

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ  
-CUNBAV-**

**EVALUACIÓN DE 5 BIOSTIMULANTES PARA EL CULTIVO DE LEATHER LEAF  
(Rumorha adiantiformis (G. Forst.) Ching), DIAGNOSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS  
EN LA FINCA TROPICULTIVOS II. S.A., SALAMÁ, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

**SERGIO EMANUEL GONZALEZ MELCHOR**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2019**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ  
CUNBAV**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Evaluación de 5 bioestimulantes para el cultivo de Leather leaf (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en la finca Tropicultivos II S.A., Salamá, Baja Verapaz, Guatemala, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DEL CENTRO  
UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ**

**POR**

**SERGIO EMANUEL GONZALEZ MELCHOR**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO**

**EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRICOLA**

**EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2019**



**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR MAGNÍFICO**

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

**CONSEJO DIRECTIVO**

**PRESIDENTE**

Lic. Julio Amílcar Ismalej Argueta

**SECRETARIO Y REPRESENTANTE**

**DOCENTE**

Lic. José de Jesús Portillo Hernández

**REPRESENTANTE PROFESIONAL**

Arq. Teófanos de Jesús Perea Alvarado

**REPRESENTANTE DOCENTE**

Dr. Miguel Ángel Chacón Veliz

**REPRESENTANTES ESTUDIANTILES**

Sr. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente

Sr. Erwin Esteban Molina Díaz

**DIRECTOR CUNBAV**

Lic. Julio Amílcar Ismalej Argueta

**COORDINADOR ACADÉMICO**

Ing. Elmer Ronaldo Juárez Chavarría

**COORDINADOR DE LA CARRERA**

Ing. Agr. Abner Dayrin Guzmán Balcarcel

**COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**COORDINADOR**

Ing. Agr. Lester Enrique Ivo Garrido Archila

**SECRETARIO**

Ing. Agr. M.Sc. Marco Antonio Roblero Montejo

**VOCAL I**

Ing. Angel René Cordón Adquí

**ASESOR**

Ing. Agr. Juan Carlos Galeano Fernández

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2019**

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 titulado: **“Evaluación de 5 bioestimulantes para el cultivo de Leather leaf (Rumorha adiantiformis (G. Forst.) Ching), en la finca Tropicultivos II S.A., Salamá, Baja Verapaz, 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”**

**SERGIO EMANUEL GONZALEZ MELCHOR**



## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS**

Por estar presente en mi vida y guiarme a lo largo de mi carrera conduciendo voluntad, sabiduría y fortaleza para culminar satisfactoriamente esta etapa de mi formación académica.

**A mis padres**

Sergio Nery Gonzalez Morales y Vilma Susana Melchor Siana como reconocimiento a su invaluable labor como padres y mi agradecimiento por su apoyo, confianza y digno ejemplo a seguir.

**Mis hermanos**

Nery Fabián, Jose Juan con aprecio, para que este logro alcanzado sea un incentivo para la realización de sus futuras metas.

**A mis tíos**

Por sus manifestaciones de cariño y apoyo incondicional.

**Mis primos**

Por ser parte importante de mi vida.

**Mis amigos**

Tatiana Estrada, Carlos Rodríguez, Eddyn Raxcacó, Alex Tum, Pablo García, Walter de León, Miguel Xolop por los buenos momentos en la carrera y su amistad.

**Mis catedráticos**

En reconocimiento a su incansable entrega diaria.



## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

**Supervisor de EPS,** Ing. Agr. Edin Donaldo Gonzalez por su ayuda y asesoría.

**Mis asesores,** Ing. Agr. Juan Carlos Galeano Fernández, por sus conocimientos compartidos, y por su invaluable contribución para la realización del presente documento.

**Mis catedráticos,** Ing. Agr. Mario Gildardo García García, Ing. Agr. M.Sc. Rudy Osberto Cabrera Cruz por su paciencia y apoyo incondicional durante el Ejercicio Profesional Supervisado y por la amistad brindada.

**La corporación TAK, Finca Tropicultivos II,** Por permitirme realizar el Ejercicio Profesional Supervisado.



## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPITULO I	
DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA FINCA TROPICULTIVOS II ALDEA CRUZ BLANCA, MUNICIPIO DE SALAMÁ, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C. A .....	1
1.1 PRESENTACIÓN .....	2
1.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1.2 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.2 MARCO REFERENCIAL .....	5
1.2.1 Localización .....	5
1.2.2 Extensión .....	5
1.2.3 Vías de acceso .....	5
1.2.4 Suelos .....	7
1.2.4.1 Suborden Orthents.....	7
1.2.4.2 Suborden Psamments.....	7
1.2.4.3 Clima.....	7
1.2.5 Cultivo de Leather Leaf .....	8
1.3 OBJETIVOS.....	8
1.3.1 Objetivo General .....	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
1.4 METODOLOGÍA.....	9
1.4.1 Primera Fase de Gabinete .....	9
1.4.2 Fase de Campo .....	9
1.4.3 Fase Final de Gabinete.....	9
1.4.4 Análisis de la Información .....	9
1.5 RESULTADOS .....	10
1.5.1 Descripción de la finca Tropicultivos II .....	10
1.5.2 Edad de las Áreas Productivas. ....	11

