuente: Finca El Tintero, 2004.

1.3.2 Marco organizacional

En el marco organizacional de la finca (Cuadro 2), el ingeniero Gustavo Sandoval gerente de producción está encargado de administrar y coordinar todas las actividades y personal en general, además cuenta con el ingeniero Roberto Orellana quien asiste al Ing. Sandoval solamente en el periodo vegetativo del cultivo.

También en el área administrativa se encuentra una secretaria, un caporal quién está encargado de designar y supervisar las diferentes comisiones, así como también cuatro personas de seguridad.

Cuadro 2. Marco organizacional Finca El Tintero.



1.3.3 Características biofísicas

Según registros tomados en la estación climatológica de la finca El Tintero se presentó una temperatura media anual en el año 2004 desde los 25 grados centígrados hasta los 32 grados centígrados; humedad relativa media anual del 60 por ciento y una precipitación promedio anual de 420 a 700 milímetros.

Según Holdrige, 1967, la clasificación de la zona de vida en donde se encuentra ubicada la finca El Tintero es montano espinoso subtropical.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología empleada para el desarrollo del diagnóstico de la Finca se realizó en tres fases: gabinete inicial, campo y gabinete final.

Fase de gabinete inicial

Esta fase en general, se basó en la recopilación de información primaria, en donde se revisó información de estudios previos dentro de la finca, así como entrevistas a las personas encargadas de la misma para establecer los principales factores que influyen dentro del desarrollo del cultivo.

A continuación se detallan los principales factores que afectan el desarrollo del cultivo dentro de la finca, así como la metodología empleada para la determinación de la importancia de los mismos.

Agua: Consultas bibliográficas y entrevistas basadas en análisis de salinidad

Suelo: Consultas bibliográficas, entrevistas basadas en características físicas y químicas.

Malezas: Entrevistas y observación directa en campo.

Plagas: Entrevistas y observación directa en campo.

Cosecha: Características del fruto de exportación (entrevistas).

Enfermedades: Consultas bibliográficas, entrevistas y observación directa en campo.

Flora: Consultas bibliográficas, entrevistas y observación directa en campo.

Condiciones agroecológicas: Información consultada a registros de estación meteorológica ubicada dentro de la finca.

Fase de campo

Se realizó una visita a cada uno de los circuitos en los que se encuentra dividida la finca, se caminó para observar cada uno de los puntos que suministran agua, se acompañó a trabajadores en las diversas labores que realizaban en el momento y se llevaron a cabo las entrevistas a especialistas que visitan la finca para dar asesoría en temas puntuales como lo son el riego y la nutrición de la plantación.

Fase de gabinete final

Esta fase comprende en analizar información recabada donde el objetivo fue priorizar la importancia y magnitud de los problemas encontrados en la finca dentro de los diversos factores, realizando con ello un cuadro de factores limitantes por circuito. Lo anterior sirvió como base para desarrollar una serie de actividades para contribuir a la solución de los problemas.

1.5 RESULTADOS

Suelo

El tipo de suelo que predomina en la finca es franco arenoso con una extensión aproximada de 102.32 manzanas (71.6 hectáreas), según resultados de análisis de suelos, en cuanto a las características químicas del suelo predominan los carbonatos de calcio, poseyendo un pH que va desde 8.4 a 8.9.

En estudios realizados por los asesores de la finca en Cabrera et al. 2004, los suelos en su mayoría presentan valores de conductividad eléctrica alta, por lo que conjuntamente con el agua provocan una presión osmótica alta. Además también teniendo como factores limitantes que los perfiles del suelo presentan en su mayoría salinidad, en algunos de los circuitos de la finca pedregosidad externa e interna, pendientes. Aunado a esto circuitos con deficiencias de micro-elementos principalmente zinc y hierro (cuadro 2).

Agua

La finca es abastecida de agua por medio de dos pozos y por una quebrada proveniente de una montaña cercana, llamada Quebrada Seca. En donde el agua del pozo número uno por medio de un sistema de bombeo y el agua proveniente de la Quebrada Seca por medio de gravedad son trasladadas a un reservorio, en donde, de éste es distribuida a ciertos circuitos de riego de la finca 78.66 manzanas (54.96 hectáreas). El pozo número dos está conectado directamente al sistema de riego proveyendo agua a 61.59 manzanas (43.04 hectáreas) a aproximadamente 6,714 árboles.

Según Cabrera et al. 2004, estudios realizados en la finca El Tintero en riego y nutrición, la calidad de agua es de tipo C2S1, observando con ello que el agua presenta características de dureza.

Según Sandoval 2005, en el año 2004 se contaba con un sistema de filtrado diferente al actual, debido a que el agua por sus características contiene carbonatos provocaba una sedimentación en los filtros, lo cual los convirtió en un sistema ineficiente, por lo que el sistema se cambió a finales del año 2004.

En el área del reservorio se presentan problemas de algas, según Sandoval 2005, debido a que a éste se le realizó una limpieza en la cual se eliminaron los peces que habitaban en él, realizando para el siguiente año una resiembra de 2000 alevines, y con ello ayudar al mantenimiento del reservorio pero principalmente con el fin de erradicar el alga. Debido a que por las diversas etapas fenológicas de la plantación no es conveniente aplicar algún tipo de alguicida.

Cuadro 3. Resumen de área, número de árboles y factores limitantes por circuitos en la finca El Tintero.

Bloque	Circuito	No. Árboles	Área (ha)	Factores Limitantes
III 3470 árboles 22.42 ha	1	378	2.44	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pedregosidad externa e interna en todo el perfil. ✓ Sales acumuladas ✓ Suelo segmentado
	2	497	3.21	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pedregosidad externa e interna en los primeros 30cm. ✓ Capa segmentada a partir de los 50cm.
	3	548	3.54	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suelo con alto nivel de salinidad. ✓ Capa segmentada a partir de los 70cm.
	6	398	2.57	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conductividad eléctrica alta. ✓ Pedregosidad interna a partir de los 45cm.
	7	475	3.07	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conductividad eléctrica alta. ✓ Pedregosidad interna a partir de los 50cm.
	8	545	3.52	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pedregosidad interna a partir de los 45cm. ✓ N, Cu, Zn, Fe, Mg/K.
	9	629	4.06	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Salinidad. ✓ pH alto y conductividad eléctrica alta. ✓ Material cementado a partir de los 50cm.
II 5242 árboles 33.87 ha	11	500	3.23	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Salinidad en todo el perfil. ✓ Pedregosidad externa e interna. ✓ Material cementado a partir de los 45cm.
	12	452	2.92	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Salinidad alta. ✓ Pedregosidad externa e interna en todo el perfil. ✓ Material cementado a partir de los 45cm.
	13	477	3.08	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Salinidad alta. ✓ Pedregosidad externa e interna en todo el perfil. ✓ Material cementado
	14	346	2.23	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poca capacidad de retención de humedad. ✓ Bajo contenido de materia orgánica. ✓ pH alto.
	15	439	2.84	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poca capacidad de retención de humedad. ✓ Bajo contenido de materia orgánica. ✓ pH alto.

Bloque	Circuito	No. Árboles	Área (ha)	Factores Limitantes	
II 5242 árboles 33.87 ha	16	502	3.25	✓ Baja retención de humedad. ✓ Bajo contenido de materia orgánica. ✓ pH alto.	
	17	527	3.40	✓ Pedregosidad interna a partir de los 25cm.	
	20	425	2.75	✓ Salinidad alta. ✓ Material cementado a partir de los 35cm.	
	22	419	2.70	✓ Pendiente.	
	23	279	1.80	✓ Salinidad alta en todo el perfil. ✓ Pendiente del terreno.	
	24	452	2.92	✓ Salinidad alta en todo el perfil.	
	25	424	2.74	✓ Salinidad relativamente alta en todo el perfil.	
I 6576 árboles 39.76 ha	28	137	0.89	✓ Salinidad alta en todo el perfil.	
	29	304	1.96	✓ Salinidad alta en todo el perfil. ✓ Pendiente del terreno.	
	30	344	2.23	✓ Salinidad alta en todo el perfil.	
	31	510	3.30	✓ Salinidad alta en todo el perfil.	
	32	63	0.41	✓ Salinidad en el perfil. ✓ Suelo con baja retención de humedad.	
	34	271	1.75	✓ Salinidad alta en todo el perfil.	
	35	669	4.32	✓ Salinidad alta en todo el perfil.	
	36	785	5.07	✓ Presencia de sales. ✓ pH alto.	
	37	251	1.62	✓ Salinidad en todo el perfil.	
	38	346	2.23	✓ Baja retención de humedad.	
	39	526	3.40	✓ Baja retención de humedad. ✓ Presencia de sales.	
	40	763	4.93	✓ Salinidad. ✓ Baja retención de humedad.	
	42	659	4.26	✓ Salinidad.	
	43	204	1.32	✓ Salinidad en todo el perfil.	
	44	321	2.07	✓ Salinidad alta en todo el perfil.	
	TOTAL	35	15288	96.06	

Fuente: Registros Finca El Tintero, 2004.

Nutrientes

Según Sánchez, 1999, el mango se caracteriza por ser un cultivo que tiene requerimientos relativamente altos de nutrientes, lo cual dependerá del tipo de cultivar, tal y como se observa en el cuadro 4.

En la finca El Tintero se presentan principalmente problemas de deficiencias de micro-nutrientes tales como el calcio, zinc y hierro en ciertos circuitos (Sandoval, 2005), que se

caracterizan al hacer un diagnóstico visual, observando así para el zinc arrosamiento de hojas jóvenes, y en árboles con deficiencias de hierro las hojas jóvenes se presentan con un color verde pálido.

Cuadro 4. Extracción nutrimental (kg/ha), contenido de materia seca y rendimientos de frutos de mango (*M. inidica*).

Parámetros	Cultivares			
	Tommy Atkins	Irwin	Haden	Kent
Rendimiento:				
ton / ha	12.456	10.152	30.024	20.034
kg / árbol	173	141	417	278
N	112.3	56.2	150.6	143.0
P	15.9	15.0	27.2	9.02
K	67.9	63.5	201.3	116.6
Ca	66.3	75.5	151.4	84.9
Mg	54.7	28.5	78.8	55.9
Mn	0.770	0.617	1.904	0.332
B	0.150	0.081	0.296	0.459
Zn	0.320	0.200	0.702	0.401
Cu	0.391	0.269	0.796	0.443
Fe	1.003	0.559	1.147	0.7658

Fuente: Sánchez, 1999.

Enfermedades

Según Sandoval, 2005, no se tiene mucha incidencia de enfermedades en la finca, debido a que esta zona no es muy húmeda, así mismo se presentan resultados de un informe en fitopatología realizado en el año 2003 para la finca El Tintero, Arévalo, 2003, en donde se encontraron algunos hongos y una bacteria presentes en la plantación como lo muestra el cuadro 5.

Además en se tienen medidas preventivas con diferentes aplicaciones de producto químicos. Por ejemplo, en el mes de enero al momento de llovizna se aplicó cobre al día siguiente, así mismo cuando el personal de mecanización encuentran árboles infestados realizan un control cultural.

Cuadro 5. Principales enfermedades presentes en la plantación de mango (*M. indica* cv. Tommy Atkins), en la finca El Tintero.

Patógeno	Nombre común
<i>Fusarium subglutinans</i>	Escoba de bruja
<i>Botryodiplodia theobromae</i>	Muerte regresiva
<i>Colletotrichum gloeosporoides</i>	Antracnosis
<i>Alternaria alternata</i>	Manchas foliares y tizón
<i>Oidium</i> spp.	Mildeu polvoriento
<i>Erwinia herbicola</i>	Necrosis del pedúnculo

Fuente: Arévalo, 2003.

Malezas

Debido a que el sistema de riego es por micro-aspersión, el agua es suministrada a la plantación de forma localizada, causando así un hábitat ideal para las plantas nativas del área (malezas) como se observa en el cuadro 6, las cuales son controladas principalmente de forma cultural en las etapas de floración y fructificación del mango. Así como también de forma mecánica y química en las demás etapas fenológicas del cultivo.

Cuadro 6. Principales especies de malezas que se encuentran presentes en el área de la Finca El Tintero.

Nombre técnico	Nombre común
<i>Cyperus rotundus</i>	Coyolillo
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga
<i>Mimosa pigra</i>	Pie de paloma
<i>Chamaesyce hisiopifolia</i>	Lechosa
<i>Amarantus espinosus</i>	Güisquilete

Fuente: Flores, 2004.

Plagas

En la finca no se presenta en la actualidad una alta incidencia de plagas, pero sí se mantiene al igual que para las enfermedades medidas preventivas, siendo controladas las poblaciones de insectos de forma química. Las plagas encontradas más importantes son los trips, ácaros, lepidópteros, coleópteros y moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp.), encontradas en el periodo marzo-junio, según Arévalo, 2003.

Según Sandoval 2005, para el presente año en la etapa fenológica en la que se encuentra la plantación (fructificación) es necesario colocar trampas para hacer un muestreo de moscas de la fruta, con las cuales no se ha observado problema alguno con este tipo de plaga.

Flora

La finca El Tintero está dedicada al monocultivo del mango (*M. indica* cv. Tommy Atkins), pero en su vegetación presenta especies forestales nativas del lugar como se describen en el cuadro 7.

Cuadro 7. Especies forestales ubicadas dentro de la finca El Tintero.

Nombre técnico	Nombre común
<i>Opuntia tumberi</i>	Cacto o Tuno
<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán
<i>Leucaena guatemalensis</i>	Yaje
<i>Acacia farneciana</i>	Subin
<i>Caesalpinia velutinia</i>	Aripin
<i>Parekia sp.</i>	Manzanote
<i>Cordia dentata</i>	Upay
<i>Azardirecta indica</i>	Árbol de Nim

Fuente: Flores, 2004.

Cosecha

Debido a que esta es una plantación con fines de exportación, en este periodo es donde se manejan diversos aspectos. Según Sandoval, 2005, el fruto cosechado en esta plantación pasa por un proceso previo a ser enviado a la planta empacadora que se encuentra ubicada en la ciudad capital del país.

En este proceso al ser cosechado y recolectado el fruto en el campo, pasa por un proceso de lavado y de selección en el cual se tiene que eliminar la fruta que se encuentre dañada ya sea por una enfermedad, daño mecánico o que no cumpla con los requerimientos de la planta empacadora.

Según Orellana 2005, el fruto al ser enviado a la planta empacadora es sometido a una rigurosa selección por sus características de tamaño, color, y así mismo rechazado por daños ocasionados al fruto en el campo.

1.6 CONCLUSIONES

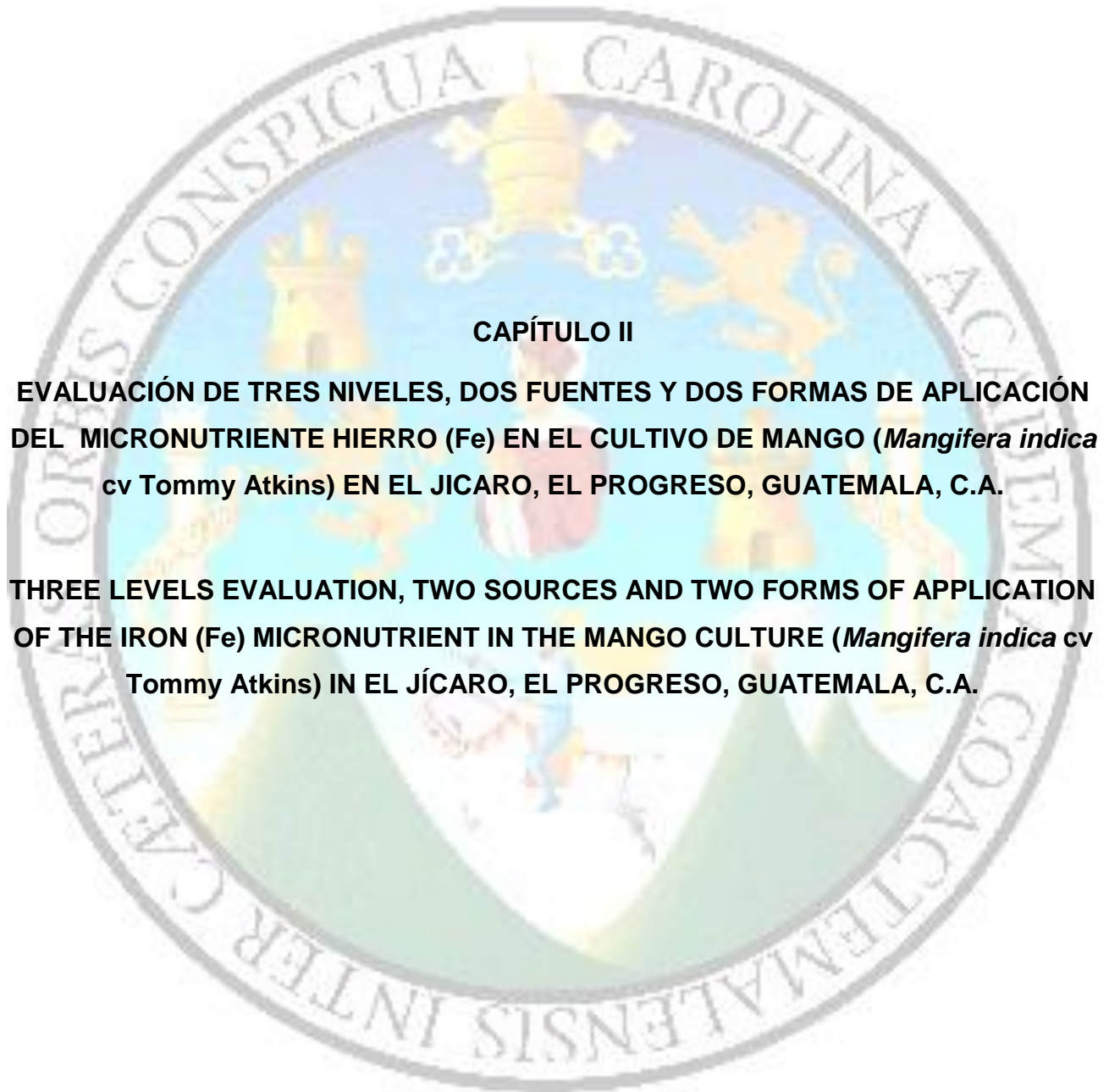
- a. El diagnóstico debela que la finca El Tintero presenta diversos problemas, los cuales en su mayoría están siendo manejados y controlados con prácticas agrícolas.
- b. Dentro de los principales problemas identificados se encuentra el tipo de suelo en donde predomina lo franco arenoso, y presenta características químicas donde predominan los carbonatos de calcio, poseyendo un pH que va desde 8.4 a 8.9. Lo que conlleva encontrar nutrimentales de micronutrientes tales como el calcio, zinc y hierro.