1.5.3 Umbráculos de Sarán .....	11
1.5.4 Recurso Hídrico. ....	12
1.5.6 Manejo Agronómico del Cultivo .....	13
1.5.6.1 Preparación del Suelo.....	13
1.5.6.2 Selección del Material de Siembra.....	14
1.6 Crecimiento y Desarrollo de la Planta .....	15
1.6.1 Conteo de Brotes .....	15
1.6.2 Plagueo.....	15
1.6.3 Podas.....	16
1.6.4 Riego .....	16
1.7 Calidad del agua .....	17
1.7.1 pH y dureza del agua de riego.....	17
1.8 Daño de la plaga del gusano barrenador del tallo ( <i>Undulambia polystichalis</i> ) .....	18
1.8.1 Incidencia de la plaga del gusano barrenador del tallo ( <i>Undulambia polystichalis</i> ) .....	18
1.8.2 Severidad de la plaga <i>U. polystichalis</i> .....	21
1.9 Daño de hoja roja o Fern Distortion Syndrome FDS.....	23
1.9.1 Incidencia de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS.....	23
1.9.2 Severidad de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS .....	26
1.10 CONCLUSIONES .....	28
1.11 RECOMENDACIONES .....	29
1.12 BIBLIOGRAFIA .....	30
1.13 ANEXOS.....	32
CAPITULO II	
Evaluación de 5 bioestimulantes para el cultivo de Leather leaf ( <i>Rumorha adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching), en la finca Tropicultivos II S.A., Salamá, Baja Verapaz, Guatemala, C.A. .	35
2.1 PRESENTACIÓN .....	36
2.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	38
2.1.2 JUSTIFICACIÓN .....	39

2.2	MARCO TEÓRICO .....	40
2.2.1	Marco conceptual.....	40
2.2.2	Descripción del Helecho de cuero o Leather leaf ( <i>Rumorha adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching). .....	40
2.2.3	Botánica .....	40
2.2.4	Clasificación taxonómica.....	41
2.2.5	Características de la planta.....	41
2.2.6	Requerimientos del cultivo de Leather leaf ( <i>Rumorha adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching).....	42
a)	Suelo.....	42
b)	Salinidad .....	42
c)	Temperatura y humedad.....	42
d)	Luz .....	43
2.2.7	Establecimiento del cultivo de Leather leaf en el país.....	44
2.2.8	Manejo agronómico en plantaciones establecidas de Leather leaf .....	44
2.2.8.1	Fertilización en el cultivo de Leather leaf .....	45
2.2.8.2	Fertilización foliar .....	45
2.2.9	Bioestimulantes .....	46
a)	Hormonas Vegetales .....	46
b)	Aminoácidos .....	47
c)	Extracto de algas.....	48
d)	Ácidos húmicos y fúlvicos .....	48
2.2.10	Características de los bioestimulantes .....	49
2.2.10.1	New Fol Zinc .....	49
2.2.10.2	New gibb .....	49
2.2.10.3	Naturamin.....	50
2.2.10.4	Biofrut.....	51
2.2.10.5	Elevador .....	51
2.2.10.6	Done.....	52
2.2.10.7	Hormocel.....	52

2.2.11 Descripción de los aminoácidos, hormonas, macro y microelementos contenidos en los bioestimulantes .....	53
a) Aminoácidos: .....	53
b) Hormonas: .....	54
c) Macro y micronutrientes:.....	54
2.2.12 Antecedentes de investigaciones realizadas con bioestimulantes.....	55
2.3 MARCO REFERENCIAL .....	57
2.3.1 Localización .....	57
2.3.2 Extensión territorial .....	57
2.3.3 Vías de acceso .....	57
2.3.4 Zona de vida .....	58
2.3.5 Clima.....	58
2.4 OBJETIVOS .....	59
2.4.1 Objetivo General.....	59
2.4.2 Objetivos Específicos .....	59
2.5 HIPÓTESIS .....	60
2.6 METODOLOGÍA.....	60
2.6.1 Diseño Experimental .....	60
2.6.2 Descripción de los tratamientos.....	60
2.6.3 Modelo estadístico .....	62
2.6.4 Supuestos .....	62
2.6.5 Descripción de la Unidad Experimental .....	63
2.6.6 Descripción de la Parcela Neta.....	64
2.6.7 Aleatorización de los tratamientos .....	65
2.6.8 Manejo del Experimento .....	67
2.6.9 Toma de datos.....	70
2.6.10 Variables a medir .....	70
2.6.11 Hipótesis estadística.....	70
2.6.12 Análisis de la información .....	71

2.6.13	Análisis estadístico.....	71
2.6.14	Análisis Económico.....	71
2.7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	72
2.7.1	Evaluación de bioestimulantes con frecuencia de 15 días.....	72
a)	Análisis de varianza en brotación.....	72
b)	Coeficiente de variación.....	73
c)	Análisis de varianza en rollos.....	74
d)	Coeficiente de variación.....	75
2.7.2	Evaluación de bioestimulantes frecuencia de 21 días.....	78
a)	Análisis de varianza en brotación.....	78
b)	Coeficiente de variación.....	78
c)	Análisis de varianza en rollos.....	80
d)	Coeficiente de variación.....	81
2.8	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	85
2.9	CONCLUSIONES.....	86
2.10	RECOMENDACIONES.....	88
2.11	BIBLIOGRAFÍA.....	89
2.12	ANEXOS.....	95
CAPITULO III		
SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA TROPICULTIVOS II, UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.....		
		105
3.1	PRESENTACIÓN.....	106
3.2	SERVICIO 1: DETERMINACIÓN DE DOSIS DEL CORRECTOR DE pH EN CADA MEZCLA DE AGROQUÍMICOS DE APLICACIÓN FOLIAR.....	107
3.2.1	INTRODUCCIÓN.....	107
3.2.2	OBJETIVOS.....	108
3.2.2.1	General.....	108
3.2.2.2	Específicos.....	108
3.2.3	METODOLOGÍA.....	108

3.2.4 RESULTADOS.....	109
3.2.5 CONCLUSIONES .....	114
3.2.6 BIBLIOGRAFÍA .....	115
3.2.7 ANEXOS .....	116
3.3 SERVICIO 2: DETERMINACIÓN DE UNA LÁMINA DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE LEATHER LEAF ( <i>Rumorha adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching).....	118
3.3.1 INTRODUCCIÓN .....	118
3.3.2 OBJETIVOS.....	119
3.3.2.1 General.....	119
3.3.2.2 Específicos .....	119
3.3.3 METODOLOGÍA .....	119
3.3.4 RESULTADOS.....	120
3.3.5 Evapotranspiración.....	121
3.3.6 Muestras de suelos.....	122
3.3.7 Prueba de infiltración método de doble cilindro.....	123
3.3.8 Determinación de lámina de riego .....	124
3.3.9 CONCLUSIONES .....	128
3.3.10 BIBLIOGRAFÍA .....	129
3.3.11 ANEXOS .....	130

## ÍNDICE DE CUADROS.

CUADRO	PÁGINA
<b>CAPÍTULO I</b>	
Cuadro 1. Área y secciones de la finca Tropicultivos II.....	10
Cuadro 2. Características de un acre manejadas en la finca.....	11
Cuadro 3. Distribución del agua de riego del área de los 27 acres.....	16
Cuadro 4. Distribución del agua de riego del área de los 23 acres.....	16
Cuadro 5. Caudales de descarga de agua hacia el reservorio .....	17
Cuadro 6. Nivel de pH y dureza del agua .....	17



Cuadro 7. Clasificación de las aguas según su dureza.....	17
Cuadro 8. Niveles de pH .....	18
Cuadro 9. Frondas con daño por el gusano barrenador del tallo <i>Undulambia polystichalis</i> .....	18
Cuadro 10. Incidencia de la plaga <i>Undulambia polystichalis</i> .....	19
Cuadro 11. Daño en un acre afectado por la plaga <i>Undulambia polystichalis</i> .....	20
Cuadro 12. Severidad de la plaga <i>Undulambia polystichalis</i> .....	22
Cuadro 13. Frondas con Fern Distortion Syndrome FDS .....	23
Cuadro 14. Incidencia de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS .....	24
Cuadro 15. Daño en un acre afectado por la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS .....	25
Cuadro 16. Severidad de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS .....	26

## **CAPÍTULO II**

Cuadro 17. Clasificación taxonómica. ....	41
Cuadro 18. Descripción de los tratamientos.....	61
Cuadro 19. Distribución de los tratamientos frecuencia de 15 días.....	65
Cuadro 20. Descripción de la rotulación de los tratamientos frecuencia de 15 días .....	65
Cuadro 21. Distribución de los tratamientos, frecuencia de 21 días.....	66
Cuadro 22. Descripción de la rotulación de los tratamientos, frecuencia de 21 días .....	66
Cuadro 23. Análisis de varianza en brotación, frecuencia de 15 días.....	72
Cuadro 24. Prueba Fisher para la variable Brotación, frecuencia 15 días. ....	73
Cuadro 25. Análisis de varianza rollos, frecuencia 15 días.....	75
Cuadro 26. Prueba de Fisher para la variable rollos, frecuencia 15 días.....	76
Cuadro 27. Análisis de varianza en brotación, frecuencia de 21 días.....	78
Cuadro 28. Prueba de Fisher para la variable brotación, frecuencia de 21 días.....	79
Cuadro 29. Análisis de varianza sobre bunches, frecuencia de 21 días.....	80
Cuadro 30. Prueba de Fisher sobre bunches, frecuencia de 21 días.....	81
Cuadro 31. Análisis de rentabilidad.....	85
Cuadro 32A. Cronograma general de actividades de la investigación 2017. ....	96
Cuadro 33A. Análisis de económico del tratamiento Hormocel del periodo mayo agosto 2017. ....	98
Cuadro 34A. Análisis de económico del tratamiento Naturamin del periodo mayo agosto 2017. ....	99

Cuadro 35A. Análisis de económico del tratamiento Biofrut + Elevador del periodo mayo agosto 2017. ....	100
Cuadro 36A. Análisis de económico del tratamiento Done del periodo mayo agosto 2017. ....	102
Cuadro 37A. Análisis de económico del tratamiento Testigo del periodo mayo agosto 2017. ....	103