1.7 RECOMENDACIONES

- Derivado de la problemática mencionada con anterioridad, se recomienda buscar alternativas en cuanto a la aplicación de micronutrientes, partiendo de un análisis foliar de la plantación.
- Elaborar un plan conjunto de servicios que apoyen al apalancamiento para mitigar la problemática y mejoras para el desarrollo del cultivo dentro de la finca.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Arévalo, M. 2003. Informe de actividades de asesoría en fitopatología para la Finca El Tintero, Empresa GENEXSA, correspondientes al período marzo-junio/2003. Guatemala. 30 p.
2. Sacbajá, A; Cabrera, V. 2004. Análisis de suelos, propuestas y recomendaciones para el sistema de riego de micro-aspersión para la finca El Tintero. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, Finca El Tintero. s.p.
3. Flores, E. 2004. Finca El Tintero, El Jícara, El Progreso. Práctica Profesional Supervisada Ing. Agr. Universidad Rafael Landívar. Guatemala, URL. 80 p.
4. Holdrige. 1967. Clasificación de zonas de vida de Guatemala. Instituto Nacional Forestal. Guatemala. 324 p.
5. Orellana, R. 2005. Manejo del fruto en la planta empacadora GENEXSA (entrevista). El Jícara, El Progreso, Guatemala, finca El Tintero.
6. Sacbajá, A. 2005. Nutrición vegetal del cultivo del mango en la finca El Tintero (entrevista). El Jícara, El Progreso, Guatemala, Finca El Tintero, Asesor Agrícola.
7. Sánchez, P. 1999. Conferencias: Nutrición de mango; Manejo integrado del aguacate: una alternativa para incrementar la productividad y calidad del fruto. (1999, GT). Guatemala, CONCYT. 66 p.
8. Sandoval, G. 2005. Situación actual de la finca El Tintero (entrevista). El Jícara, El Progreso, Guatemala, finca El Tintero, Administrador.



CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES, DOS FUENTES Y DOS FORMAS DE APLICACIÓN DEL MICRONUTRIENTE HIERRO (Fe) EN EL CULTIVO DE MANGO (*Mangifera indica* cv Tommy Atkins) EN EL JICARO, EL PROGRESO, GUATEMALA, C.A.

THREE LEVELS EVALUATION, TWO SOURCES AND TWO FORMS OF APPLICATION OF THE IRON (Fe) MICRONUTRIENT IN THE MANGO CULTURE (*Mangifera indica* cv Tommy Atkins) IN EL JÍCARO, EL PROGRESO, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

En la actualidad, cuando se demanda un mejor nivel de vida asociado al consumo de frutas, el mango está reconocido como uno de los frutos tropicales con mayor crecimiento comercial en los últimos años. Es originario de Asia, continente que en la actualidad concentra el 76% de la producción mundial por lo que es el tercer fruto tropical en términos de producción e importancia a nivel mundial, inmediatamente situado después de el cultivo de plátano y el de piña tropical y el quinto de todos los frutos (superado en volumen también por la manzana y la uva) (Galán, 1999). Las variedades más cultivadas en países americanos y comercializados en el mercado internacional son Kent y Tommy Atkins, por ser menos fibrosas, más firmes y presentar un color más atractivo (SEA, 2001).

En Guatemala el área cultivada es de 8,120 hectáreas que se distribuyen aproximadamente en 6,761.5 y 1,165.9 hectáreas de las variedades Tommy Atkins y Pashte, respectivamente (Navas, 2004). La demanda que dicha fruta tiene a nivel mundial y la ventana de mercado favorecida por nuestra posición geográfica, ha inducido a incrementar el cultivo comercial de esta fruta (Mora et al., 2002).

En la finca El Tintero ubicada en el municipio de El Júcaro, El Progreso, se encuentra establecida una plantación de mango (*Mangifera indica* cv. Tommy Atkins) de doce años de edad, con fines de exportación. En su manejo agronómico y dadas las características e interacciones fisicoquímicas del suelo, los cuales presentan carbonatos de calcio que insolubilizan a los micronutrientes, esta plantación presenta deficiencias severas de micronutrientes principalmente de hierro (en adelante será denominado Fe), situación que dificulta la absorción de dicho elemento por el sistema radicular y por ende la translocación dentro de la misma planta, lo que genera consecuentemente una limitación en la productividad y la calidad de los frutos. Según Quintero (1995), el síntoma característico es una clorosis internerval que afecta más a las hojas jóvenes que a las maduras. Sin embargo, el problema de la clorosis en suelos calcáreos no está todavía completamente entendido. La mayoría de los productos aplicados y las recomendaciones realizadas generalmente son caras y no son siempre exitosas.

Por lo cual, éste estudio presenta la evaluación de niveles, fuentes y formas de aplicación de Fe en dicho cultivo, en la localidad del Jícaro, El Progreso.

En la presente investigación se concluyó que la aplicación de 0.6% de Fe utilizando como fuente SO_4^- , aplicado en forma foliar, así como la aplicación de 0.4% de Fe utilizando la misma fuente y de la misma forma y aplicando 0.6% de Fe en forma de nitrato (NO_3^-), aplicado en forma foliar, fueron los mejores tratamientos que en promedio reportaron 301.7, 211.7 y 206.7 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de Fe respectivamente en los análisis foliares realizados en el cultivo de mango a nivel de laboratorio.

Con relación a la forma de aplicación del hierro, en esta investigación se confirmó que la vía foliar es la que presenta mejor respuesta a las aplicación de este elemento.

Respecto a las fuentes de Fe evaluadas: el nitrato y el sulfato de hierro, según los análisis estadísticos practicados, no reportaron diferencia significativa, por lo que pueden utilizarse indistintamente en este cultivo con fines de fertilización de este micronutriente.

Con relación a la aplicación del micronutriente Fe, bajo las condiciones edáficas donde se realizó dicha investigación se recomienda que debe de ser vía foliar de la fuente de sulfato de hierro a una concentración del 0.6% distribuido en tres dosificaciones para obtener así en promedio una concentración de Fe de 75.41 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ en la etapa de plena floración.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los análisis de suelo realizados en la finca El Tintero indican que los suelos presentan en promedio $60 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de Fe, siendo el rango normal para el cultivo entre 50 a $250 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de Fe en el tejido vegetal (Sacbajá, 2004). Lo que conlleva a que la disponibilidad y absorción de dicho micronutriente se limite por la presencia de altos contenidos de carbonato de calcio. En este suelo se presenta un pH básico que va desde 8.4 a 8.9, provocando que el Fe se insolubilice al reaccionar con hidroxilos y la oxidación biológica, causando que este ya no pueda ser absorbido por el sistema radicular de las plantas.

El micronutriente Fe actúa dentro de la planta en la formación de la clorofila, el transporte de oxígeno, e interactúa en ciertos sistemas enzimáticos de respiración, y su deficiencia provoca clorosis principalmente en brotes tiernos. La clorosis consecuentemente causa una baja actividad fotosintética lo que reduce la producción de tejido vegetativo y productivo de las plantaciones. La afección principal a los brotes tiernos viene por la baja capacidad de translocación del Fe, y dentro de los factores que influyen se mencionan principalmente rangos altos de pH, dosis altas de cal, altos niveles de carbonato y bajos niveles de materia orgánica (Lalatta, 1999).

Lo anterior refleja uno de los principales problemas que tiene el cultivo de mango en la localidad de El Jícaro, El Progreso, finca El Tintero reduciendo la producción en un 10-25% (Sacbajá, 2004).

2.3 JUSTIFICACIÓN

En virtud de que el nutrimento Fe es el principal problema en el lugar de investigación se hace necesario buscar métodos y formas de aplicación de este elemento para cumplir con los requerimientos del cultivo.

Con base en lo anterior, la falta de absorción de Fe por la vía radicular en las plantas de mango en los suelos con las características de la finca El Tintero, influye causando deficiencia y afectando el potencial productivo de varios sectores de la plantación, lo cual requiere de la búsqueda de una manera alterna a la absorción radicular de suministrar este micronutriente, es decir aplicándolo en forma foliar o al tronco al ser absorbido por el floema de la planta.

En nuestro país se han hecho pocos estudios tendientes a determinar las dosis y fuentes de aplicación de Fe, por lo tanto, este estudio presenta posibles alternativas en cuanto a la aplicación, fuente y niveles de Fe, con el fin de hacer propuestas efectivas del manejo de la plantación en relación a dicho micronutriente, justificándose de esta manera la investigación.

2.4 MARCO TEÓRICO

2.4.1 Marco conceptual

2.4.1.1 Aspectos técnicos

Clasificación botánica del mango

El mango está clasificado dentro del grupo de las dicotiledóneas, pertenece a la familia de las Anacardiaceae y su nombre científico es *Mangifera indica*. El género está constituido por 69 especies; aproximadamente 16 de estas tienen frutos comestibles (SEA, 2001).

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Rosidae

Orden: Sapindales

Suborden: Anacardiineae

Familia: Anacardiaceae

Género: *Mangifera*

Especie: *Mangifera indica* L.

Descripción Botánica

- **Tronco**, El árbol típico de mango es de porte mediano, de 10-30 m de altura. El tronco es más o menos recto, cilíndrico y de 75-100 cm de diámetro, cuya corteza de color gris – café tiene grietas longitudinales o surcos reticulados poco profundos que a veces contienen gotitas de resina (SEA, 2001).
- **Copa**. La corona es densa y ampliamente oval o globular. Las ramas son gruesas y robustas, frecuentemente con grupos alternos de entrenudos largos y cortos que corresponden al principio y a las partes posteriores de cada renuevo o crecimientos sucesivos; son redondeadas, lisas, de color verde amarillento y opacas cuando jóvenes; las cicatrices de la hoja son apenas prominentes (SEA, 2001).
- **Hojas**. Las hojas son alternas, espaciadas irregularmente a lo largo de las ramitas, de pecíolo largo o corto, oblongo lanceolado, coriáceo, liso en ambas superficies, de color

verde oscuro brillante por arriba, verde – amarillento por abajo, de 10-40 cm de largo, de 2-10 cm de ancho, y enteros con márgenes delgados transparentes, base agua o acuñada y un tanto reducida abruptamente, ápice acuminado (SEA, 2001).

Las hojas tienen nervaduras visiblemente reticuladas, con una nervadura media robusta y conspicua, y de 12-30 pares de nervaduras laterales más o menos prominentes; ellas expiden un olor resinoso cuando se les tritura; el pecíolo es redondeado, ligeramente engrosado en la base, liso y de 1,5-7,5 cm de largo. Las hojas jóvenes son de color violeta rojizo o bronceado, posteriormente se tornan de color verde oscuro (SEA, 2001).

- **Inflorescencia.** Las panículas son muy ramificadas y terminales, de aspecto piramidal, de 6-40 cm de largo, de 3-25 cm de diámetro; las raquias son de color rosado o morado, algunas veces verde–amarillentas, redondeadas y densamente pubescentes o blancas peludas; las brácteas son oblongas–lanceoladas u ovadas–oblongas, intensamente pubescentes, se marchitan y caen pronto y miden de 0,3-0,5 cm de largo (SEA, 2001).
- **Flores.** Las flores polígamas, de 4 a 5 partes, se producen en las cimas densas o en la últimas ramitas de la inflorescencia y son de color verde–amarillento, de 0,2-0,4 cm de largo y 0,5-0,7 cm de diámetro cuando están extendidas. Los sépalos son libres, caedizos, ovados u ovados–oblongos, un tanto agudos u obtusos, de color verde–amarillento o amarillo claro, cóncavos, densamente cubiertos (especialmente en la parte exterior) con pelos cortos visibles, de 0,2-0,3 cm de largo y 0,1-0,15 cm de ancho (SEA, 2001).

Los pétalos permanecen libres del disco y son caedizos, ovoides u ovoides–oblongos, se extienden con las puntas curvadas, finamente pubescentes o lisos, de color blanco–amarillento con venas moradas y tres o cinco surcos de color ocre, que después toman el color anaranjado; ellos miden de 0,3-0,5 cm de largo, y 0,12-0,15 cm de ancho; los pétalos viejos a veces tienen márgenes rosados, el disco es grande, notoriamente de cuatro o cinco lóbulos arriba de la base de los pétalos, surcado, esponjoso, de color de limón,

convirtiéndose después a blanco translúcido, durante la antesis es mucho más ancho que el ovario y de 0,1-0,15 cm de alto (SEA, 2001).

Los estambres pueden ser de cuatro a cinco, desiguales en su longitud, siendo fértiles sólo uno o dos de ellos, el resto está reducido a diminutos estaminoides, de color morado o blanco amarillento; los estambres perfectos miden de 0,2-0,3 cm de largo, con las anteras ovoide-oblongas, obtusas, lisas. Las flores estaminadas carecen de ovario rudimentario y sus estambres son centrales, reunidos cercanamente por el disco. El ovario en la flor perfecta es conspicuo, globoso, de color limón o amarillento y de 0,2-0,15 cm de diámetro; el estilo es lateral, curvado hacia arriba, liso y de 0,15-0,2 cm de largo; el estigma es pequeño y terminal. La polinización del mango es esencialmente entomófila, siendo los principales polinizadores, insectos del orden Díptera (SEA, 2001).

- **Fruto.** Se trata de una gran drupa carnosa que puede contener uno o más embriones. Los mangos de tipo indio son monoembriónicos y de ellos derivan la mayoría de los cultivares comerciales. Generalmente los mangos poliembriónicos se utilizan como patrones. Posee un mesocarpo comestible de diferente grosor según los cultivares y las condiciones de cultivo. Su peso varía desde 150 g hasta 2 Kg. Su forma también es variable, pero generalmente es ovoide-oblonga, notoriamente aplanada, redondeada, u obtusa a ambos extremos, de 4-25 cm. de largo y 1.5-10 cm. de grosor. El color puede estar entre verde, amarillo y diferentes tonalidades de rosa, rojo y violeta. La cáscara es gruesa, frecuentemente con lenticelas blancas prominentes; la carne es de color amarillo o anaranjado, jugosa y sabrosa (SEA, 2001).
- **Semilla.** Es ovoide, oblonga, alargada, estando recubierta por un endocarpo grueso y leñoso con una capa fibrosa externa, que se puede extender dentro de la carne (SEA, 2001).

2.4.1.2 Aspectos ambientales

Temperatura

El clima ideal para el mango parte desde el subhúmedo ecuatorial al subárido tropical, siempre y cuando exista una marcada estación seca. Aún una helada ligera a nivel del suelo puede causar la muerte a los árboles jóvenes. No obstante, los árboles de mayor edad toleran determinado nivel de heladas cuando están en un periodo de letargo. Las inflorescencias son dañadas por las heladas, pero pueden volver a florecer. La temperatura promedio debe de ser al menos 21° C, siendo la óptima de 25° C. Las temperaturas altas, especialmente cuando se combinan con humedad baja y vientos fuertes, le son perjudiciales; debido a que la planta no puede hacer frente al aumento en el índice de transpiración y se deshidrata. A esto seguirá el quemado de las hojas, el aborto de semillas y la caída de los frutos; a temperaturas mayores de 42° C se presenta un colapso, llamado "Sunstroke"; que quiere decir "choque por sol" (Bertsch, 1998).

Altitud

Algunos árboles de mango han presentado un buen crecimiento a altitudes de 1000 a 1200 msnm, pero es una mala práctica establecer un huerto a una altitud mayor de 600 msnm, debido a que la temperatura promedio sería muy baja. Sin embargo, aún no ha sido establecido un número exacto de grados-día. El mango necesita mucha luz y la duración del día no tiene ningún efecto (Bertsch, 1998).

Precipitación pluvial

La cantidad de lluvia que requiere el mango varía desde una pequeña cantidad en los lugares en los que hay disponibilidad de riego a mucha en suelos permeables con una larga estación seca. La distribución de la lluvia es más importante que la precipitación total. Como parámetro provisional (teniendo en cuenta que esta varía respecto a las condiciones climáticas, edáficas y fenológicas del cultivo) se recomiendan 150 mm por mes, lo que puede servir como referencia de la necesidad de riego para el mango (Bertsch, 1998).

La humedad alta, la neblina y el rocío fuerte promueven el ataque de hongos y por lo tanto son perjudiciales para el mango. La humedad baja y el viento seco aumentan indebidamente la evapotranspiración y provocan el marchitamiento. Los vientos fuertes impiden la polinización y destruyen el cultivo; en lugares que presenta esta condición se hace necesario establecer cortinas rompevientos (Bertsch, 1998).

Suelos y nutrición

Del suelo la planta absorbe como elementos mayores el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en grandes cantidades; como elementos medios el calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), y como elementos esenciales en pequeñas cantidades, clasificados como micronutrientes, el hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), molibdeno (Mo), y cloro (Cl). También, la gran mayoría de estos elementos son susceptibles de absorberse foliarmente, si le son suministrados a la planta por esa vía (Bertsch, 1998).

Cada nutriente tiene formas químicas particulares de absorción, algunas son catiónicas (N, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu y Fe) y otras aniónicas (N, P, S, B, Mo, Cl). No necesariamente las formas absorbibles son las formas metabólicamente activas dentro de la planta. La movilidad o translocación de los nutrientes dentro de la planta tiene relación con la ubicación de los síntomas visuales que indican su deficiencia, tal como se muestra en el cuadro 1 (Bertsch, 1998).

Para que ocurra una buena absorción de nutrientes, además de los mecanismos fisiológicos de la membrana que intervienen en la introducción de los nutrientes del suelo a la raíz, son importantes otros procesos con los que los nutrientes se acercan de los diferentes puntos del suelo a la raíz. Existen tres tipos de movimientos de nutrientes en el suelo, (Bertsch, 1998):

- Flujo de masas, que consiste en el arrastre de los elementos con el agua que se mueve hacia la raíz por el efecto de la transpiración de la planta. Al transpirar las hojas de una planta, crean un déficit o un gradiente de agua a nivel de la raíz que establece una corriente continua de agua de diferentes puntos del suelo hacia la raíz. La cantidad de nutrientes movida por este método depende de la concentración de los elementos en la solución y de la cantidad de agua transpirada por el peso del tejido.

- Difusión, en este caso las partículas se mueven de zonas de mayor concentración (solución del suelo, especialmente sí ha sido fertilizada) a zonas de menor concentración (zona cercana a la raíz, en donde, por efecto de la absorción, se ha producido un déficit del elemento).
- Intercepción radical, para que las raíces entren en contacto con los nutrientes, es que éstas se extiendan a través del espacio poroso e intercepten los nutrientes que se encuentren a su paso (Bertsch, 1998).

Cuadro 8. Algunas características generales de los nutrientes en el suelo.