### **CAPÍTULO III**

Cuadro 38. Tipo de mezcla: fungicida.....	109
Cuadro 39. Tipo de mezcla: fungicida más insecticida .....	110
Cuadro 40. Tipo de mezcla: fungicida, insecticida más fertilizante foliar. ....	110
Cuadro 41. Tipo de mezcla: fungicida más fertilizante foliar. ....	111
Cuadro 42. Tipo de mezcla: fungicidas más fertilizantes foliares.....	111
Cuadro 43. Tipo de mezcla: fungicida más fertilizante foliar .....	112
Cuadro 44. Tipo de mezcla: fertilizantes foliares .....	112
Cuadro 45. Tipo de mezcla: fertilizantes foliares. ....	113
Cuadro 46. Tipo de mezcla: fertilizante foliar. ....	113
Cuadro 47. Registros de temperatura y humedad relativa 2015-2016.....	120
Cuadro 48. Registros de evapotranspiración por la metodología de Blaney&Cridle modificada por O. González y Méndez. ....	121
Cuadro 49. Resultados de laboratorio de la muestra de suelo. ....	122
Cuadro 50. Clases texturales y rangos de velocidad de infiltración. ....	122
Cuadro 51A. Datos generados de las pruebas de infiltración del Sector 1 .....	132
Cuadro 52A. Datos generados de la prueba de infiltración del sector 2 .....	133
Cuadro 53A. Promedio obtenido de la división de 30 lecturas dividido 3.....	134
Cuadro 54A. Promedio para obtener las 4 lecturas. ....	134
Cuadro 55A. Promedio de Humedad Relativa. ....	135

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
<b>CAPITULO I</b>	
Figura 1. Localización geográfica de la finca Tropicultivos II, en el municipio de Salamá Baja Verapaz.....	6
Figura 2. Cultivo de Leather leaf, sección F, finca Tropicultivos II.....	12
Figura 3. Reservorio de agua, finca Tropicultivos II. ....	13
Figura 4. Camas de siembra de Leather leaf, sección A1, finca Tropicultivos II. ....	14
Figura 5. Brotes vegetativos emergidos del rizoma, sección B2, finca Tropicultivos II.....	15
Figura 6. Daño causado por la plaga en un acre afectado.....	19
Figura 7. Porcentaje de incidencia de la plaga <i>U. polystichalis</i> .....	20
Figura 8. Porcentaje de incidencia de la plaga <i>U. polystichalis</i> .....	21
Figura 9. Nivel de daño foliar causado por la plaga <i>U. polystichalis</i> .....	21
Figura 10. Severidad de la plaga <i>U. polystichalis</i> .....	22
Figura 11. Daño causado por la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS .....	24
Figura 12. Incidencia de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS .....	25
Figura 13. Nivel de daño foliar causado por la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS, en frondas de Leather leaf tomadas de la sección F, finca Tropicultivos II. ....	26
Figura 14. Severidad de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS .....	27
Figura 15A. Recopilación de información, con los encargados de la finca Tropicultivos II.	32
Figura 16A. Muestreo del nivel de pH del suelo en la finca Tropicultivos II.....	32
Figura 17A. Palomilla del barrenador del tallo ( <i>Undulambia polystichalis</i> , sección F).....	33
Figura 18A. Muestreo en el área para determinar la incidencia y severidad, sección F.....	33
Figura 19A. Aforo de los aspersores de riego en la finca Tropicultivos II.....	33
Figura 20A. Antecedentes de la presencia de Fern Distortion Syndrome FDS .....	34
<b>CAPITULO II</b>	
Figura 21. Leather leaf, Sección D, finca Tropicultivos II. ....	40
Figura 22. Ciclo reproductor de los Helechos.....	43
Figura 23. Promedio de brotación por tramo lineal con frecuencia de 15 días.....	74
Figura 24. Rendimiento por hectárea por tratamiento, frecuencia de 15 días.....	76

Figura 25. Costo por unidad de producto.....	77
Figura 26. Promedio de brotación por tramo lineal con frecuencia de 21 días .....	79
Figura 27. Peso de los rollos de cada tratamiento. ....	83
Figura 28. Registro de temperaturas año 2017.....	84
Figura 29A. Sección B1, B2 Finca Tropicultivos II. ....	95
Figura 30A. Sección B2, parcela experimental. ....	95

### **CAPITULO III**

Figura 31A. Lectura de pH en el estanque de mezcla, área de los 23 acres, en finca Tropicultivos II.....	116
Figura 32A. Estanque de mezcla, área de los 23 acres en finca Tropicultivos II. ....	116
Figura 33A. Calibración del Equipo medidor de pH HANNA, finca Tropicultivos II. ....	116
Figura 34A. Aplicaciones foliares, en la sección D, finca Tropicultivos II. ....	117
Figura 35A. Monitoreo de temperatura en el interior de los umbráculos de Sarán, sección A1, finca Tropicultivos II.....	130
Figura 36A. Medición de la profundidad radicular del cultivo de Leather leaf en las diferentes secciones de la finca Tropicultivos II.....	130
Figura 37A. Prueba de infiltración por el método de doble cilindro, lado de los 27 acres y lado de los 23 acres, en finca Tropicultivos II. ....	130
Figura 38A. Análisis de suelo en parcelas de investigación.....	131
Figura 39A. gráfica de infiltración del sector 1. ....	132
Figura 40A. Gráfica de infiltración del sector 2. ....	133
Figura 41A. Análisis de correlación de Temperatura. ....	135
Figura 42A. Análisis de correlación de Humedad Relativa. ....	135

**EVALUACIÓN DE 5 BIOSTIMULANTES PARA EL CULTIVO DE LEATHER LEAF  
(Rumorha adiantiformis (G. Forst.) Ching), DIAGNOSTICO Y SERVICIOS EN LA  
FINCA TROPICULTIVOS II. S.A., SALAMÁ, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

**EVALUATION OF 5 BIOSTIMULANTS FOR THE LEATHER LEAF CULTIVATION  
(Rumorha adiantiformis (G. Forst.) Ching), DIAGNOSIS AND SERVICES AT  
TROPICULTIVOS FARM, II S.A, SALAMÁ, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, CENTRAL  
AMERICA.**

**RESUMEN**

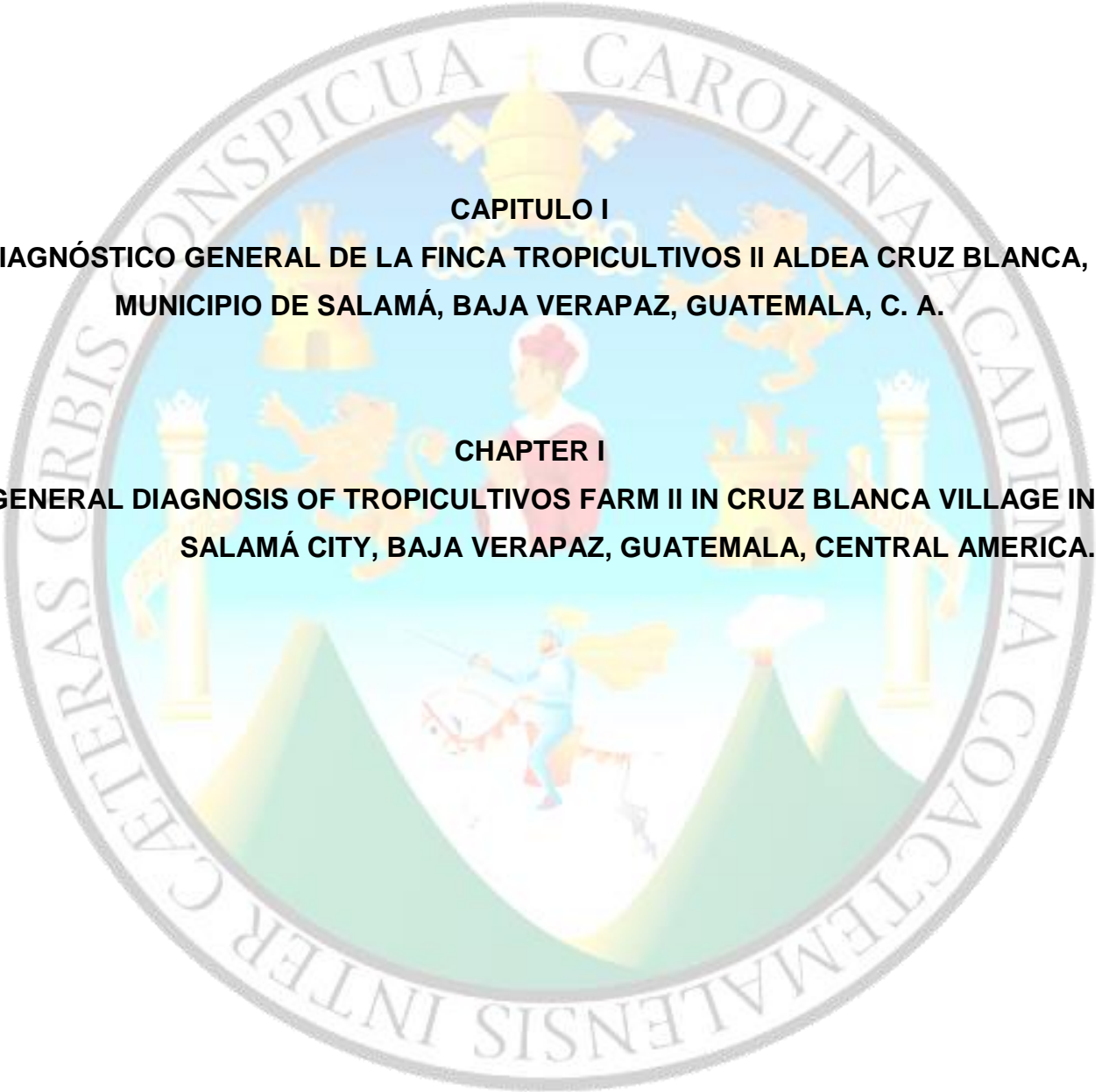
El presente trabajo se realizó con apoyo de la finca Tropicultivos II, que es una parte de la corporación TAK, por convenio con el Centro Universitario de Baja Verapaz. El trabajo de graduación se conforma de tres partes, la primera corresponde a la elaboración de un diagnóstico que se llevó a cabo por medio de una recopilación de la información en finca con apoyo de los encargados de Tropicultivos II. En base al diagnóstico se permitió conocer sobre el sistema productivo de la finca que está determinado por varios departamentos cada uno, con un área específica, entre estas están: el área de cultivo, el área de cosecha y manejo post cosecha y el área de investigación, todas estas áreas están comprometidas con la generación de procesos enfocados a la mejora continua, por lo que se trata de minimizar los factores que puedan conllevar a interrumpir los estándares de calidad e inocuidad que exige el mercado internacional.