Elemento	Forma de absorción	Forma metabólica activa	Movilidad en la planta	Mecanismo de movilización
N	NH ₄ ⁺ NO ₃ ⁻ Urea Amidas, Aminoácidos	NH ₄ ⁺ NH ₃ NH ₂ OH ⁻	+	Flujo de masas
P	H ₂ PO ₄ ⁻ HPO ₄ ⁻²	H ₂ PO ₄ ⁻ HPO ₄ ⁻² PO ₄ ⁻³	+	Difusión
K	K ⁺	K ⁺	+	Difusión
Ca	Ca ⁺⁺	Ca ⁺⁺	-	Intercepción Flujo de masas
Zn	Zn ⁺⁺ Quelatos	Zn ⁺⁺	±	Flujo de masas Intercepción
Fe	Fe ⁺⁺ Fe ⁺⁺⁺ Quelatos	Fe ⁺⁺	-	Flujo de masas

Fuente: Bertsch, 1998. La Fertilidad de suelos y su manejo.

En el mango existen dos etapas fisiológicas nutricionalmente distintas (Bertsch, 1998):

- a) Una fase de acumulación de nutrientes iniciada después de la cosecha hasta el inicio de la floración.
- b) Una fase de disminución de nutrientes, caracterizado por un nivel bajo durante la formación de los frutos, considerándose como la más crítica.

Una buena estructura y aireación son esenciales, el pH debe encontrarse entre 5.5 y 7.5. A un pH más alto, aparecen deficiencias de Fe. El suelo debe tener al menos una capacidad de retención de agua moderada, un manto freático a una profundidad de 3 ó 4

metros es una ventaja. Una pendiente ligera facilita el drenaje; sin embargo, las pendientes pronunciadas no son adecuadas (Bertsch, 1998).

El mango es exigente en N, P, K y Ca, según las altas respuestas a estos fertilizantes. También se han observado marcadas respuestas a la aplicación de elementos menores tales como B y Fe. La planta aprovecha mejor los nutrientes en estado de desarrollo, principalmente cuando se agregan ciertas cantidades de elementos menores, tales como Cu, Zn, Mn y Mg (Sánchez, 1999), como muestra el cuadro 8.

Cuadro 9. Rangos de concentración nutrimental en el tejido de hojas completamente desarrolladas de mango.

Elemento	Unidades	Deficiente	Óptimo	Exceso
N	%	0.7 – 0.99	1.0 – 1.5	> 1.5
P	%	0.05 – 0.07	0.08 – 0.25	> 0.25
K	%	0.25 – 0.39	0.4 – 0.9	> 0.9
Ca	%	1.0 – 1.99	2.0 – 5.0	> 5.0
Mg	%	0.15 – 0.19	0.2 – 0.5	> 0.5
Fe	mg·kg ⁻¹	25 – 49	50 – 250	> 250
Cu	mg·kg ⁻¹	5 – 6	7 – 50	> 50
Mn	mg·kg ⁻¹	25 – 49	50 – 250	> 250
B	mg·kg ⁻¹	20 – 24	25 – 150	> 150
Zn	mg·kg ⁻¹	15 – 18	20 – 200	> 200

Fuente: Sánchez, 1999. Conferencia: Nutrición de mango.

Los suelos varían en su contenido de micronutrientes y generalmente tienen una menor cantidad de micronutrientes que de nutrientes primarios y secundarios. El contenido total de micronutrientes en el suelo no indica las cantidades disponibles para el crecimiento de la planta durante un ciclo de crecimiento, pero sí indica la abundancia relativa y el potencial para abastecer un nutriente en particular. La capacidad del suelo para suministrar micronutrientes puede establecerse por medio de un análisis de suelo (Bertsch, 1998). Los parámetros normales de las concentraciones de los nutrientes en el suelo se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10. Parámetros normales de concentraciones de los nutrientes en el suelo de la finca el tintero, El Júcaro, El Progreso.

PH	mg·kg ⁻¹		Cmol ⁽⁺⁾ /kg ⁻¹		mg·kg ⁻¹			
	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn
7.4 – 8.5	75	300	9.98	2.05	2.0-2.5	40-250	2.0-7.0	10-250

Fuente: Sacbajá, 2004.

El pH del suelo afecta marcadamente la disponibilidad de los micronutrientes. La disponibilidad se reduce a medida que el pH aumenta, para todos los micronutrientes con excepción del Mo y Cl. En suelos con pH muy bajos, algunos micronutrientes pueden hacerse lo suficientemente solubles como para ser tóxicos para las plantas como se muestra en el cuadro 11 (Bertsch, 1998).

Cuadro 11. Rango de pH para mejor disponibilidad de los micronutrientes

Micronutriente	Símbolo	Rango de pH para máxima disponibilidad
Boro	B	5.0-7.0
Cloro	Cl	No es afectado
Cobre	Cu	5.0-7.0
Hierro	Fe	4.0-6.0
Manganeso	Mn	5.0-6.5
Molibdeno	Mo	7.0-8.5
Zinc	Zn	5.0-7.0

Fuente: Bertsch, 1998. La Fertilidad de los suelos y su manejo.

Un suelo calcáreo contiene carbonatos de calcio (CaCO₃), siendo este compuesto relativamente insoluble, pero cuando está presente en los suelos ejerce una constante presión para saturar el intercambio de calcio, por lo que los suelos calcáreos tienen 100% de saturación de bases y el pH está controlado principalmente por la hidrólisis del carbonato de calcio. La mayor disociación de hidróxido de calcio y producción de OH⁻, en comparación con la producción de H⁺ del ácido carbónico débil, produce un efecto alcalino. Como resultado de ello, el pH de los suelos calcáreos está entre 7⁺ hasta un máximo de 8.3 (Foth, 1987).

El hierro aparece en la solución del suelo como catión bivalente, forma en la que está disponible para las plantas. La reacción con hidroxilo y la oxidación biológica convierten al hierro en formas insolubles para las plantas. Muchos suelos alcalinos resultan deficientes para muchas plantas debido a la insolubilidad de las formas de hidróxido y óxido de hierro. Los síntomas de deficiencia de hierro son muy notables y es común verlos en plantas que crecen en suelos calcáreos o alcalinos. Ya que las hojas tienen color amarillo claro, que se acentúa en las hojas más jóvenes (Foth, 1987).

Serie de suelo Sansare (Ss):

La serie de suelos Sansare ocupa el 14.55% del área del departamento de El Progreso, la finca El Tintero, que es el lugar donde se realizó esta investigación contiene suelos de esta serie, los que se caracterizan (según Simmons *et. al*) por tener como material madre esquisto arcilloso, relieve escarpado, drenaje interno moderado, con un suelo superficial color café rojizo oscuro, textura y consistencia arcilla esquistosa, friable; espesor aproximado 10-25 cm.; y subsuelo color café rojizo; consistencia plástica; textura arcillosos y espesor aproximado de 30-50 cm.

Hierro (Fe)

El Fe es un metal que cataliza la formación de la clorofila y actúa como un transportador del oxígeno. También ayuda a formar ciertos sistemas enzimáticos que actúan en los procesos de respiración y fotosíntesis. La deficiencia de Fe aparece en las hojas como un color verde pálido (clorosis), mientras que las venas permanecen verdes, desarrollando un agudo contraste, figura 3A (Bertsch, 1998).

Debido a que el Fe no se transloca dentro de la planta, los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas jóvenes en la parte superior de la planta, figura 4A. Una deficiencia severa puede dar a toda la planta un color amarillento a blanquecino. La deficiencia de Fe puede ser causada por un desbalance con otros metales como el Mo, Cu o Mn. Otros factores que pueden promover una deficiencia de Fe son, (Bertsch, 1998):

- Exceso de P en el suelo
- Combinación de un alto pH, dosis altas de cal, suelo húmedo y frío, y altos niveles de bicarbonato
- Diferencias genéticas de las plantas

- Niveles bajos de materia orgánica en el suelo.

Aplicaciones de Hierro como micronutriente

La fertilización foliar consiste en el suministro de nutrientes a una planta a través del tejido foliar (hojas, tallo), especialmente a través de las hojas, dado que allí se centra la mayor actividad fisiológica de la planta (Bertsch, 1998).

La deficiencia de este micronutriente es difícil de corregir. Una aspersión foliar de Fe, por ejemplo puede no entrar en una hoja clorótica, o puede entrar únicamente en áreas pequeñas dando una apariencia de que la hoja está parcialmente recuperada. En tales casos es necesaria una mayor cobertura del follaje existente u adoptar otros métodos nutricionalmente mejores. En algunos casos la inyección u aplicación de sales en los tallos ha sido más exitosa que la aspersión, pero sus costos son más elevados (Mortvedt et al., 1983).

Según Mortvedt et al., 1983, existen las siguientes ventajas de las aplicaciones foliares en general sobre las aplicaciones de Fe al suelo: (a) eliminación de reacciones complicadas en el suelo; (b) no se requiere irrigación para movilizar los compuestos hacia la zona de la raíz; (c) una economía considerable de materiales al efectuar la aplicación foliar, y (d) una respuesta más rápida del Fe aplicado. Por otra parte, también puntualizan las desventajas de las aplicaciones foliares de Fe y enumeran las siguientes: (a) mayor oportunidad de toxicidad; (b) aplicación incompleta con respuesta subsecuente heterogénea, y (c) necesidad de aplicaciones repetidas. La sustancia más ampliamente usada por aspersión foliar ha sido el FeSO_4 a concentraciones de 4 a 6%.

La superficie de las hojas está constituida por cutícula y células epidermales. La cutícula es una capa no celular, poco permeable, que recubre toda la superficie externa de la hoja y cuya función es proteger a la hoja de la excesiva pérdida de agua por transpiración. Por lo que esta capa representa la principal barrera para la penetración de nutrientes vía foliar, sin embargo, las hojas tienen zonas de organización menos densas llamadas ectodesmas, que actúan como canales a través de los cuales se movilizan las sustancias aplicadas foliarmente hasta alcanzar las células epidermales que se encuentran debajo de la cutícula (Bertsch, 1998).

El fenómeno de la absorción a través de la vía foliar ocurre en un tiempo muy corto. Por lo que este no se puede generalizar para los diferentes cultivos, sin embargo, se tienen algunas velocidades promedio, cuadro 12 (Bertsch, 1998).

Cuadro 12. Velocidad promedio de absorción foliar

Nutriente	Tiempo para que se absorba el 50% del producto
N (urea)	0.5 – 2 horas
P	5 – 10 días
K	10 – 24 horas
Ca	1 – 2 días
Mg	2 – 5 horas
S	8 días
Mn	1 – 2 días
Zn	1 – 2 días
Mo	10 – 20 días
Fe	10 – 20 días

Fuente: Bertsch, 1998. La fertilidad de los Suelos

Luego que el nutriente ha sido absorbido, este se traslada al floema para ser distribuido, por lo que el Fe se encuentra entre los elementos con mediana a escasa movilidad dentro de la planta (Bertsch, 1998).

El cuadro 13 presenta las fuentes comunes de Fe y su contenido porcentual. Las aplicaciones al suelo o las aspersiones foliares pueden corregir las deficiencias en los cultivos. El aplicar materiales solubles (como el sulfato de hierro) al suelo no es muy eficiente, debido a que el Fe pasa rápidamente a formas no disponibles (Bertsch, 1998).

El alterar el pH del suelo en una banda angosta en la zona radicular puede corregir las deficiencias de Fe. El azufre elemental (S) al oxidarse baja el pH del suelo y convierte el Fe no soluble en formas que las plantas pueden usar (Bertsch, 1998).

Cuadro 13. Fuentes comunes de hierro

Fuente	Porcentaje de Fe
Sulfato de hierro	19-23
Oxido de hierro	69-73
Sulfato de amonio – hierro	14
Polisulfato amonio – hierro	22
Quelatos de hierro	5-14

Fuente: Bertsch, 1998. La Fertilidad de los Suelos.

Para la época de aplicación de un fertilizante se deben de tomar las siguientes consideraciones (Bertsch, 1998):

- El nutriente debe de estar en el suelo cuando la planta más lo necesite (esencialidad) y mejor lo use (eficiencia).
- El comportamiento de cada elemento en el suelo (fijación, movilidad) va a determinar el momento oportuno de aplicación.
- Entre más esté distribuido o fraccionada la aplicación de fertilizantes, mayor va a ser su eficiencia agronómica, sin embargo el número de aplicaciones afecta los costos, por lo tanto, el número máximo de aplicaciones con sentido económico, es el mejor criterio.

Análisis foliar

Como técnica de diagnóstico de las necesidades nutritivas de las plantas el análisis foliar se basa en que las plantas, la hoja y cada uno de sus órganos requieren una determinada concentración de cada nutriente esencial para el normal desenvolvimiento de las funciones que en ellos tienen lugar, y de las cuales depende la producción. Siendo la hoja el órgano principal donde se efectúa la elaboración de las sustancias para el crecimiento y fructificación, ella debe de reflejar el estado de nutrición de la planta (Bertsch, 1998).

El contenido de los elementos varía bastante entre los diferentes órganos de la planta, con la edad del tejido y la edad de la planta. Por esta razón es importante estandarizar el muestreo y analizar el tejido indicador que mejor muestre el estado nutricional de la planta, en donde se toma de una posición definida de la planta cuando ésta tiene una edad

determinada. Cuando un muestreo es estandarizado, se pueden comparar los datos obtenidos con los niveles críticos determinados en la misma forma y publicados en la literatura agrícola, en el cuadro 14 se resumen las especificaciones sobre el muestreo adecuado de algunos cultivos (Bertsch, 1998).

Cuadro 14. Etapa de crecimiento, parte de la planta y tamaño más adecuado para realizar el muestreo foliar de algunos cultivos.

Cultivo	Etapa de crecimiento	Parte de la planta	Tamaño de la muestra
Mango	Durante la máxima floración	Hojas con pecíolo, maduras, del crecimiento más reciente, sin flores ni retoños	100 de 25 árboles

Fuente: Bertsch, 1998. La fertilidad de los Suelos y su manejo

2.4.2 Marco Referencial

2.4.2.1 El origen del mango en Guatemala

El mango es la especie de mayor importancia de la familia de las Anacardiáceas, tanto por su distribución geográfica mundial (entre 33° de latitud Sur y 36° de latitud Norte) como por su importancia económica (5o. fruto de consumo mundial y 3o. entre los tropicales). El mango se cultiva actualmente en más de 100 países (Galán, 1999)

El cultivo comercial de mango se inicia en Guatemala en la década de los 1970's como una iniciativa de la Asociación Nacional del Café –ANACAFE–, dentro de la estrategia de diversificación del área cafetalera. Los esfuerzos anteriores no fueron exitosos debido a que la región mencionada tiene condiciones de clima que favorecen la incidencia de plagas y enfermedades que afectaron significativamente el cultivo. De las plantaciones establecidas en dicho periodo, son muy pocas las que mostraron un desempeño aceptable, salvo aquellas que están más cercanas al litoral Pacífico y en el Nororiente de Guatemala, estimándose que para el año 1990 existían 1,200 y 1,300 hectáreas de mango (Navas, 2004).

2.4.2.2 Distribución geográfica e importancia económica del mango en Guatemala

Con datos del Proyecto Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria –PROFRUTA- de Guatemala, el cuadro 15 muestra la distribución del cultivo del mango en 396 fincas de productores individuales y de varias comunidades agrarias, los que totalizan aproximadamente unos 600 productores. Las variedades principales plantadas son Tommy Atkins y Pashte con 6,761.5 y 1,165.9 hectáreas respectivamente y 192.6 hectáreas de otras, lo que representa un 83.3%, 14.4% y un 2.4% para cada tipo. Las otras variedades constituían una mayor cantidad de hectáreas (tal el caso de Hadden, Irwin, Keit, Kith principalmente) pero por problemas de mercado especialmente la vida de anaquel, las plantaciones fueron sustituidas o reinjertadas aproximadamente en un 90% con la variedad Tommy Atkins (Navas, 2004).

Con base a las liquidaciones de exportación los aportes de la producción de mango han sido aproximadamente de \$25 millones de dólares en un período de 10 años. Las exportaciones se han incrementado en un 660% durante el período 1,994-1,998 y un 27.4% durante el período de 1,999-2,003. Dada la baja disponibilidad de fruta fresca para la exportación durante el primer período, la disponibilidad de fruta para el mercado local y la agroindustria del congelado en cubos, la oferta solamente creció a una tasa de 14.9% anual, mientras que para el período 1,999-2,003, la disponibilidad local creció en un 416% (Navas, 2004).

Cuadro 15. Área, número de fincas y variedades de plantaciones de mango en Guatemala.

Zona Geográfica	Número de fincas	Hectáreas			Total	% Departamento	% Región
		Tommy A.	Amatillo	Otras			
Nororiental							
Chiquimula	12.0	46.8	0.0	0.5	47.3	0.6	8.17
El Progreso	34.0	233.1	0.0	3.0	236.1	2.9	
Zacapa	75.0	349.6	11.2	19.1	379.8	4.7	
Suroriental							
Escuintla	68.0	949.4	29.0	0.0	978.4	12.05	34.78
Jutiapa	37.0	165.6	76.5	29.0	271.1	3.34	
Santa Rosa	64.0	465.0	1,038.5	71.5	1,575.0	19.40	
Suroccidental							
Quetzaltenango	6.0	446.9	0.0	0.0	446.9	5.50	56.94
Retalhuleu	41.0	2,977.4	10.0	42.9	3,030.3	37.32	
San Marcos	18.0	485.5	0.0	0.0	485.5	5.98	
Suchitepéquez	37.0	634.3	0.0	26.7	661.0	8.14	
Occidental							
Huehuetenango	3.0	8.0	0.0	0.0	8.0	0.10	0.10
Norte							
Petén	1.0	0.0	0.7	0.0	0.7	0.01	0.01
Total	396.0	6,761.6	1,165.9	192.7	8,120.2	100.00	100.00
% por variedad		83.3	14.4	2.4	100.0		

Fuente: Navas, 2001.

2.4.2.3 Lugar experimental

La fase de investigación se llevó a cabo en la finca El Tintero en una plantación adulta de mango (*Mangifera indica* cv Tommy Atkins), ubicada en el municipio de El Jícaro, departamento El Progreso, Guatemala. La cual se encuentra ubicada en latitud norte a catorce grados, cincuenta y cuatro minutos y tres segundos ($14^{\circ}54'03''$), y en una longitud oeste de ochenta y nueve grados, cincuenta y cuatro minutos y veintinueve segundos ($89^{\circ}54'29''$), a una altura de 311 msnm.

2.4.2.4 Clima

Según registros tomados en la estación climatológica de la finca El Tintero se presentó una temperatura media anual en el año 2004 desde los 25 grados centígrados hasta los 32 grados centígrados; humedad relativa media anual del 60 por ciento y una precipitación promedio anual de 420 a 700 milímetros.

2.4.2.5 Suelo

El tipo de suelo que predomina en la finca es de textura franco arenoso con una extensión aproximada de 102.32 manzanas (71.6 hectáreas), según resultados de análisis de suelos y mapeo, en cuanto a las características químicas del suelo predominan los carbonatos de calcio, poseyendo un pH que va desde 8.4 a 8.9 (Sacbajá, 2004).

Según Sacbajá et al. 2004, en estudios realizados por asesores de la finca, los suelos en su mayoría presentan como factores limitantes deficiencias de micro-elementos principalmente zinc y hierro.

2.4.2.6 *Mangifera indica* cv Tommy Atkins

Este es un cultivar monoembriónico, que proviene de una semilla sembrada del cv Haden en 1922 (Florida-EE.UU.); los primeros frutos comerciales se obtuvieron a inicios de la década de 1940 y su propagación comercial se inició a finales de dicha década.

Árbol: vigoroso, copa densa y forma redondeada, hojas lanceoladas de color marrón pardusco cuando nuevas. Tiene 26 pares de nervaduras e inflorescencia piramidal roja y verde, con flores amarillo intenso, (Sergent, 1999).

Fruto: tiene una buena calidad comestible, con pesos que oscilan entre 450-700 g; su forma oval con base aplanada y ligera cavidad o hendidura en la inserción del pedúnculo; pico lateral ligeramente notorio y ápice redondeado (figura 2). El color es rojo púrpura con piel lisa y gruesa que contiene pequeñas lenticelas blanquecinas, (Sergent, 1999).

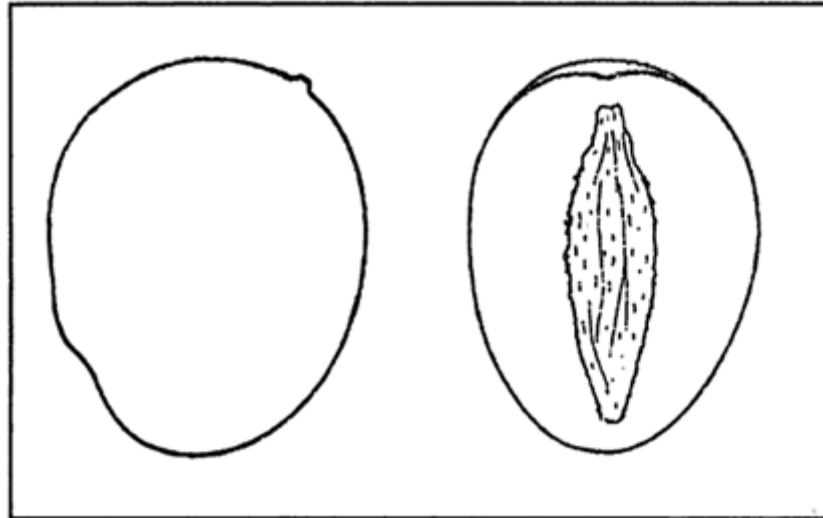


Figura 2. Silueta de mango cv Tommy Atkins

La pula es muy firme amarilla mate, poco jugosa con muy poca fibra, de moderada dulzura y aroma, y representa el 83% del peso del futo. La cáscara de la semilla posee abundantes fibras y su peso junto a la semilla es alrededor de 50 g, es decir el 9% del peso total del fruto, (Sergent, 1999).

En ocasiones presenta un ligero ahuecamiento interno de origen fisiológico en la unión del fruto con el pedúnculo, lo que determina su calidad, pero puede reducirse en alto grado cosechando apenas se alcance la madurez fisiológica (INIFAP, 1996).

2.5 OBJETIVOS

General

Evaluar los niveles, las fuentes y formas de aplicación de Hierro en el cultivo de mango (*Mangifera indica* cv Tommy Atkins) bajo las condiciones de la finca El Tintero.

Específicos

- Determinar la forma de aplicación de hierro para que el cultivo de mango absorba en cantidades mayores los micronutrientes en los niveles requeridos por las fases fenológicas y productivas de la plantación.
- Definir la fuente que aporta mayor cantidad del micronutriente hierro al cultivo de mango y evaluar sus resultados.
- Identificar la dosis de hierro que alcance la mejor respuesta en el cultivo de mango bajo las características específicas de la finca El Tintero.

2.6 HIPÓTESIS

- Al menos una de las dosis de hierro, aportará un nivel adecuado en las hojas, para llenar los requerimientos nutricionales del cultivo del mango.
- Al menos una de las fuentes de hierro aplicadas al cultivo de mango (*M. indica* cv Tommy Atkins), aportará los contenidos adecuados de hierro en el tejido foliar.
- Al menos una de las formas de aplicación del micronutriente reportará un nivel adecuado en tejido foliar.

2.7 METODOLOGÍA

2.7.1 Tratamientos

Se evaluaron diferentes dosis, diferentes fuentes y diferentes formas de aplicación del fertilizante, detalladas en el cuadro 16.

Cuadro 16. Variables a evaluar dentro del estudio

DOSIS	FUENTES	FORMAS DE APLICACIÓN
0.2 % de Fe 0.4 % de Fe 0.6 % de Fe	SO ₄ ⁻ NO ₃ ⁻	Foliar Al tronco

La combinación de estas variables produjo los siguientes tratamientos, como se muestra en el cuadro 17.

Cuadro 17. Descripción de los diferentes tratamientos a evaluar en el experimento.

Tratamiento	% de Fe en solución	Fuente	Forma de aplicación
1	0.2 % de Fe	SO ₄ ⁻	Foliar
2	0.2 % de Fe	SO ₄ ⁻	Al tronco
3	0.2 % de Fe	NO ₃ ⁻	Foliar
4	0.2 % de Fe	NO ₃ ⁻	Al tronco
5	0.4 % de Fe	SO ₄ ⁻	Foliar
6	0.4 % de Fe	SO ₄ ⁻	Al tronco
7	0.4 % de Fe	NO ₃ ⁻	Foliar
8	0.4 % de Fe	NO ₃ ⁻	Al tronco
9	0.6 % de Fe	SO ₄ ⁻	Foliar
10	0.6 % de Fe	SO ₄ ⁻	Al tronco
11	0.6 % de Fe	NO ₃ ⁻	Foliar
12	0.6 % de Fe	NO ₃ ⁻	Al tronco
13 (testigo)	0	0	0

2.7.2 Diseño experimental

El diseño que se utilizó fue el de bloques completos al azar con arreglo trifactorial, efectuando tres repeticiones, siendo los factores dosis, fuente y forma de aplicación. El experimento tuvo un total de 36 unidades experimentales (figura 7A).

2.7.2.1 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo representada por dos árboles de mango de doce años de edad, plantados a un distanciamiento de ocho metros entre plantas y ocho metros entre surcos (figura 3), en la finca El Tintero circuito 24, figura 6A y 7A .

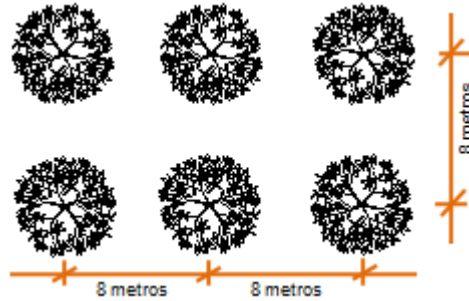


Figura 3. Distanciamiento de siembra en la plantación de mango.

Con base en las combinaciones resultantes de los factores del ensayo de bloques al azar con arreglo trifactorial, se obtuvieron la ubicación de los tratamientos ilustrados por cada bloque (Cuadro 18).

Cuadro 18. Distribución de los tratamientos evaluados

Bloque I	12	11	6	9	10	4	7	5	8	1	13	3	2
	12	11	6	9	10	4	7	5	8	1	13	3	2
Bloque II	2	9	10	8	13	6	1	12	4	5	3	11	7
	2	9	10	8	13	6	1	12	4	5	3	11	7
Bloque III	5	10	2	7	9	8	11	12	6	4	13	1	3
	5	10	2	7	9	8	11	12	6	4	13	1	3

2.7.2.2 Manejo del experimento

Para determinar el estado nutrimental del área experimental se efectuó un análisis foliar de los árboles a emplear para el ensayo (cuadro 25A).

Las aplicaciones del micronutriente que constituyen los tratamientos se efectuaron en los meses de agosto, septiembre y octubre del año 2,005 respectivamente.

Como fuentes fueron utilizados el sulfato y nitrato de hierro los cuales contenían una concentración porcentual del 5% de Fe respectivamente.

La dosis que se aplicó de Fe en solución fue de 4, 8 y 12 gramos. Para aplicarle al árbol estas cantidades, fue necesario dividirlo en tres aplicaciones para cubrir el requerimiento en los tres meses (cuadro 19).

Cuadro 19. Dosificación de Fe para tres aplicaciones en las diferentes concentraciones del experimento.

Fuente	Dosis	Solución (aplicada cada mes)
Sulfato de Hierro	4 g	27 mL / árbol
	8 g	53 mL / árbol
	12 g	80 mL / árbol
Nitrato de Hierro	4 g	27 mL / árbol
	8 g	53 mL / árbol
	12 g	80 mL / árbol

El experimento fue finalizado al tomar las muestras foliares en el mes de enero, que fue la época de plena floración. El manejo agronómico del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones de la finca El Tintero, excepto en cuanto a los tratamientos con micronutrientes que fueron evaluados.

2.7.2.4 Modelos estadísticos

Modelo Bloques al azar con arreglo trifactorial (Chochran, et al. 1983; Sitún, 2005):

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

A = Concentración en porcentaje de hierro en solución i = 1 hasta 3

B = Fuente j = 1 hasta 2

C = Forma de aplicación k = 1 hasta 2

Donde:

Y_{ijk} = Concentración de hierro en el tejido vegetal (en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) de la ijk -ésima unidad experimental

μ = Media general

A_i = Efecto del i -ésimo nivel de la concentración en porcentaje de hierro en solución

B_j = Efecto del j -ésimo nivel de la fuente de hierro

C_k = Efecto del k -ésimo nivel de la forma de aplicación de hierro

AB_{ij} = Efecto de la interacción entre el i -ésimo nivel de la concentración en porcentaje de hierro en solución y el j -ésimo nivel de la fuente de hierro

AC_{ik} = Efecto de la interacción entre el i -ésimo nivel de la concentración en porcentaje de hierro en solución y el k -ésimo nivel de la forma de aplicación de hierro

BC_{jk} = Efecto de la interacción entre el j -ésimo nivel de concentración de hierro y el k -ésimo nivel de la fuente de hierro

BD_{jk} = Efecto de la interacción entre el j -ésimo nivel de concentración de hierro y el k -ésimo nivel de la forma de aplicación de hierro

CD_{kl} = Efecto de la interacción entre el k -ésimo nivel de la fuente de hierro y la l -ésima forma de aplicación de hierro

ABC_{ijk} = Efecto de la interacción entre el i -ésimo nivel de hierro, j -ésimo nivel de concentración de hierro, k -ésimo nivel de la fuente de hierro y la l -ésima forma de aplicación de hierro

ε_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental

Modelo bloques al azar (Situn, 2005):

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

T = Tratamientos i = 1 hasta 3

β = Repeticiones j = 1 hasta 2

Donde:

Y_{ij} = Concentración de hierro en tejido vegetal (en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) de la ij-ésima unidad experimental

μ = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo nivel de las combinaciones de los diferentes tratamientos

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

ε_{ijk} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental

2.7.2.5 Variable respuesta

La variable respuesta fue el contenido de hierro foliar en la época de floración del cultivo expresado en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Según Bertsch, 1998, el tejido foliar analizado debe de provenir de cinco hojas de cada árbol de la unidad experimental, seleccionando las hojas maduras del crecimiento más reciente, sin tomar flores ni retoños.

2.7.2.6 Análisis de la variable

Los datos obtenidos de la variable concentración de hierro en las hojas expresado en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ se sometieron a un análisis de varianza y al encontrarse diferencias significativas se efectuó un análisis de pruebas de medias de Tukey.

El tejido foliar fue analizado en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.7.2.7 Análisis de la información

Se realizó un análisis de varianza a la variable respuesta expresada como contenido de hierro foliar en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Dicho análisis permite determinar si existió diferencia significativa entre los tratamientos. En el análisis de varianza en donde existieron diferencias significativas entre los tratamientos, se efectuó la prueba múltiple de medias de Tukey para poder determinar cuáles de los tratamientos presentan mayores diferencias en la absorción de hierro en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

2.8 RESULTADOS

Para poder obtener los resultados en este estudio, se realizó previo a ubicar el ensayo experimental en campo un muestreo de suelos del área destinada para el efecto en la Finca El Tintero, y dichas muestras se analizaron en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Cuadro 26A).

Los resultados del análisis de suelo (cuadro 20) corroboran el planteamiento del problema indicando que los suelos presentan un pH de 8.3 en 10 centímetros de profundidad y de 8.4 a 20 centímetros de profundidad. Para el caso del Fe, su contenido en el suelo es inferior a los contenidos óptimos, pero aún así aunque la disponibilidad sea deficiente, dicho elemento no está disponible para la planta debido a que el pH alcalino lo insolubiliza.

Cuadro 20. Análisis de suelo donde se estableció el experimento a finca El Tintero, 2005.

Identificación	pH	mg·kg ⁻¹		Cmol ⁽⁺⁾ /kg ⁻¹		mg·kg ⁻¹			
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
		12-16	120-150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15
Circuito 24 (0-0.10)	8.3	132	255	10.92	6.94	0.5	3.0	6.0	32.5
Circuito 24 (0.10-0.20)	8.4	134	200	9.05	6.08	0.5	1.0	6.5	23.5

Fuente: Record de Registros Técnicos Finca El Tintero, 1998 – 2004.

Conforme la metodología de establecimiento y el manejo de los tratamientos los resultados observados se describen en el cuadro 21, el cual presenta las concentraciones de Fe (mg·kg⁻¹) resultado de los diferentes tratamientos en cada una de las repeticiones del ensayo, cuadro 27A.

Cuadro 21. Resultados de los niveles de concentración de Fe en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ en el tejido foliar en los diferentes tratamientos evaluados en el ensayo experimental en la Finca El Tintero.

Identificación				Fe en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$		
				Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Tratamiento 1	0.2 % de Fe	SO_4^-	Foliar	125	150	175
Tratamiento 2	0.2 % de Fe	SO_4^-	Al tronco	60	100	90
Tratamiento 3	0.2 % de Fe	NO_3^-	Foliar	130	145	180
Tratamiento 4	0.2 % de Fe	NO_3^-	Al tronco	90	75	80
Tratamiento 5	0.4 % de Fe	SO_4^-	Foliar	150	235	250
Tratamiento 6	0.4 % de Fe	SO_4^-	Al tronco	105	130	130
Tratamiento 7	0.4 % de Fe	NO_3^-	Foliar	150	175	195
Tratamiento 8	0.4 % de Fe	NO_3^-	Al tronco	50	75	85
Tratamiento 9	0.6 % de Fe	SO_4^-	Foliar	215	415	275
Tratamiento 10	0.6 % de Fe	SO_4^-	Al tronco	105	110	100
Tratamiento 11	0.6 % de Fe	NO_3^-	Foliar	220	195	205
Tratamiento 12	0.6 % de Fe	NO_3^-	Al tronco	175	180	100

Para determinar si existió diferencia significativa en los tratamientos se realizó un análisis de varianza a los diferentes tratamientos evaluados encontrándose que sí existe diferencia significativa en los tratamientos estudiados. Así mismo, se encontró diferencia significativa en el factor A que corresponde a las dosis evaluadas y en el factor C forma de aplicación del hierro. En cuanto a las interacciones solo se encontró diferencia significativa en la triple interacción de los factores evaluados: dosis, fuentes y forma de aplicación (cuadro 22).

Cuadro 22. Análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F tabulada	Coefficiente de variación
Bloques	2	7405.555	3702.777	1.566 ns	3.44	
Tratamientos	11	146707.639	13337.058	5.643 *	2.26	
Factor A	2	34143.055	17071.527	7.223 *	3.44	
Factor B	1	4784.027	4784.027	2.024 ns	4.30	
Factor C	1	84584.027	84584.027	34.789 *	4.30	
AB	2	3043.057	1521.528	0.643 ns	3.44	
AC	2	4959.723	2479.861	1.049 ns	3.44	
BC	1	3906.251	3906.251	1.652 ns	4.30	
ABC	2	11287.499	5643.749	2.387 *	3.44	
Error	22	51994.445	2363.383			
Total	35	206107.639				

* = Existe diferencia significativa

ns = No existe diferencia significativa

Análisis elaborado con un 95% de confiabilidad y un 0.5% grado de significancia.

La prueba de medias de Tukey indica que los mejores tratamientos fueron tres: el tratamiento 9 (0.6% de Fe utilizando como fuente SO_4^- , aplicado en forma foliar), el tratamiento 5 (0.4% de Fe utilizando como fuente SO_4^- , aplicado en forma foliar) y el tratamiento 11 (0.6% de Fe utilizando como fuente NO_3^- , aplicado en forma foliar), los cuales reportaron en promedio 301.7, 211.7 y 206.7 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ respectivamente.

Los tratamientos que reportaron los menores contenidos de Fe foliar fueron: el tratamiento 2 (0.2% de Fe utilizando como fuente SO_4^- , aplicado al tronco), el tratamiento 4 (0.2% utilizando como fuente NO_3^- aplicado al tronco) y el tratamiento 8 (0.4% de Fe utilizando como fuente NO_3^- aplicado al tronco), los cuales reportaron en promedio 83.33, 81.67 y 70 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ respectivamente. El resto de tratamientos evaluados reportaron contenido de Fe foliar entre 105 a 173.3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Claramente se observó que la forma de aplicación foliar fue la que reportó los mejores resultados del contenido de Fe contrario con las aplicaciones al tronco que reportaron los resultados más bajos, lo que se puede visualizar en la figura 4.

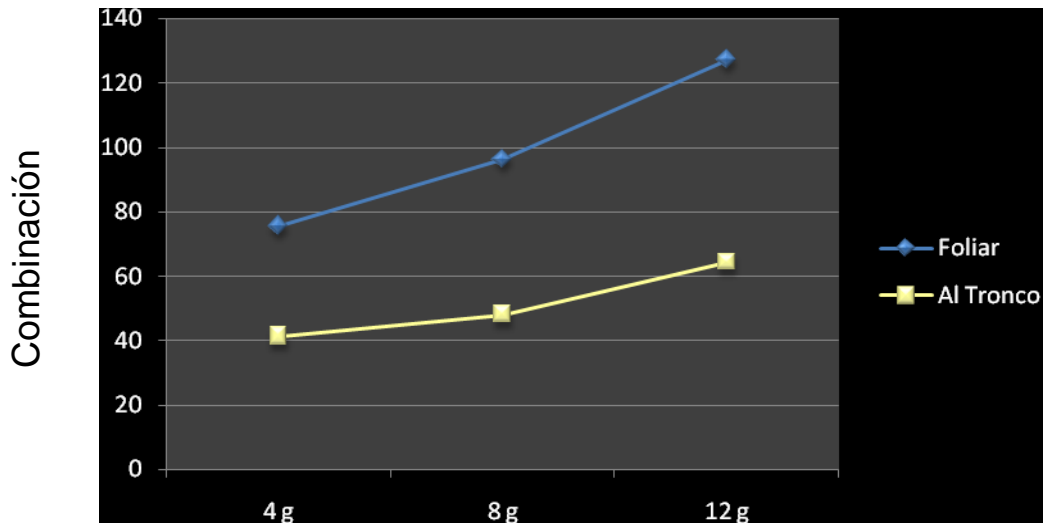


Figura 4. Comparación entre la combinación de las diferentes aplicaciones de sulfato de hierro y nitrato de hierro a diferentes concentraciones (0.2%, 0.4% y 0.6% respectivamente).