La segunda parte se compone de una investigación, titulada; Evaluación de 5 bioestimulantes para el cultivo de Leather leaf (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en la finca Tropicultivos II S.A. Donde se evaluó el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes sobre la brotación del cultivo de Leather leaf, siendo el incremento de la producción de brotes vegetativos uno de los principales objetivos de la evaluación, que dio como resultados una producción con una mayor cantidad de rollos por área. La aplicación de los bioestimulantes se realizó bajo diferentes frecuencias, la primera cada 15 días y la segunda cada 21 días. Para el análisis estadístico se implementó un diseño completamente al azar (DCA) con 6 tratamientos y 6 repeticiones.

A los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianzas (ANDEVA), del cual existieron diferencias significativas de 5% de significancia, por ello se aplicó una prueba múltiple de Fisher de medias, identificando a Hormocel a dosis de 1 ml/L como el

bioestimulante generó a mayor cantidad de brotes vegetativos con una diferencia de 10 brotes vegetativos en comparación con el testigo y una producción de 9,920 rollos por hectárea, la frecuencia de aplicación más efectiva fue la de 21 días debido a que logró los mejores resultados en brotación y cosecha además que reduce los costos de aplicación 1.5 menos que en comparación a la frecuencia de 15 días.

La tercera parte que compone el trabajo graduación consiste de dos servicios realizados en finca. El primer servicio consistió en el monitoreo y registro durante 3 meses de la lectura del nivel de pH en cada una de las mezclas de aplicación foliar como: pesticidas, fertilizantes foliares y sustancias afines al fertilizante para luego nivelar el pH de la mezcla, hasta alcanzar el valor óptimo, utilizando ácido cítrico como corrector de pH, puesto que para las aplicaciones foliares se manejaba bajo una dosis general de corrector de pH y esto hacía que algunas mezclas alcancen niveles muy ácidos, y en otros casos niveles son muy alcalinos. Ante esta situación se decidió determinar la dosis del corrector de pH para cada mezcla de agroquímicos de aplicación foliar. El segundo servicio fue sobre determinación de una lámina de riego para el cultivo de Leather leaf, ya que se desconoce la demanda hídrica del cultivo para ello se realizó una serie de procedimientos como lo fue un análisis de las propiedades físicas del suelo, el muestreo se efectuó en las distintas áreas de la finca, ya que existen áreas con características de suelo arcilloso y áreas con características de suelo arenoso. En las áreas donde se extrajo las muestras de suelo se procedió a realizar una prueba de infiltración por el método de doble cilindro, los resultados de la prueba de infiltración contribuyeron para determinar los rangos de infiltración de cada área de acuerdo con la textura de estos suelos. Con los registros de temperatura y humedad relativa que lleva la finca en la estación climática se calculó la evapotranspiración diaria del cultivo utilizando la metodología establecida por Blaney&Cridle modificada por O. González y G. Méndez, la cual se adapta a las condiciones climáticas de Guatemala. La estimación de la cantidad de agua a aplicar para cumplir con la lámina de riego se realizó conociendo el área de humedecimiento de cada turno de riego y su caudal de descarga.

The seal of the Universidad de San Carlos de Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red and white robe, possibly a saint or scholar, holding a book. Above him is a golden dome with a cross. The background is light blue with golden lions and columns. Below the central figure is a landscape with green hills and a white path. The Latin text "UNIVERSITAS SAN CAROLINIENSIS" is written around the top inner edge, and "CIVITATIS GUATEMALENSIS" around the bottom inner edge. The outer ring contains the text "UNIVERSITAS SAN CAROLINIENSIS" at the top and "CIVITATIS GUATEMALENSIS" at the bottom.

**CAPITULO I**  
**DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA FINCA TROPICULTIVOS II ALDEA CRUZ BLANCA,**  
**MUNICIPIO DE SALAMÁ, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C. A.**

**CHAPTER I**  
**GENERAL DIAGNOSIS OF TROPICULTIVOS FARM II IN CRUZ BLANCA VILLAGE IN**  
**SALAMÁ CITY, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, CENTRAL AMERICA.**

## 1.1 PRESENTACIÓN

La finca Tropicultivos II, de la corporación TAK, S.A., ubicada en el municipio de Salamá, departamento de Baja Verapaz, exporta Leather leaf a los mercados de Estados Unidos, Europa y Japón, así mismo contribuye con la generación de fuentes de empleo. (TAK.,2017) En Guatemala de la producción de plantas ornamentales y follajes de corte el 80% se destina hacia el mercado internacional, mientras que el 20% restante se comercializa a nivel local. Para el 2015 el Banco de Guatemala reportó que las ventas al exterior sumaron un total de \$95,3 millones, y entre enero agosto del año 2016, ya superaban los \$70 millones. (Agexport.,2016).

Por la importancia económica que representa la producción de follajes al país dentro del marco del Ejercicio Profesional Supervisado, se realizó un diagnóstico en la finca Tropicultivos II productora de follajes corte en la búsqueda de analizar de una mejor manera las distintas labores que se realizan para la producción de follajes, con el diagnóstico se pretendió identificar la existencia de posibles problemas o limitaciones en el área de cultivo.