Cuadro 23. Medias de $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de hierro de los tratamientos evaluados y resultado de la comparación entre los bloques.

No. Tratamiento	Tratamiento			Media ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de Fe)	Grupo Tukey
	Dosis (g)	Fuente	Forma de Aplicación		
9	12	Sulfato	Foliar	301.7	A
5	8	Sulfato	Foliar	211.7	A
11	12	Nitrato	Foliar	206.7	A
7	8	Sulfato	Foliar	173.3	B
12	12	Nitrato	Al Tronco	151.7	B
3	4	Nitrato	Foliar	151.7	B
1	4	Sulfato	Foliar	150.0	B
6	8	Sulfato	Al Tronco	121.7	B
10	12	Sulfato	Al Tronco	105.0	B
2	4	Sulfato	Al Tronco	83.33	C
4	4	Nitrato	Al Tronco	81.67	C
8	8	Nitrato	Al Tronco	70.0	C

Nótese que el tratamiento 13 o testigo al cual no se le aplicó ningún tipo de fuente que le proveyera hierro, la planta de mango absorbió de la misma manera el Fe del suelo que los tratamientos 2, 4 y 8 que son las concentraciones más bajas de la fuente de nitrato.

Cuadro 24. Análisis de medias de Tukey para el análisis de bloques al azar para comparar las combinaciones contra el testigo.

Tratamientos	Media de Yj	Grupos Tukey	
9	301,667	a	
5	211,667	a	b
11	206,667	a	b
7	173,333		b
3	151,667		b
12	151,667		b
1	150,000		b
6	121,667		b
10	105,000		b
13	91,667		b c
2	83,333		c
4	81,667		c
8	70,000		c

En la figura 5 se presenta que la concentración de 4g de Fe en ambas fuentes es absorbida por el cultivo de mango de igual manera. Mientras que la concentración de 8 g presenta una mejor absorción cuando es aplicada con la fuente de sulfato, presentando el nitrato a esta concentración una absorción similar a lo que se aplicó a una concentración de 4g de nitrato. En cuanto a la concentración de 12 g de hierro esta presentó mayor cantidad en el tejido foliar en la absorción de las dos fuentes, pero el sulfato muestra un incremento de absorción a diferencia de la fuente de nitrato.

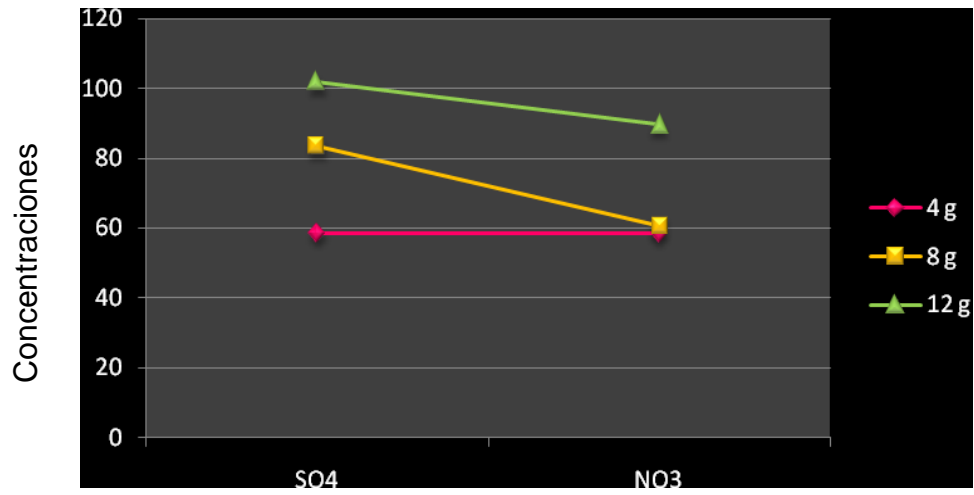


Figura 5. Comportamiento de la relación entre las fuentes utilizadas para aportar el hierro al cultivo (sulfato y nitrato) contra las concentraciones de aplicaciones de Fe.

2.9 CONCLUSIONES

- a. Con base a los análisis estadísticos practicados se concluye que los mejores tratamientos fueron tres: el tratamiento 9 (0.6% de Fe utilizando como fuente SO_4^- , aplicado en forma foliar), el tratamiento 5 (0.4% de Fe utilizando como fuente SO_4^- , aplicado en forma foliar) y el tratamiento 11 (0.6% de Fe utilizando como fuente NO_3^- , aplicado en forma foliar), los cuales reportaron en promedio 301.7, 211.7 y 206.7 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ respectivamente de Fe en los análisis foliares.
- b. En esta investigación se determinó que la forma de aplicación del hierro debe ser vía foliar ya que en los tres tratamientos con la mejor respuesta el Fe se aplicó por esta vía.
- c. Las dos fuentes de Fe evaluadas, el nitrato (NO_3^-) y el sulfato (SO_4^-) de hierro que se utilizaron en este ensayo, al no reportar diferencia significativa, implica que pueden utilizarse indistintamente en este cultivo con fines de fertilización de este micronutriente.

2.10 RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación sugieren que:

1. El manejo agronómico para la aplicación del micronutriente Fe debe de ser vía foliar de la fuente de sulfato de hierro a una concentración del 0.6% distribuido en tres dosificaciones para obtener así en promedio una concentración de Fe de $75.41 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ en la etapa de plena floración.
2. La corrección de los niveles de Fe en la planta mantendrán un adecuado desempeño productivo debido a que los árboles responderán mejor a sus necesidades en la etapa fenológica de brotación vegetativa para que el Fe forme clorofila y transporte el oxígeno de una forma óptima. Así como también este micronutriente podrá ser de mayor provecho al momento de actuar en sistemas enzimáticos que actúan en los procesos de respiración y fotosíntesis.

2.11 BIBLIOGRAFÍA

1. Agropecstar.com. 2005. Conceptos de fertilidad y productividad del suelo (en línea). Chapingo, Montecillos, México. Consultado 13 mar. 2005. Disponible en <http://www.agropecstar.com/portal/doctos/agronomia.htm>
2. Bertsch, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
3. Cochran, W; Cox, G. 1983. Diseños experimentales. Trad. por Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura Chapingo, México. México, Trillas. p. 177-214.
4. Foth, H. 1987. Fundamentos de la ciencia del suelo. Trad. Antonio Ambrosio. México, CECSA. 433 p.
5. Galán S, V. 1999. El cultivo del mango. Madrid, España, Mundi-Prensa. 298 p.
6. Infoagro.com. 2002. El cultivo del mango (en línea). España. Consultado 13 de marzo 2005. Disponible en www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/mango.asp
7. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, MX). 1996. Manual para cultivar mango en la planicie costera del golfo de México. México, INIFAP, Folleto Técnico no. 15. 130 p.
8. Lalatta, F. 1999. Fertilización de árboles frutales. España, CEAC. 171 p.
9. Little, T; Hills, F. 1987. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. por Antonio de Paula Crespo. California, US, Trillas. 270 p.
10. Mora, A; Téliz, D; São, A. 2002. El mango: manejo y comercialización. México, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. 132 p.
11. Morea, L. 1997. El cultivo del mango (en línea). España. Consultado 13 mar. 2005. Disponible en <http://monografias.com/trabajos14/mango/mango.shtml>
12. Mortvedt, J; Giordano, P; Lindsay, W. 1983. Micronutrientes en agricultura. 3 ed. Trad. por Cristina Vaqueiro Garibay. México, AGT. 740 p.
13. Navas, F. 2004. La industria del mango en Guatemala. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura, Revista El Sembrador, mayo:14-15.

14. Navas, F. 2005. Conceptualización del cultivo del mango en Guatemala (entrevista). Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, Empresa El Tintero, Administrador.
15. Quintero, C. 1995. Clorosis férrica en suelos calcáreos: resumen, traducción y adaptación del artículo de Konrad Menguel, "Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soil (en línea). *Nutrition in Soils and Plants* 165(2):389-397. Consultado 14 ago 2010. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Clorosis%20Ferrica%20en%20Suelos%20Calcareos.asp>
16. Sacbajá, A. 2004. Informe de las actividades con fines de fertilidad realizadas en la finca El Tintero. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, Finca El Tintero. s.p.
17. Sacbajá, A. 2005. Nutrición vegetal del cultivo del mango en la finca El Tintero (entrevista). El Jícaro, El Progreso, Guatemala, Finca El Tintero, Asesor Agrícola.
18. Sacbajá, A; Cabrera, V. 2004. Análisis de suelos, propuestas y recomendaciones para el sistema de riego de micro-aspersión para la finca El Tintero. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, Finca El Tintero. s.p.
19. Sánchez, P. 1999. Manejo integrado del aguacate: una alternativa para incrementar la productividad y calidad del fruto. *In Conferencias: nutrición de mango y el aguacate (1999, GT)*. Guatemala, CONCYT. 66 p.
20. Sandoval, G. 2005. Manejo del cultivo del mango en la finca El Tintero (entrevista). El Jícaro, El Progreso, Guatemala, Finca El Tintero, Administrador.
21. SEA (Ministerio de Agricultura, Secretaría de Estado de Agricultura, RD). 2001. El mango (en línea). República Dominicana. p. 2. Consulta 13 mar 2005. Disponible en www.agricultura.gob.do/Default.aspx?PageContentID=35&tabid=147
22. Sergent, E. 1999. El cultivo del mango (*Mangifera indica* L.) botánica, manejo y comercialización (en línea). Caracas, Venezuela, Universidad Central de Venezuela - Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. 310 p. Consultado 15 ago 2010. Disponible en http://books.google.com/books?id=wjkAXsaeSg0C&pg=PA38&dq=mango+tommy+atkins&hl=es&ei=iVAZTeHiEoH78AbaudHfDQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=0CDUQ6AEwBA#v=onepage&q&f=false
23. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.
24. Sitún, M. 2005. Investigación agrícola, guía de estudio. Guatemala, ENCA. 137 p.

2.12 ANEXOS

JGAR FINCA EL TINTERO, EL JICARO.
EPARTAMENTO EL PROGRESO.

ONTENIDO
ROYECTO DE RIEGO MICRO- ASPERSIÓN

EVALUACIÓN /REVISIÓN: ING.VICTOR CABRERA ADMÓN./ OPERACIÓN ING. GUSTAVO SANDOVAL LEVANTO: L. MORAN	FECHA: AGOST2003 ESCALA: 1:6000 HOJA:
---	---

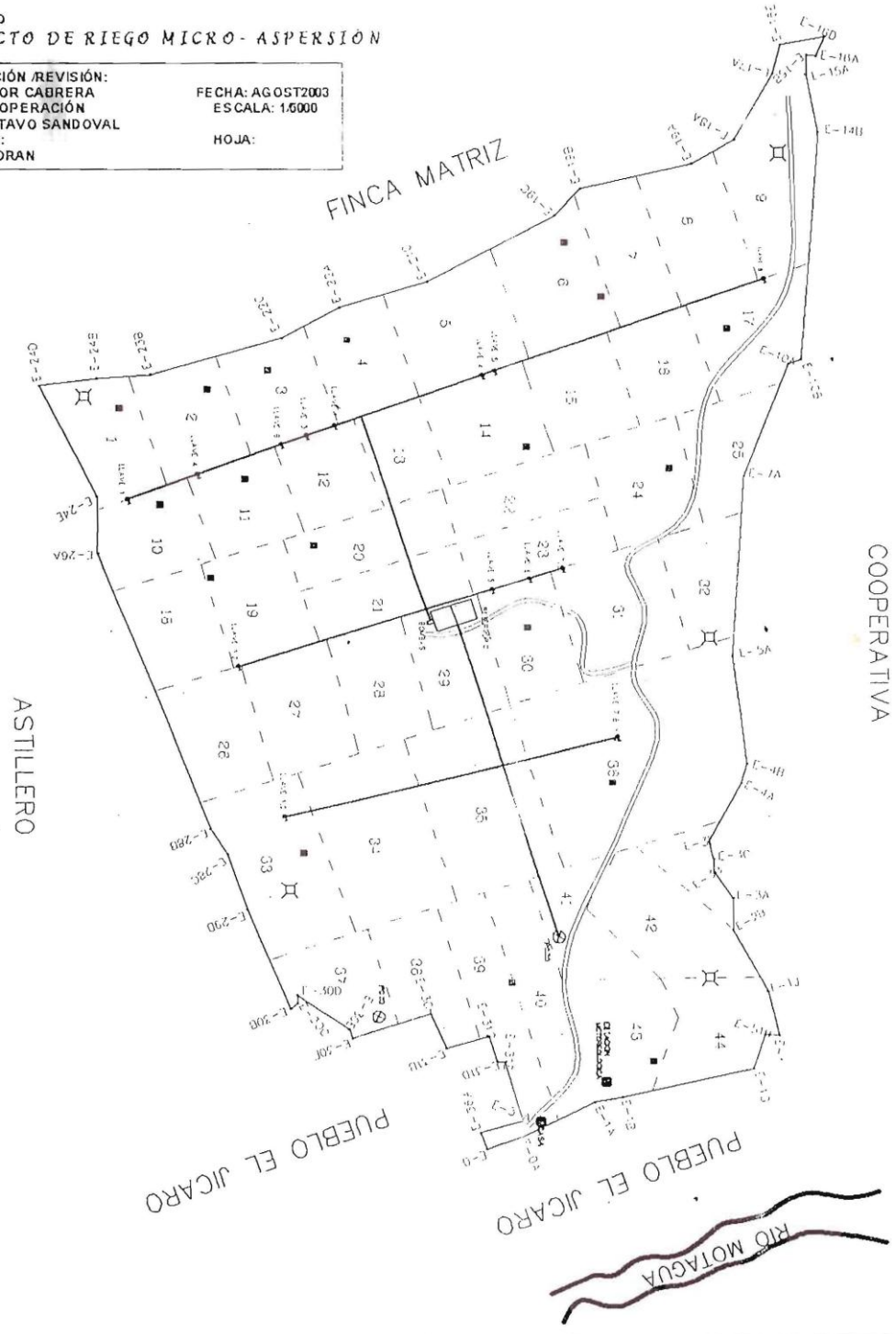


Figura 6 A. Plano de la finca El Tintero, ubicada en El Júcaro, El Progreso, Guatemala, C.A.

2.12 ANEXOS

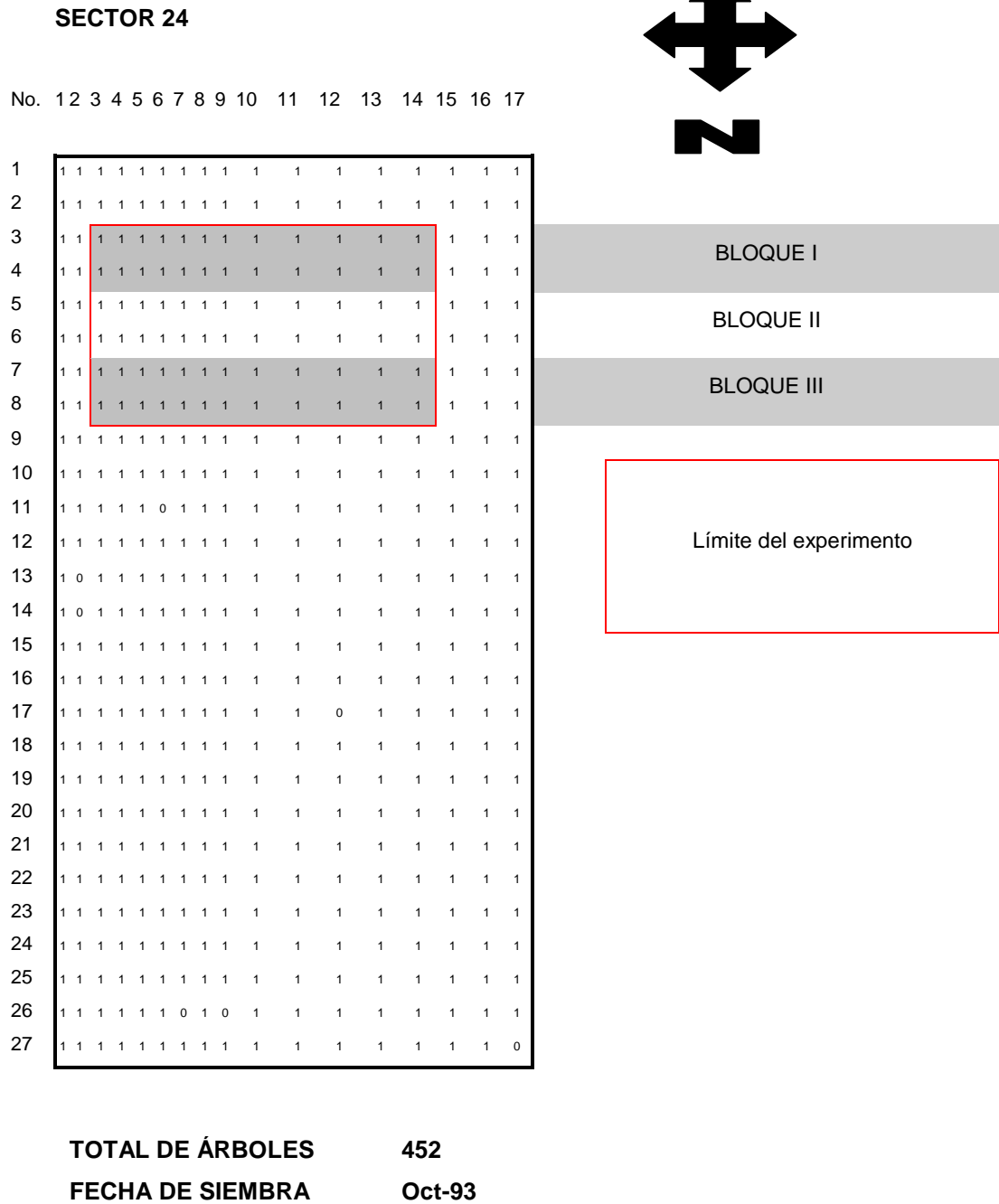


Figura 7 A. Plano del sector en donde se realizo el experimento en la finca El Tintero, El Júcaro, El Progreso, Guatemala, C.A.

2.12 ANEXOS



Figura 8 A. Evidencia visual de deficiencia de Fe en el cultivo de mango.



Figura 9 A. Deficiencia del micronutriente.

2.12 ANEXOS



Figura 10 A. Aplicación del micronutriente Fe al follaje.



Figura 11 A. Aplicación del micronutriente Fe en el tronco.

2.12 ANEXOS

Cuadro 25. Análisis foliar del sector en estudio previo a montar el ensayo experimental.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA
"SALVADOR CASTILLO ORELLANA"
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA CENTROAMERICA

INTERESADO: TINTERO S.A
PROCEDENCIA: FCA TINTERO, EL PROGRESO
CULTIVO: MANGO
FECHA: 25/7/05

IDENT	%					Ppm					
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn	B
FeR1	1.46	0.17	1.19	0.88	0.26	400	40	20	70	30	22.0
FeR2	1.25	0.15	1.13	1.06	0.31	325	40	20	70	45	14.0
FeR3	1.34	0.13	1.00	1.06	0.31	325	40	55	80	35	36.0
ZnR1	1.43	0.15	1.19	0.88	0.25	65	50	20	50	30	13.0
ZnR2	1.54	0.15	1.00	0.94	0.27	65	55	30	70	30	28.0
ZnR3	1.41	0.17	1.06	1.13	0.28	80	15	20	60	40	17.0
Zn+FeR1	1.40	0.14	1.00	1.38	0.28	65	70	35	90	50	32.0
Zn+FeR2	1.37	0.14	1.06	1.31	0.28	55	55	20	60	35	20.0
Zn+FeR3	1.49	0.14	1.19	1.19	0.26	60	60	25	80	25	21.0

2.12 ANEXOS

Cuadro 26. Análisis de suelo del sector en estudio previo a montar el ensayo experimental.

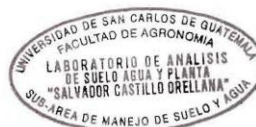
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA
"SALVADOR CASTILLO ORELLANA"
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA CENTROAMERICA

INTERESADO: FINCA EL TINTERO
PROCEDENCIA: EL JICARO, EL PROGRESO
FECHA DE INGRESO: 25/7/05

IDENT	pH	Ppm		Meq/100 gr.		Ppm			
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
Rango Medio		12-16	120-150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15
CIRCUITO 24 (10CM)	8.3	132	255	10.92	6.94	0.5	3.0	6.0	32.5
CIRCUITO 24 (20CM)	8.4	134	200	9.05	6.07	0.5	1.0	6.5	23.5



Apartado Postal 1,545 Tels.Planta (502) 476-0790 al 4 Tel/Fax (502) 476-9770.
E-mail: usacagro.agro@usac.edu.gt
<http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>

2.12 ANEXOS

Cuadro 27. Resultado final del análisis foliar después del ensayo experimental en la Finca El Tintero.

INTERESADO: TINTERO S.A
ENCARGADO: CAROLINA VARGAS
PROCEDENCIA: EL JICARO, EL PROGRESO
FECHA DE INGRESO: 26/01/06
CULTIVO: MANGO

IDENT	%				ppm				
	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
R1T1	0.09	0.81	2.56	0.38	425	45	15	125	80
R1T2	0.08	0.63	2.50	0.38	400	80	15	60	75
R1T3	0.08	0.63	2.63	0.33	400	85	15	130	105
R1T4	0.08	0.75	2.50	0.36	500	55	25	90	110
R1T5	0.10	0.75	2.31	0.38	425	40	15	150	65
R1T6	0.08	0.69	2.38	0.35	475	60	40	105	85
R1T7	0.09	0.75	2.31	0.34	450	55	20	150	85
R1T8	0.09	0.75	2.19	0.40	375	50	15	50	55
R1T9	0.08	0.63	2.50	0.31	425	50	25	215	105
R1T10	0.09	0.69	2.38	0.34	450	70	35	105	100
R1T11	0.10	0.69	2.44	0.36	425	70	20	220	85
R1T12	0.09	0.69	2.63	0.38	450	50	25	175	95
R1T13	0.09	0.81	2.38	0.37	525	85	30	105	90

INTERESADO: TINTERO S.A
ENCARGADO: CAROLINA VARGAS
PROCEDENCIA: EL JICARO, EL PROGRESO
FECHA DE INGRESO: 26/01/06
CULTIVO: MANGO

IDENT	%				ppm				
	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
R2T1	0.08	0.88	2.31	0.41	475	60	30	150	80
R2T2	0.08	0.56	3.13	0.35	450	50	30	100	95
R2T3	0.10	1.00	2.56	0.38	425	75	25	145	95
R2T4	0.09	0.75	2.56	0.37	400	60	30	75	100
R2T5	0.08	0.81	2.94	0.36	475	60	35	235	120
R2T6	0.10	0.75	2.56	0.35	400	110	50	130	110
R2T7	0.09	0.94	2.38	0.32	425	70	25	175	70
R2T8	0.08	0.75	2.38	0.31	400	70	20	75	85
R2T9	0.09	0.81	2.81	0.37	475	70	35	415	100
R2T10	0.09	0.81	2.63	0.31	525	65	40	110	110
R2T11	0.10	0.75	2.63	0.34	475	90	30	195	90
R2T12	0.10	0.88	3.56	0.33	550	75	30	180	130
R2T13	0.08	0.69	2.88	0.36	425	55	25	80	125

2.12 ANEXOS

INTERESADO: TINTERO S.A
ENCARGADO: CAROLINA VARGAS
PROCEDENCIA: EL JICARO, EL PROGRESO
FECHA DE INGRESO: 26/01/06
CULTIVO: MANGO

IDENT	%				ppm				
	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
R3T1	0.08	0.75	2.69	0.38	500	55	35	175	105
R3T2	0.08	0.75	2.75	0.26	500	65	45	90	110
R3T3	0.09	0.69	2.63	0.39	475	100	45	180	85
R3T4	0.09	0.75	2.44	0.34	425	80	20	80	80
R3T5	0.10	0.75	2.50	0.28	475	70	30	250	80
R3T6	0.09	0.75	2.56	0.33	425	120	50	130	105
R3T7	0.09	0.81	3.38	0.36	475	50	35	195	75
R3T8	0.08	0.75	2.50	0.34	475	35	25	85	115
R3T9	0.09	0.88	2.38	0.33	425	75	35	275	95
R3T10	0.09	0.69	2.38	0.33	425	95	35	100	100
R3T11	0.09	0.69	2.19	0.34	450	105	65	205	80
R3T12	0.09	0.81	2.19	0.38	425	60	30	100	80
R3T13	0.08	0.69	2.94	0.32	500	120	30	90	120

2.12 ANEXOS

Cuadro 28. Análisis de varianza para el diseño de bloques al azar con arreglo trifactorial.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: VAR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	154113,194 ^a	13	11854,861	8,843	,000
Intercept	817517,361	1	817517,361	609,789	,000
BLOQUES	7405,556	2	3702,778	2,762	,085
A	34143,056	2	17071,528	12,734	,000
B	4784,028	1	4784,028	3,568	,072
C	84584,028	1	84584,028	63,091	,000
A * B	3043,056	2	1521,528	1,135	,340
A * C	4959,722	2	2479,861	1,850	,181
B * C	3906,250	1	3906,250	2,914	,102
A * B * C	11287,500	2	5643,750	4,210	,028
Error	29494,444	22	1340,657		
Total	1001125,000	36			
Corrected Total	183607,639	35			

a. R Squared = ,839 (Adjusted R Squared = ,744)

Cuadro 29. Análisis de varianza para el diseño de bloques al azar.

Fuente de variación	de Grados de Libertad	de Suma de Cuadrados	de Cuadrados Medios	Valor de F	F tabla
BLOQUES	2	6050.000000			
TRATAMIENTOS	12	156356.4103	13029.70085	10,033*	2.18
ERROR EXPE.	24	31166.666667	1298.611111		
TOTAL	38	193573.0769			



3.1 PRESENTACIÓN

La finca El Tintero ubicada hacia el oriente del país, en el kilómetro 99 carretera al Atlántico en jurisdicción del municipio de El Jícaro, El Progreso, Guatemala. Fue plantada desde hace aproximadamente 10 a 12 años con el fin específico de ser una plantación de mango de exportación del cultivar Tommy Atkins para la comercialización hacia los Estados Unidos de América.

Encontrando previamente en el capítulo I del presente documento, varios factores que influyen en el desarrollo del cultivo dentro de la finca, determinando que los más recurrentes e importantes son las características físicas y químicas del suelo, las cuales influyen directamente en la absorción de los nutrientes por el cultivo.

Así mismo, también se encontraron aspectos como la salinidad del agua, enfermedades, malezas, plagas, características en el desarrollo del fruto para obtener un buen rendimiento en la cosecha y condiciones agroecológicas.

Con el fin de apoyar en la mitigación de la problemática, se plantearon diversos servicios que apoyaran en el control y fortalecimiento del desarrollo de las diferentes actividades que se desarrollan dentro de la finca.

3.2 SERVICIOS PRESTADOS

3.2.1 Supervisión de fertirriego en la etapa de amarre y desarrollo de fruto de mango (*M. indica* cv. Tommy Atkins) en la finca El Tintero.

Actualmente la finca cuenta con un sistema de micro-aspersión, siendo este sistema aprovechado no sólo para proveer agua al cultivo, sino que para optimizar aplicación y reducir mano de obra en la aplicación de nutrientes a la planta.

3.2.1.1 Objetivos:

Contribuir en la supervisión de aplicación de fertilizantes en el sistema de fertirriego.

3.2.1.2 Metodología:

- Se llevó un control del fertilizante aplicado, así como el área aplicada.
- Determinación del tiempo requerido para la aplicación de fertilizantes.

3.2.1.3 Duración:

Para la realización de dicha práctica 21 días fueron necesarios para la aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio para toda el área de la finca. Esta aplicación se inició el 8 de febrero y se concluyó el 3 de marzo. Esta actividad fue interrumpida por 1 día debido a problemas en tuberías.

3.2.1.4 Resultados:

La fertilización realizada en esta etapa fenológica del cultivo, se llevó a cabo en 21 días, debido a que se aplicaron tres diferentes fuentes N – P – K.

Según recomendación del asesor en fertilidad y del administrador de la finca se deben de aplicar cantidades específicas de cada una de las fuentes, determinando la cantidad de gramos por árbol a aplicar:

Cuadro 30. Cantidad de cada elemento a aplicar en la plantación

Elemento	Fuentes	g/árbol
N	46-0-0	272
P	18-46-0	163
K	0-0-60	163

Para la aplicación de estos productos vía riego se utilizaron dos jornales más la persona encargada de riego. Para llevar un control de las aplicaciones de los fertilizantes se elaboró una tabla para la persona encargada de riego, para llevar un control de las aplicaciones así como del producto a aplicar por circuito en la finca:

Bloque	Circuito	No. Árboles	Lb de 46-0-0 / circuito	Lb de 18-46-0 / circuito	Lb de 0-0-60 / circuito
III 3470 ÁRBOLES	1	378	226	136	136
	2	497	297	178	178
	3	548	328	197	197
	6	398	238	143	143
	7	475	284	170	170
	8	545	326	195	195
	9	629	376	226	226
II 5242 ÁRBOLES	11	500	299	179	179
	12	452	270	162	162
	13	477	285	171	171
	14	346	207	124	124
	15	439	263	157	157
	16	502	300	180	180
	17	527	315	189	189
	20	425	254	152	152
	22	419	251	150	150

Bloque	Circuito	No. Árboles	Lb de 46-0-0 / circuito	Lb de 46-0-0 / circuito	Lb de 46-0-0 / circuito
II 5242 ÁRBOLES	22	419	251	150	150
	23	279	167	100	100
	24	452	270	162	162
	25	424	254	152	152
I 6576 ÁRBOLES	28	137	82	49	49
	29	304	182	109	109
	30	344	206	123	123
	31	510	305	183	183
	32	63	38	23	23
	34	271	162	97	97
	35	669	400	240	240
	36	785	470	282	282
	37	251	150	90	90
	38	346	207	124	124
	39	526	315	189	189
	40	763	457	274	274
	41	423	253	152	152
	42	659	394	236	236
	43	204	122	73	73
	44	321	192	115	115



Figura 12. Equipo para aplicación de fertiriego



Figura 13. Control en la aplicación de las diferentes fuentes de nutrientes

3.2.2 Control de crecimiento del fruto de mango con diferentes características topográficas e hídricas.

Debido a la gran diversidad de suelos y de zonas topográficas de la Finca El Tintero, se realizaron pruebas de diferentes tiempos de aplicación de riego, para encontrar tiempos adecuados para incrementar el crecimiento del fruto.

3.2.2.1 Objetivos:

Medir el incremento del fruto de mango de diversos tamaños por un tiempo definido.

3.2.2.2 Metodología:

- Seleccionar las áreas en las cuales se va a llevar el control de frutos.
- Seleccionar 10 árboles de cada área establecida, en los cuales se deberán marcar 10 frutos.
- Medir semanalmente el crecimiento del fruto de diferentes tamaños.
- Tomar datos y tabularlos, para encontrar diferencia de crecimiento.

3.2.2.3 Duración:

Este proyecto se ejecuto en 18 días abarcando los meses de febrero a inicios de marzo, para la toma de datos.

3.2.2.4 Resultados:

Los circuitos a realizar las pruebas fueron seleccionadas por el Gerente de la empresa y el Ingeniero administrador de la finca, en las cuales se dividieron en dos diferentes cantidades de horas / riego (5 y 6 horas), así mismo se tomaron circuitos en condiciones topográficas y edáficas similares, dividiendo la finca en cuatro áreas:

Circuito	Horas de riego
2	5
20 – 22	
23 - 28 – 29	
39 – 42	

Circuito	Horas de riego
1	6
24 - 25	
31 - 30	
34 - 37 - 44	

En cada circuito seleccionado se seleccionaron 5 árboles, de los cuales se tomaron de cada uno 10 frutos de diferentes tamaños, para medirles el crecimiento cada semana con la lamina de riego aplicada. Los rangos de tamaño en centímetros a medir fueron de:

- 1.0 – 1.9
- 2.0 – 3.9
- 4.0 – 5.9
- 6.0 – 7.9
- 8.0 – 10.0

Los resultados del crecimiento solo fue medido en tres semanas debido a la cercanía de la cosecha, por lo que en algunos de los circuitos se logró determinar que si existía diferencia debido a la lamina de riego aplicada, pero se determinó según ingeniero especialista en análisis estadísticos que estos resultados debían de tomarse con mayor tiempo, por lo que este estudio servirá la próxima temporada para trabajar las diferentes áreas de la finca con diferentes cantidades de riego a aplicar, para observar si el fruto del mango tiene respuestas significativas medibles.

Circuito/Hora de Riego	Tamaño (cm)	Semana 1	Semana 2	Semana 3
		7 días	14 días	21 días
1 / 6 horas	1.0 - 1.9	1,5	2,3	3,7
	2.0 - 3.9	2,6	3,7	5,4
	4.0 - 5.9	4,9	6,8	7,4
	6.0 - 7.9	6,7	8,3	9,0
	8.0 - 10.0	8,7	10,5	11,0
2 / 5 horas	1.0 - 1.9	1,6	2,1	0,0
	2.0 - 3.9	2,9	4,2	4,8
	4.0 - 5.9	4,8	6,9	7,0
	6.0 - 7.9	6,8	8,2	8,8
	8.0 - 10.0	8,6	10,1	10,6
20 – 22 / 5 horas	1.0 - 1.9	1,5	2,1	0,0
	2.0 - 3.9	2,7	3,3	3,7
	4.0 - 5.9	4,3	5,1	6,0
	6.0 - 7.9	6,6	8,6	9,9
	8.0 - 10.0	9,0	10,0	10,7

Circuito/Hora de Riego	Tamaño (cm)	Semana 1	Semana 2	Semana 3
		7 días	14 días	21 días
24 – 25 / 6 horas	1.0 - 1.9	1,3	1,6	0,0
	2.0 - 3.9	2,9	4,1	5,1
	4.0 - 5.9	5,0	5,6	5,7
	6.0 - 7.9	6,8	8,1	9,2
	8.0 - 10.0	9,4	10,5	10,8
23 - 28 – 29 / 5 horas	1.0 - 1.9	1,5	2,1	3,4
	2.0 - 3.9	3,1	3,7	0,0
	4.0 - 5.9	4,8	5,2	6,0
	6.0 - 7.9	7,4	8,1	8,9
	8.0 - 10.0	9,3	10,2	10,5
31 – 30 / 6 horas	1.0 - 1.9	1,5	2,3	4,1
	2.0 - 3.9	2,9	4,2	5,8
	4.0 - 5.9	4,9	6,0	7,1
	6.0 - 7.9	6,7	7,4	7,1
	8.0 - 10.0	9,6	10,6	11,3
39 – 42 / 5 horas	1.0 - 1.9	1,5	2,3	2,5
	2.0 - 3.9	3,2	3,4	3,7
	4.0 - 5.9	4,8	5,9	5,1
	6.0 - 7.9	6,9	7,8	8,7
	8.0 - 10.0	9,0	9,7	9,5
34 - 37 – 44 / 6 horas	1.0 - 1.9	1,6	2,3	3,4
	2.0 - 3.9	2,9	3,6	5,5
	4.0 - 5.9	5,1	5,9	8,1
	6.0 - 7.9	6,7	8,2	8,5
	8.0 - 10.0	8,9	10,4	10,5



Figura 14. Ejemplo de frutos para el control de crecimiento del mango, i) Inicio de fructificación (fruto de 1.0 – 1.9 cm); ii) Fruto de 2.0 – 3.9 cm; iii) Fruto de 4.0 – 5.9 cm; iv) Fruto de 6.0 – 7.9 cm

3.2.3 Control de calidad en preselección de mango para exportación

El fruto cosechado en la finca, es enviado a la planta de tratamiento hidrotérmico de la empresa, por lo que el control de calidad del fruto debe de empezar desde la finca, en el cual la fruta se selecciona de acuerdo a los requerimientos que en la planta se determinen.

3.2.3.1 Objetivos:

Determinar las causas principales de rechazo del fruto en la pre-selección del mango en la finca.

3.2.3.2 Metodología:

- a. Llevar control del mango cosechado, por día.
- b. Seleccionar las diferentes causas de rechazo en finca.
- c. Tabular los datos obtenidos por día.

3.2.3.3 Duración:

El inicio de la cosecha empezó el día 11 de marzo del 2005.

3.2.3.4 Resultados:

El fruto después de ser cosechado en el árbol se lleva a un área en la cual este pasaba por un proceso de lavado para después ser seleccionado por personal de campo.