La metodología utilizada conllevó a una fase de gabinete inicial, con una recolección de información de fuentes primarias y fuentes secundarias, relacionada con la ubicación geográfica de la finca, tipo de suelo, zonas de vida de la región, clima, vías de acceso, condiciones óptimas del cultivo.

Parte de la información obtenida fue a través de fase de campo, posterior a la fase de gabinete, donde se realizó un número de actividades como inspecciones en el área, muestreo, aforo de aspersores de riego, entre otras actividades.

Esta recopilación de información fue necesaria para conocer los procesos productivos relacionados con el cultivo de Leather leaf y contar con un recuento de la efectividad de labores realizadas en la finca.



### 1.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La finca Tropicultivos II realiza varias labores encaminadas a la producción de bunches<sup>1</sup> de Leather leaf, la producción debe ser de óptimas condiciones para cumplir con los requerimientos del mercado internacional.

Según MARN., 2016, el sector de plantas ornamentales flores, y follajes de cortes en los últimos años ha presentado un crecimiento considerable por lo que es uno de los sectores importantes que genera el ingreso de divisas al país de alrededor de 100 millones al año.

La información obtenida servirá de base para sistematizar los procesos de la finca y con ello mejorar la producción de follajes de corte.

Durante los últimos años en la finca no ha existido un recuento de las actividades que se realizan, por lo que se pueden estar descuidando algunas áreas, quedando vulnerables y que podrían contribuir a la falta de efectividad en la producción.

---

<sup>1</sup> Bunches: un rollo o racimo formado por 20 frondas de Leather leaf.

### **1.1.2 JUSTIFICACIÓN**

Para entender cómo funciona el sistema productivo del cultivo Leather leaf y el manejo que se realiza para producir este tipo de follajes es necesario realizar una recopilación de información, pero para cumplir con la búsqueda de información sobre el cultivo es necesario el aporte de información de los antecedentes de evaluaciones realizadas en la finca y la exposición de las experiencias de los encargados del área de cultivo, son recursos muy valiosos y útiles que pueden ser dispuestos durante la ejecución de un diagnóstico, haciendo un recuento de las actividades productivas de la finca.

A nivel empresarial la ejecución de un diagnóstico puede permitir conocer los procesos productivos que se dan en las áreas de trabajo y con ello mejorar las áreas que lo necesiten. (Cronista., 2012).

En base a los resultados obtenidos por la ejecución de un diagnóstico se puede encontrar las posibles limitantes o problemáticas que puedan surgir en cualquier empresa, según (CEMLA., 2012) la acción de buscar las causas de problemas entre dependencias está directamente relacionado con la búsqueda de alternativas de solución.

Por lo que se espera que los resultados de esta investigación puedan contribuir positivamente en la toma de decisiones para aumentar la rentabilidad del cultivo de Leather leaf en la finca Tropicultivos II.

## **1.2 MARCO REFERENCIAL**

### **1.2.1 Localización**

La finca Tropicultivos II está situada en la Aldea Cruz Blanca, calle principal del municipio de Salamá, Baja Verapaz. Se localiza en las coordenadas 15°07'13.2" latitud norte, y 90°20'21.0" longitud oeste. (TAK.,2017).

### **1.2.2 Extensión**

La finca ocupa un área total de 0.47 caballerías (1 caballería = 45.22 ha), 21.44 hectáreas.

### **1.2.3 Vías de acceso**

La finca se encuentra ubicada en la Aldea Cruz Blanca, Salamá, Baja Verapaz, a 3.2 kilómetros del centro del municipio, y a 2.1 kilómetros, de una intersección sobre la ruta nacional 5 (RN-5).

El municipio de Salamá se encuentra en el norte del país y se localiza a 150 kilómetros de la ciudad capital, vía el Rancho, a través de la carretera asfaltada CA-14, ruta a las Verapaces. La segunda vía es por San Juan Sacatepéquez, pasando por los municipios de Granados, El Chol y Rabinal, son aproximadamente 165 kilómetros, la mayor parte del tramo es de terracería, ya que el asfalto inicia a partir de la cabecera municipal de Rabinal, 27 kilómetros de longitud. La tercera vía es pasando por la aldea la Canoa, con tramo carretero de terracería y asfalto a una distancia de aproximada de 100 kilómetros. Salamá se encuentra situada a 940. 48 metros de altura sobre el nivel del mar; a 15° 06' 12" de latitud norte y 90° 16' 00" de longitud. Su extensión territorial es de 776 kilómetros cuadrados. (SEGEPLAN., 2016).

Figura 1. Localización geográfica de la finca Tropicultivos II, en el municipio de Salamá Baja Verapaz



Fuente: Google earth

#### 1.2.4 Suelos

Los suelos del municipio de Salamá del tipo SI serie Salamá corresponden a la clasificación taxonómica Orthents-Psamments (Simmons.,1959).

##### 1.2.4.1 Suborden Orthents

Suelos de profundidad variable, la mayoría son poco o muy poco profundos. Generalmente están ubicados en áreas de fuerte pendiente, existen también en áreas de pendiente moderada a suave. En dónde se han originado a partir de deposiciones o coluviamientos gruesos y recientes. (Lira., 2000).