De la selección del mango con características adecuadas para la exportación del mismo se separa el fruto al cual se le llama de rechazo, siendo este seleccionado por diferentes causas: tamaño pequeño, quemadura por el sol, pepita negra, daño mecánico, verde (no ha llegado a su punto óptimo de corte), maduro, rayado por viento, deformación y manchado.

Llevando un registro diario del mango tanto cosechado como rechazado.

Fecha	Circuito	UNIDAD DE CAMPO	CANASTA DE EXPORTACIÓN	Unidad de Exportación	% DE RECHAZO															Unidad de Rechazo	% DE RECHAZO TOTAL					
					Tamaño		Quemadura		Pepita Negra		Daño mecánico		Grado de madurez		Deformación		Manchas		Cunitas			Rayado		Verde		
11-mar	17	1422	44	1313	5	0,35%	1	0,07%	6	0,42%	29	2,04%	1	0,07%	6	0,42%		0,00%	30	2,11%	31	2,18%	0	0,00%	109	7,7%
	9	3314	102	3060	29	0,88%	6	0,18%	38	1,15%	43	1,30%		0,00%	21	0,63%		0,00%	85	2,56%	32	0,97%	0	0,00%	254	7,7%
	16	574	19	551	2	0,35%	1	0,17%	4	0,70%	5	0,87%		0,00%	2	0,35%		0,00%	7	1,22%	2	0,35%	0	0,00%	23	4,0%
	8	905	29	870	3	0,33%		0,00%	6	0,66%	7	0,77%		0,00%	4	0,44%		0,00%	11	1,22%	4	0,44%	0	0,00%	35	3,9%
12-mar	39	2626	84	2520	16	0,61%	17	0,65%	41	1,56%	19	0,72%		0,00%	2	0,08%		0,00%	7	0,27%	4	0,15%	0	0,00%	106	4,0%
	16	1813	58	1740	11	0,61%	12	0,66%	28	1,54%	13	0,72%		0,00%	1	0,06%		0,00%	5	0,28%	3	0,17%	0	0,00%	73	4,0%
	40	5972	186	5580	74	1,24%	33	0,55%	122	2,04%	62	1,04%	1	0,02%	19	0,32%		0,00%	61	1,02%	20	0,33%	0	0,00%	392	6,6%
	7	1112	35	1050	12	1,08%	5	0,45%	19	1,71%	10	0,90%		0,00%	3	0,27%		0,00%	10	0,90%	3	0,27%	0	0,00%	62	5,6%
	41	3845	121	3630	40	1,04%	18	0,47%	67	1,74%	34	0,88%	1	0,03%	10	0,26%		0,00%	34	0,88%	11	0,29%	0	0,00%	215	5,6%
	25	254	8	240	3	1,18%	1	0,39%	4	1,57%	2	0,79%		0,00%	1	0,39%		0,00%	2	0,79%	1	0,39%	0	0,00%	14	5,5%
	24	350	11	330	4	1,14%	2	0,57%	6	1,71%	3	0,86%		0,00%	1	0,29%		0,00%	3	0,86%	1	0,29%	0	0,00%	20	5,7%
	23	1018	32	960	11	1,08%	5	0,49%	18	1,77%	9	0,88%		0,00%	3	0,29%		0,00%	9	0,88%	3	0,29%	0	0,00%	58	5,7%
	31	1842	58	1740	19	1,03%	9	0,49%	32	1,74%	16	0,87%		0,00%	5	0,27%		0,00%	16	0,87%	5	0,27%	0	0,00%	102	5,5%
42	3023	95	2850	32	1,06%	14	0,46%	56	1,85%	27	0,89%	1	0,03%	8	0,26%		0,00%	26	0,86%	9	0,30%	0	0,00%	173	5,7%	
14-mar	42	4115	133	3990	20	0,49%	9	0,22%	10	0,24%	31	0,75%	3	0,07%	4	0,10%	8	0,19%	10	0,24%	30	0,73%	0	0,00%	125	3,0%
	11	5216	166	4980	66	1,27%	27	0,52%	39	0,75%	39	0,75%	4	0,08%	13	0,25%	5	0,10%	28	0,54%	15	0,29%	0	0,00%	236	4,5%
	44	3137	99	2970	98	3,12%	4	0,13%	14	0,45%	16	0,51%	3	0,10%	5	0,16%	4	0,13%	7	0,22%	16	0,51%	0	0,00%	167	5,3%
	43	2572	82	2460	60	2,33%	3	0,12%	11	0,43%	19	0,74%	1	0,04%	4	0,16%	2	0,08%	3	0,12%	9	0,35%	0	0,00%	112	4,4%
	12	1519	49	1470	23	1,51%	3	0,20%	9	0,59%	5	0,33%	1	0,07%	3	0,20%		0,00%	4	0,26%	1	0,07%	0	0,00%	49	3,2%
	38	4541	147	4410	106	2,33%	10	0,22%	4	0,09%	4	0,09%		0,00%	2	0,04%	1	0,02%	2	0,04%	2	0,04%	0	0,00%	131	2,9%
	37	708	23	690	12	1,69%	1	0,14%	1	0,14%	2	0,28%		0,00%		0,00%		0,00%	1	0,14%	1	0,14%	0	0,00%	18	2,5%
	1	983	32	960	14	1,42%	2	0,20%	2	0,20%	2	0,20%		0,00%	1	0,10%		0,00%	1	0,10%	1	0,10%	0	0,00%	23	2,3%
2	523	17	510	8	1,53%	1	0,19%	1	0,19%	1	0,19%		0,00%		0,00%		0,00%	1	0,19%	1	0,19%	0	0,00%	13	2,5%	

Fecha	Circuito	UNIDAD DE CAMPO	CANASTA DE EXPORTACIÓN	Unidad de Exportación	% DE RECHAZO															Unidad de Rechazo	% DE RECHAZO TOTAL					
					Tamaño		Quemadura		Pepita Negra		Daño mecánico		Grado de madurez		Deformación		Manchas		Cunitas			Rayado		Verde		
15-mar	7	7595	247	7410	42	0,55%	7	0,09%	41	0,54%		0,00%	0,00%	8	0,11%	3	0,04%	53	0,70%	31	0,41%	0	0,00%	185	2,4%	
	2	924	30	900		0,00%	4	0,43%	9	0,97%	5	0,54%	0,00%	2	0,22%		0,00%	2	0,22%	2	0,22%	0	0,00%	24	2,6%	
	3	683	22	660		0,00%	4	0,59%	8	1,17%	5	0,73%	0,00%	2	0,29%		0,00%	2	0,29%	2	0,29%	0	0,00%	23	3,4%	
	22	307	10	300		0,00%	2	0,65%	2	0,65%	1	0,33%	0,00%	1	0,33%		0,00%	1	0,33%		0,00%	0	0,00%	7	2,3%	
	17	8443	277	8310	31	0,37%	2	0,02%	17	0,20%	26	0,31%	0,00%	12	0,14%		0,00%	23	0,27%	22	0,26%	0	0,00%	133	1,6%	
	14	1114	36	1080	13	1,17%	3	0,27%	13	1,17%	1	0,09%	0,00%	3	0,27%		0,00%		0,00%	1	0,09%	0	0,00%	34	3,1%	
	15	771	25	750	9	1,17%	1	0,13%	8	1,04%	1	0,13%	0,00%		0,00%		0,00%	1	0,13%	1	0,13%	0	0,00%	21	2,7%	
16-mar	9	16903	545	16350	135	0,80%	37	0,22%	54	0,32%	57	0,34%	2	0,01%	35	0,21%	84	0,50%	92	0,54%	57	0,34%	0	0,00%	553	3,3%
	30	6792	216	6480	103	1,52%	31	0,46%	49	0,72%	44	0,65%	2	0,03%	12	0,18%	7	0,10%	11	0,16%	53	0,78%	0	0,00%	312	4,6%
	29	10757	344	10320	158	1,47%	46	0,43%	56	0,52%	78	0,73%	1	0,01%	14	0,13%	14	0,13%	23	0,21%	47	0,44%	0	0,00%	437	4,1%
	8	4490	146	4380	35	0,78%	3	0,07%	18	0,40%	16	0,36%	0,00%	4	0,09%	8	0,18%	16	0,36%	10	0,22%	0	0,00%	110	2,4%	
17-mar	16	9318	301	9030	48	0,52%	39	0,42%	49	0,53%	36	0,39%	16	0,17%	18	0,19%	3	0,03%	23	0,25%	56	0,60%	0	0,00%	288	3,1%
	36	3938	125	3750	96	2,44%	11	0,28%	15	0,38%	12	0,30%	2	0,05%	5	0,13%	2	0,05%	13	0,33%	32	0,81%	0	0,00%	188	4,8%
	35	10722	338	10140	272	2,54%	63	0,59%	50	0,47%	66	0,62%	6	0,06%	15	0,14%	2	0,02%	16	0,15%	92	0,86%	0	0,00%	582	5,4%
	39	10449	335	10050	176	1,68%	53	0,51%	49	0,47%	45	0,43%	2	0,02%	17	0,16%	5	0,05%	7	0,07%	45	0,43%	0	0,00%	399	3,8%
	34	824	26	780	22	2,67%	5	0,61%	4	0,49%	6	0,73%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	0,12%	6	0,73%	0	0,00%	44	5,3%
	40	910	29	870	10	1,10%	11	1,21%	4	0,44%	4	0,44%	0,00%	2	0,22%	1	0,11%	5	0,55%	3	0,33%	0	0,00%	40	4,4%	
18-mar	40	23623	756	22680	414	1,75%	104	0,44%	136	0,58%	127	0,54%	6	0,03%	47	0,20%		0,00%	20	0,08%	89	0,38%	0	0,00%	943	4,0%
	28	4879	155	4650	127	2,60%	31	0,64%	16	0,33%	27	0,55%	3	0,06%	6	0,12%		0,00%	4	0,08%	15	0,31%	0	0,00%	229	4,7%
	11	17056	549	16470	279	1,64%	76	0,45%	69	0,40%	63	0,37%	1	0,01%	18	0,11%	3	0,02%	23	0,13%	54	0,32%	0	0,00%	586	3,4%
	41	1353	44	1320	10	0,74%	2	0,15%	10	0,74%	2	0,15%	0,00%	1	0,07%		0,00%	1	0,07%	7	0,52%	0	0,00%	33	2,4%	
19-mar	41	6181	201	6030	50	0,81%	21	0,34%	37	0,60%	14	0,23%	1	0,02%	7	0,11%	2	0,03%	3	0,05%	16	0,26%	0	0,00%	151	2,4%
	11	1565	49	1470	49	3,13%	20	1,28%	4	0,26%	10	0,64%	7	0,45%		0,00%	1	0,06%	2	0,13%	2	0,13%	0	0,00%	95	6,1%
	12	13656	443	13290	165	1,21%	34	0,25%	60	0,44%	61	0,45%	2	0,01%	13	0,10%	1	0,01%	6	0,04%	24	0,18%	0	0,00%	366	2,7%
	42	8580	278	8340	66	0,77%	36	0,42%	38	0,44%	42	0,49%	0,00%	7	0,08%	2	0,02%	15	0,17%	34	0,40%	0	0,00%	240	2,8%	

Fecha	Circuito	UNIDAD DE CAMPO	CANASTA DE EXPORTACIÓN	Unidad de Exportación	% DE RECHAZO																		Unidad de Rechazo	% DE RECHAZO TOTAL		
					Tamaño		Quemadura		Pepita Negra		Daño mecánico		Grado de madurez		Deformación		Manchas		Cunitas		Rayado				Verde	
29-mar	39	42215	1313	39390	1042	2,47%	447	1,06%	258	0,61%	234	0,55%	183	0,43%	37	0,09%	10	0,02%	40	0,09%	156	0,37%	574	1,36%	2825	6,7%
	24	7519	222	6660	225	2,99%	72	0,96%	47	0,63%	39	0,52%	4	0,05%	5	0,07%	4	0,05%	18	0,24%	29	0,39%	445	5,92%	859	11,4%
	23	10663	318	9540	387	3,63%	8	0,08%	37	0,35%	53	0,50%		0,00%		0,00%		0,00%	5	0,05%	3	0,03%	633	5,94%	1123	10,5%
	42	24996	785	23550	200	0,80%	230	0,92%	135	0,54%	160	0,64%	132	0,53%	23	0,09%	8	0,03%	38	0,15%	259	1,04%	520	2,08%	1446	5,8%
	8	22569	680	20400	308	1,36%	111	0,49%	140	0,62%	111	0,49%	33	0,15%	6	0,03%	55	0,24%	128	0,57%	62	0,27%	1277	5,66%	2169	9,6%
30-mar	9	10222	292	8760	538	5,26%	126	1,23%	53	0,52%	47	0,46%	216	2,11%	7	0,07%	2	0,02%	258	2,52%	146	1,43%	215	2,10%	1462	14,3%
	8	46212	1369	41070	592	1,28%	532	1,15%	292	0,63%	235	0,51%	53	0,11%	39	0,08%	18	0,04%	398	0,86%	130	0,28%	2983	6,46%	5142	11,1%
	23	25353	757	22710	698	2,75%	279	1,10%	163	0,64%	120	0,47%	44	0,17%	20	0,08%	4	0,02%	123	0,49%	48	0,19%	1192	4,70%	2643	10,4%
	31	57797	1724	51720	1763	3,05%	382	0,66%	305	0,53%	277	0,48%	78	0,13%	59	0,10%	3	0,01%	69	0,12%	81	0,14%	3141	5,43%	6077	10,5%
31-mar	29	47931	1402	42060	1410	2,94%	438	0,91%	289	0,60%	319	0,67%	177	0,37%	20	0,04%	12	0,03%	84	0,18%	312	0,65%	3122	6,51%	5871	12,2%
	31	11435	308	9240	244	2,13%	195	1,71%	120	1,05%	121	1,06%	48	0,42%	8	0,07%	1	0,01%	18	0,16%	32	0,28%	1440	12,59%	2195	19,2%
	30	26554	764	22920	520	1,96%	226	0,85%	269	1,01%	160	0,60%	82	0,31%	5	0,02%		0,00%	69	0,26%	171	0,64%	2303	8,67%	3634	13,7%
	8	13295	393	11790	250	1,88%	72	0,54%	31	0,23%	83	0,62%	11	0,08%	4	0,03%	1	0,01%	148	1,11%	46	0,35%	905	6,81%	1505	11,3%
	7	47203	1337	40110	2013	4,26%	566	1,20%	425	0,90%	180	0,38%	141	0,30%	20	0,04%		0,00%	296	0,63%	218	0,46%	3452	7,31%	7093	15,0%



Figura 15. i) Proceso de selección de fruta; causas de rechazo en la exportación de mango: ii) deformidad; iii) pepita negra; iv) rayado por viento.

3.2.4 Control de canastas de exportación de mango en la finca El Tintero

La finca El Tintero está dividida por circuitos de riego, en esta misma división se lleva el control de lo cosechado por circuito, con fines de determinar el rendimiento exportable de esta plantación.

3.2.4.1 Objetivos:

Llevar el control de lo cosechado por área, por día y así mismo lo que se rechazo.

3.2.4.2 Metodología:

- a. Control de canastas cortadas en campo.
- b. Control de frutos de rechazo por circuito.
- c. Control de canastas pre-seleccionadas en finca para la planta de tratamiento de la empresa.
- d. Control de camiones enviados a planta de tratamiento hidrotérmico de mangos.

3.2.4.3 Duración:

Esta actividad se inició conjuntamente con lo que fueron los registros de la cosecha el 11 de marzo, pero el primer camión se completo para el día 12 de marzo.

3.2.4.4 Resultados:

Este registro está vinculado con el registro de rechazo, lo que se corto en campo, lo que se pre-seleccionó para ser trasladado a la planta de tratamiento hidrotérmico de la empresa. Así mismo ayudé al ingeniero encargado de la Finca a llevar un control del personal junto con el caporal de la finca.

Semana	Día	Fecha	Camiones	Canastas/camión	Total enviado
11	Domingo	13-mar	1	800	7017
	Lunes	14-mar	1	800	
	Martes	15-mar	1	677	
	Miércoles	16-mar	1	800	
	Jueves	17-mar	1	800	
	Viernes	18-mar	2	1600	
	Sábado	19-mar	2	1540	
	Domingo	20-mar			
12	Lunes	21-mar	3	2400	12552
	Martes	22-mar	3	2400	
	Miércoles	23-mar	4	3100	
	Jueves	24-mar	4	3032	
	Viernes	25-mar	2	1620	
	Sábado	26-mar		0	
	Domingo	27-mar		0	
13	Lunes	28-mar	4	3200	23667
	Martes	29-mar	4	3200	
	Miércoles	30-mar	5	3900	
	Jueves	31-mar	5	3767	
	Viernes	01-abr	4	3200	
	Sábado	02-abr	5	4000	
	Domingo	03-abr	3	2400	

3.2.5 Registros de estación meteorológica y actividades diversas en la finca El Tintero.

En la Finca El Tintero se llevan registros varios, debido a que es de suma importancia el control de varios aspectos por la ubicación geográfica de la misma.

3.2.5.1 Objetivos:

Realizar actividades y llevar registros requeridos por los administradores, asesores de riego, fertilidad y fitopatología de la Finca El Tintero.

3.2.5.2 Metodología:

- a. Tabulación de registros de la estación meteorológica de la finca El Tintero.
- b. Pruebas del sistema de riego.

3.2.5.3 Duración:

Los registros meteorológicos se toman a diario y semanalmente se tabulan, las otras actividades se realizan según indicaciones de asesores.

3.2.5.4 Resultados:

En esta estación se mide precipitación, temperaturas máxima y mínima, evaporación y humedad relativa.

Así como asistencia a recorridos de campo con asesores de la finca en riego, fitopatología y fertilidad.

3.2.6 Levantamiento topográfico en la finca El Tintero en líneas de tuberías.

Este levantamiento se realizó con el fin que el asesor de riegos junto con los administradores de la finca, puedan tomar decisiones sobre si las líneas de tuberías ya establecidas puedan optimizarse.

3.2.6.1 Objetivos:

Realizar el levantamiento y entregar libreta de campo al asesor de riego de la finca, para análisis posteriores.

3.2.6.2 Metodología:

- a. Determinación del área a realizarle la medición topográfica.
- b. Prestar el equipo de topografía en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- c. Medir las líneas de tubería determinadas, y las áreas en las que se está proponiendo la implementación de tubería.

3.2.6.3 Duración:

Este servicio se realizó con dos diferentes equipos con GPS y teodolito. Las medidas tomadas con GPS el trabajo de campo se realizó en 1 día y para entrega de la libreta de campo para revisión del asesor de riego 1 día. Inicio 27 de mayo a 28 de mayo.

El levantamiento topográfico con teodolito se realizó del 17 de mayo al 27 de mayo de 2005.

3.2.6.4 Resultados:

La tubería a medir fue seleccionada en base a los requerimientos del sistema de riego determinados por el ingeniero asesor en riego y el ingeniero administrador de la finca.

Para este servicio sólo fue necesario la entrega de la libreta de campo al asesor de riego para el correspondiente dibujo y criterios para mejoría en las diferentes líneas de tuberías medidas.

Cuadro 31. Libreta de campo de medidas entre el pozo 2 hasta el reservorio

WAYPOINT	LATITUD	LONGITUD	COTA	REFERENCIA
26	N 14° 54' 35.3"	WO 89° 53' 44.8"	275	Pozo 2
27	N 14° 54' 28.6"	WO 89° 53' 49.6"	287	Casita guardianes, final del circuito 39
28	N 14° 54' 26.5"	WO 89° 53' 50.8"	293	Arriba de la casita en la parte alta de la loma, circuito 39
29	N 14° 54' 25.1"	WO 89° 53' 50.3"	288	Al bajar de la loma en el circuito 34
30	N 14° 54' 21.5"	WO 89° 53' 54.9"	289	En inicio del ascenso hacia el reservorio, circuito 35
31	N 14° 54' 18.8"	WO 89° 53' 55.1"	307	A la mitad del ascenso al reservorio
32	N 14° 54' 11.5"	WO 89° 53' 54.6"	338	Reservorio, entre la tubería que riega al bloque 3
33	N 14° 54' 10.7"	WO 89° 53' 55.9"	339	Salida al reservorio de la tubería de la Quebrada

Cuadro 32. Libreta de campo de medidas ubicadas entre el reservorio a circuito 1 y 2

WAYPOINT	LATITUD	LONGITUD	COTA	REFERENCIA
34	N 14° 54' 11.4"	WO 89° 53' 54.5"	339	Reservorio, entre la tubería que riega al bloque 3
35	N 14° 54' 09.1"	WO 89° 53' 53.8"	319	Al bajar del reservorio en la línea de la tubería hacia el bloque 3
36	N 14° 54' 07.9"	WO 89° 53' 53.6"	315	Al llegar al plan, circuito 21
37	N 14° 54' 02.1"	WO 89° 53' 40.4"	347	En la llave del circuito No. 2
38	N 14° 54' 02.6"	WO 89° 53' 38.0"	347	En la llave del circuito No. 1
39	N 14° 54' 02.5"	WO 89° 53' 34.7"	344	Extremo más bajo del circuito No. 1 último emisor cercano a la línea de las llaves
40	N 14° 53' 26.2"	WO 89° 53' 33.5"	363	Extremo superior del circuito No. 1
41	N 14° 53' 55.6"	WO 89° 53' 35.6"	367	Parte más alta del circuito 1 ubicado por el hidrante
42	N 14° 53' 55.6"	WO 89° 53' 38.9"	366	Drenaje del circuito No. 2

Cuadro 33. Libreta de campo de medidas entre circuito 9 y el reservorio

WAYPOINT	LATITUD	LONGITUD	COTA	REFERENCIA
43	N 14° 53' 40.4"	WO 89° 54' 19.9"	356	Último emisor que riega el circuito No. 9, parte alta cercana a los tanques
44	N 14° 53' 51.9"	WO 89° 54' 18.5"	339	Emisor ubicado en la esquina baja pegada a la calle del circuito No. 9
45	N 14° 53' 52.2"	WO 89° 54' 17.2"	337	En la llave del circuito No. 9
46	N 14° 53' 55.5"	WO 89° 54' 05.2"	327	En donde se encuentran las válvulas de aire donde llega a la tubería donde se encuentra la línea de las llaves
47	N 14° 53' 58.5"	WO 89° 54' 03.7"	322	Donde se encuentra una Tee, en donde la tubería se divide y cambia de diámetro de 6" a 4"
48	N 14° 54' 04.5"	WO 89° 54' 00.1"	318	Cambio de altura entre la línea de conducción del tubo que va hacia la No. 9
49	N 14° 54' 05.5"	WO 89° 53' 59.7"	318	En donde se debería instalar una válvula de aire
50	N 14° 54' 06.0"	WO 89° 53' 59.6"	317	Sobre la válvula de aire antes de terminar el plan que lleva hacia el reservorio
51	N 14° 54' 06.4"	WO 89° 53' 59.5"	318	Antes de comenzar a subir al reservorio sobre la tubería que riega la no. 9
52	N 14° 54' 09.2"	WO 89° 53' 57.5"	344	Punto de inflexión en la cuesta al reservorio
53	N 14° 54' 10.8"	WO 89° 53' 55.7"	350	Salida al reservorio de la tubería de la Quebrada
54	N 14° 54' 11.6"	WO 89° 53' 54.4"	349	Reservorio, entre la tubería que riega al bloque 3

Cuadro 34. Línea de tubería del reservorio a circuitos 1 - 2

Estación	Punto observado	Azimut		Hilos			Θ Vertical	Altura instrumento	Referencia
		Directo	Inverso	Inferior	Medio	Superior			
O	Oa	19° 44'		1,000	1,093	1,186	91° 06'	1,47	Frente a casa de los motores en el Reservorio
	Ob	37° 40'		1,000	1,060	1,135	92° 00'		Empieza el declive de la tubería principal que lleva al circuito 1 – 2
	Oc	69° 05'		2,000	2,050	2,100	102° 05'		En la bajada del reservorio hacia los circuitos 20 – 21
	Od	157° 40'		1,000	1,265	1,530	114° 40'		Comienza la planicie entre los circuitos 20 – 21
	Oe	163° 18'		2,000	2,361	2,725	110° 00'		Un poco más abajo entre los circuitos 20 – 21
	1	170° 46.5'		2,000	3,900	5,800	91° 40'		Frente a la tubería principal entre los circuitos 4 – 13
1	1ª		106° 30'	1,130	1,145	1,160	99° 44'	1,34	Drenaje de la tubería principal entre circuitos 4 – 13
	2		353° 11'	1,000	1,960	2,920	84° 16'		Calle frente a circuito 4, pegada al cerco que colinda con el cerro.
2	3	78° 55'		0,400	0,760	1,120	85° 41'	1,363	Primera curva de la calle hacia el lado derecho
3	4		277° 25'	0,240	0,625	1,000	87° 00'	1,327	Frente a circuito 3 sobre la calle
4	5	84° 59'		1,000	1,550	2,100	86° 50'	1,392	Frente a circuito 2 sobre la calle
5	6		266° 57'	1,000	1,350	1,700	87° 40'	1,37	Frente a circuito 2 sobre la calle en la parte alta
6	6ª	293° 26'		0,900	1,000	1,100	96° 02'	1,333	Drenaje de la tubería del circuito 2
	6b	353° 22.5'		1,000	2,400	3,800	96° 10'		Sobre la tubería principal en donde se encuentra la línea de llaves, en circuito 2
	7	102° 21'		0,500	0,920	1,340	89° 36'		Sobre la calle frente a circuito 1, antes de llegar a la torre de vigilancia
7	7ª		170° 31'	0,800	0,873	0,942		1,44	En el hidrante del circuito 1
	7b		173° 45'	1,000	2,160	3,320	96° 05'		Sobre la tubería principal en donde se encuentra la línea de llaves, en circuito 1
	7c		240° 07'	1,600	1,615	1,628	96° 29'		Árbol en el punto más alto en el circuito 1
	7d		269° 15'	0,750	1,000	1,245	95° 21'		Drenaje de la tubería del circuito 1

Cuadro 35. Línea de tubería del reservorio a circuito 9

Estación	Punto observado	Azimut		Hilos			Θ Vertical	Altura instrumento	Referencia
		Directo	Inverso	Inferior	Medio	Superior			
0	0a	21° 04'		1,280	1,540	1,800	89° 14'	1,310	Frente a casa de los motores en el Reservorio
	0b	29° 31'		0,432	0,491	0,547	90° 31'		Salida de agua de la tubería que llega de los tanques al reservorio
	0c	139° 35'		0,590	0,622	0,654	107° 31'		En el descenso del reservorio primera inclinación
	0d	197° 10'		0,900	1,098	1,290	96° 25'		Antes de comenzar la mayor inclinación
	1	192° 19'		3,000	3,285	3,570	93° 13'		Inicio del descenso donde es mayor la pendiente
1	2		354° 49'	1,000	1,165	1,330	103° 14'	1,385	A mitad del descenso del reservorio a la 22
2	2 ^a	174° 44'		1,000	1,365	1,725	107° 42'	1,410	Al llegar al plan en el circuito 22
	2b	174° 03'		2,000	2,455	2,900	103° 36'		En la válvula de aire sobre la tubería ubicada en el circuito 22
	3	173° 40'		1,000	1,530	2,060	101° 16'		Punto en el que la válvula de aire se debería encontrar ubicada en el circuito 22
3	4		351° 57'	0,800	0,990	1,189	92° 18'	1,395	Sobre la tubería en el plan del circuito 22
4	5	172° 44'		0,600	1,055	1,525	89° 19'	1,330	Sobre la tubería en el plan del circuito 14
5	6		45° 35'	0,100	0,180	0,260	92° 36'	1,300	Estación ubicada sobre la calle que divide los circuito 14 y 15
6	6a	126° 51'		0,521	0,612	0,700	91° 45'	1,315	Tubería qua pasa sobre la calle entre la 14 - 15
	7	127° 59'		0,500	0,900	1,300	89° 00'		Al final de la calle entre la 14 - 15
7	7a		38° 22'	0,100	0,400	0,700	90° 11'	1,458	Punto en donde se divide la tubería en forma de Y en el circuito 15, además de cambiar el tubo de 6" a 4"
	8		308° 19'	0,700	0,840	0,982	90° 07'		Sobre la calle entre los circuito 5 - 15 - 14
8	9	189° 45'		0,800	0,925	1,050	88° 47'	1,250	En la planicie del circuito 6, sobre calle
9	9a		38° 29'	0,200	0,588	0,980	89° 29'	1,339	Sobre la tubería en el circuito 6
	10		38° 32'	0,400	1,050	1,700	88° 48'		Entre calles del circuito 6
10	11	126° 58'		0,500	0,740	0,980	89° 20'	1,318	Sobre la línea de la tubería que contiene las llaves

Estación	Punto observado	Azimut		Hilos			Θ Vertical	Altura instrumento	Referencia
		Directo	Inverso	Inferior	Medio	Superior			
11	11a		223° 03'	1,063	1,081	1,100	95° 45'	1,300	Válvula de aire sobre la tubería de la línea de las llaves
	12		37° 40'	0,400	1,490	2,580	88° 07'		Detrás de la llave del circuito 7
12	12a	217° 40'		0,600	1,280	1,970	87° 59'	1,280	Drenaje de la tubería de la línea de las llaves, en el circuito 9
	13	217° 37'		1,200	2,110	3,020	87° 44'		Sobre la calle que conduce a los tanques
13	13a		313° 20'	1,050	1,065	1,082	93° 05'	1,337	Último emisor en la parte baja del circuito 9
	14		349° 54'	1,000	1,290	1,580	87° 04'		Sobre la calle que conduce a los tanques
14	15	149° 15'		0,200	0,800	1,160	87° 24'	1,270	Sobre la calle que conduce a los tanques, curva antes de llegar a la torre
15	16		317° 16'	0,600	0,900	1,200	87° 34'	1,338	Sobre la calle que conduce a los tanques, frente a la torre de guardianía
16	17	164° 06'		0,400	0,673	0,947	87° 43'	1,318	Sobre la calle que conduce a los tanques, curva antes de llegar a los tanques
17	17 ^a		313° 10'	0,500	0,900	1,305	87° 12'	1,260	Último emisor en la parte alta del circuito 9, frente a los tanques

Cuadro 36. Línea de tubería del pozo 2 a reservorio

Estación	Punto observado	Azimut		Hilos			Θ Vertical	Altura instrumento	Referencia
		Directo	Inverso	Inferior	Medio	Superior			
0	0a	80° 41'		1,000	1,162	1,322	91° 00'	1,510	Frente a la salida de agua del pozo
	0b	170° 50'		1,000	1,191	1,375	89° 55'		Vista a la calle entre los circuito 37 - 38
	1	170° 59'		1,000	1,930	2,850	85° 54'		En la calle frente a la casita entre circuitos 37 - 38
1	2		81° 45'	2,000	2,730	3,460	89° 34'	1,430	Frente a la puerta de la casita de los guardianes en el circuito 34
2	2ª	309° 30'		1,000	1,020	1,040	98° 54'	1,480	Sobre la tubería en la esquina de la casita de los guardianes
	3	311° 22'		1,000	1,060	1,060	101° 50'		Sobre una calle del circuito 38
3	3ª		8° 16'	1,000	1,090	1,175	84° 36'	1,340	Sobre Tee de PVC de 6" arriba de la casa de guardianes en circuito 34
	4		75° 21'	0,500	0,780	0,940	88° 45'		A calle de la 34 para poder tener una vista a la parte más alta
4	5	169° 21'		1,000	1,300	1,605	80° 34'	1,285	A la parte más alta en el circuito 34
5	5ª		169° 20'	1,000	1,078	1,155	101° 19'	1,383	Sobre la tubería en la parte más alta de la 34
	5b		70° 54'	0,600	0,720	0,840	95° 35'		Válvula de aire sobre el circuito 34, en la parte alta
	6		349° 36'	1,000	1,225	1,450	99° 40'		Calle en circuito 34
6	7	262° 25'		1,000	1,320	1,630	89° 55'	1,430	Sobre la tubería en la parte plana del circuito 34
7	7ª		219° 50'	1,000	1,110	1,215	90° 21'	1,450	Al finalizar la pendiente del circuito 34, cuando la tubería llega al plan
	8		34° 55'	1,000	1,225	1,450	90° 10'		Calle en el circuito 35
8	8ª	217° 10'		2,000	2,320	2,640	89° 00'	1,410	Tubería en la línea de llaves de la 34 - 36
	8b	197° 32'		1,900	2,720	3,545	82° 11'		Punto de inflexión en el circuito 36, en la pendiente que lleva al reservorio
	8c	189° 35'		0,200	2,000	3,800	80° 56'		Frente a casa del reservorio



Figura 16. Medición topográfica de la finca El Tintero y el sistema de riego.

3.2.7 Muestro foliar y de suelo, así como control de registros y actividades en la finca El Tintero.

En la Finca El Tintero se llevan registros varios, debido a que es de suma importancia el control de varios aspectos por la ubicación geográfica de la misma.

3.2.7.1 Objetivos:

Realizar actividades y llevar registros requeridos por los administradores, asesores de riego, fertilidad y fitopatología de la Finca El Tintero.

3.2.7.2 Metodología:

- a. Tabulación de registros de la estación meteorológica de la finca El Tintero.
- b. Pruebas del sistema de riego.
- c. Muestreos foliares y de suelo.

3.2.7.3 Duración:

Los registros meteorológicos se toman a diario y semanalmente se tabulan.

En el mes de mayo se realizaron un muestreo de suelos y foliar para toda la finca en los días 12 de mayo al 14 de mayo, con lo cual estas muestras se llevaron al laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala el día 16 de mayo.

3.2.7.4 Resultados:

En esta estación se mide precipitación, temperaturas máxima y mínima, evaporación y humedad relativa.

Los muestreos realizados fueron llevados al laboratorio de la FAUSAC para análisis y recomendaciones posteriores del ingeniero asesor en fertilidad de la finca. Para la toma de este muestreo en cada uno de los 35 circuitos de la finca se seleccionaban 8 árboles del centro del circuito en donde se tomaban dos muestras de suelo la primera a los 10cm y

la segunda a 20cm de profundidad. Para el muestreo foliar de los mismos árboles se toman 20 hojas.

En el área de riego se realizaron pruebas en el sistema de micro-aspersión de la finca junto con el ingeniero asesor, tomando datos de presión en pozo, micro-aspersores; así mismo se midieron los caudales en el sistema. Esto solo se realizó en circuitos determinados por ingeniero asesor.



Figura 17. Toma de muestras de suelo de la Finca El Tintero

3.2.8 Supervisión en sistema de riego, programación y control de actividades en la finca El Tintero.

En la Finca El Tintero se llevan registros varios, debido a que es de suma importancia el control de varios aspectos por la ubicación geográfica de la misma.

3.2.8.1 Objetivos:

Realizar actividades y llevar registros requeridos por los administradores, asesores de riego, fertilidad y fitopatología de la Finca El Tintero.

3.2.8.2 Metodología:

- a. Tabulación de registros de la estación meteorológica de la finca El Tintero.
- b. Pruebas del sistema de riego.

3.2.8.3 Duración:

Los registros meteorológicos se toman a diario y semanalmente se tabulan.

3.2.8.4 Resultados:

Debido a que el agua es indispensable para este cultivo y en esta etapa fenológica se trabaja el riego en régimen conforme a la precipitación, temperaturas (máxima y mínima), evaporación y humedad relativa registradas en estos meses.

En el área de riego se supervisó el sistema, así mismo se llevó un control de la lámina de agua óptima de riego, por lo que fue necesario llevar un registro diario de la cantidad de horas de riego aplicadas por día así como de la cantidad de lluvia.

Entre los registros que se llevaban dentro de la finca fue necesario actualizar el inventario de insumos químicos, con los que se cuenta en la bodega. Así como de llevar un control de las actividades tanto programadas como ejecutadas.

Control de las actividades para poder determinar rendimientos, así mismo ayuda en la elaboración de programa semanal y mensual de actividades a ejecutarse en la finca.



Figura 18. Sistema de riego en la plantación de la Finca El Tintero.

3.2.9 Actividades no programadas

Dentro de los meses que no son de cosecha fue necesario darle un manejo y seguimiento a la plantación, pero las actividades presentan una baja. Por lo que el Gerente de la empresa sugirió que como parte de mi trabajo podía asistir a actividades varias dentro de la empresa en general.

Debido a esto por parte de la finca se me envió a diversos cursos de capacitación en el área de Control de Calidad de Alimentos. Dentro de los cuales se puede hacer mención de los siguientes:

- TECNOALIMENTARIA 2005, Convención Centroamericana de la Industria Alimentaria. Guatemala 6 al 8 de Junio del 2005.
- CERTIFICACIÓN PARA AUDITORES INTERNOS ISO 9001:2000. Guatemala 10, 17 y 24 de Junio del 2005.
- MANEJO HIGIENICO DE ALIMENTOS. Guatemala 25 de Junio de 2005.
- ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS HACCP. Guatemala del 25 al 27 de Julio de 2005.
- IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN METROLÓGICA, Con orientación al cumplimiento de las normas ISO 9001:2000 e ISO 10012:2003. Guatemala 10 de Agosto del 2005.
- MICROORGANISMOS PATÓGENOS Y EMERGENTES EN ALIMENTOS. Guatemala 25 de Agosto del 2005.
- VERIFICACIÓN DE SISTEMAS HACCP. Guatemala 8 de Septiembre del 2005.