##### 1.2.4.2 Suborden Psamments

Son los Entisoles más arenosos, que se encuentran en superficies poco inclinadas y con menos del 35% de fragmentos rocosos. Generalmente se encuentran en las áreas más cercanas a los ríos o en áreas de actividad volcánica muy reciente. A diferencia de los Fluvents, los Psamments, no tienen capas deposicionales de materiales minerales en su interior. En muchas áreas, están cubiertos con bosque de galería, y en otros casos están cultivados y forman parte de lo que los agricultores llaman los suelos de vega. (Lira., 2000).

##### 1.2.4.3 Clima

Para el área donde se localiza la finca se registró una temperatura anual promedio de 22°C, siendo los meses más fríos, noviembre, diciembre, enero y febrero, registrando temperaturas mínimas dentro de los intervalos de 6°C A 13 °C. (TAK.,2017).

### 1.2.5 Cultivo de Leather Leaf

El helecho u hoja de cuero como también se le conoce Leather leaf pertenece a la familia Dryopteridaceae orden Polypodiales, fue nombrado como (*Polystichum adiantiforme*, (G. Forst.) John Sm.), y luego corregido a (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst) Ching).

El helecho es nativo de las regiones tropicales de América Central, América del Sur, África del Sur, Madagascar, Nueva Zelanda, y Australia. (Escobedo., 1996).

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General

Describir el sistema productivo del cultivo de Leather leaf (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en la finca Tropicultivos II, Aldea Cruz Blanca, Salamá, Baja Verapaz.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Recopilar fuentes de información primaria y secundaria del sistema productivo de cultivo Leather leaf.
- Describir las actividades que se realizan en el área de cultivo de Leather leaf.
- Identificar los posibles problemas o limitaciones en el área de cultivo de la finca.

## **1.4 METODOLOGÍA**

La metodología utilizada para la obtención de información se dio de una manera ordenada, haciendo uso de los recursos apropiados, se inició con una fase de gabinete, posterior una fase de campo y se concluyó con una fase final de gabinete.

### **1.4.1 Primera Fase de Gabinete**

Se recolectó información, por medio de referencias bibliográficas, relacionada con las condiciones óptimas del cultivo, esto para entender la cadena de valor del cultivo, todo esto con ayuda de textos, informes, facilitados por el encargado de la finca.

### **1.4.2 Fase de Campo**

En esta fase se encontraron factores determinantes para el funcionamiento y producción de la finca Tropicultivos II, durante esta fase se realizaron los muestreos en las áreas de cultivo, los aforos del caudal de descarga del sistema riego, las mediciones de pH, y dureza del agua de riego y muestreos de áreas afectadas por presencia de plagas y enfermedades.

### **1.4.3 Fase Final de Gabinete**

Se integró la información de fase de campo, a través de un proceso sistemático que consistió en recopilación de información.

### **1.4.4 Análisis de la Información**

Se procesó la información con el fin de ordenarla y tabularla y con ello exponer los resultados de una forma descriptiva con su respectivo análisis.

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Descripción de la finca Tropicultivos II

La finca está conformada con dos áreas una conocida como los 27 acres y otra llamada como los 23 acres, cada una de estas áreas está dividida por secciones de 1 acre (4046.86 m<sup>2</sup>) donde se cultiva Leather leaf (*Rumorha adiantiformis*). Así mismo existe un área conocida como la vainilla con un tamaño de 4 acres (1.62 ha<sup>2</sup>) con Leather leaf y dentro de los 4 acres ocupa 0.1 acres (0.04 ha) con parcelas demostrativas de *Ruscus* (*Ruscus aculeatus*), Cola de zorro (*Asparagus densiflorus*), *Aspidistra* (*Aspidistra elatior*), en los 4 acres mencionados en años anteriores se llegó a cultivar vainilla (*Vanilla planifolia*).

Cuadro 1. Área y secciones de la finca Tropicultivos II.

ÁREA	SECCIÓN	ÁREA (ha).
<b>Lado de los 27 acres</b>		
A	A1, A 2	2.02
B	B1, B2	2.83
C	C1, C2, C3, C4	4.45
D	D1, D2	1.62
<b>Suma</b>		<b>10.92</b>
<b>Lado de los 23</b>		
E	E1, E2, E3	6.07
F	F1, F2	2.83
<b>Suma</b>		<b>8.9</b>
<b>La vainilla</b>	-	<b>1.62</b>
<b>Total</b>		<b>21.44</b>

---

<sup>2</sup> ha: símbolo de hectárea, que es una medida equivalente a 10,000 metros cuadrados.



### 1.5.2 Edad de las Áreas Productivas.

Es un cultivo de ciclo perenne, la finca cuenta con áreas productivas de 20 a 18 años y las secciones más jóvenes se encuentran entre 8 años a 3 años de producción.

### 1.5.3 Umbráculos de Sarán

Son instalaciones construidas de sarán con dimensiones de 3.5 metros de altura en las partes más altas y 2.5 metros en las partes más bajas, el sarán utilizado provee una sombra para la planta de 73%, reduciendo la intensidad de los rayos solares, funcionando como un efecto mitigador de los niveles de temperatura para el interior de los invernaderos, el sombreado y la temperatura interna hacen que la planta alcance la tonalidad verde oscuro. Los rollos de sarán cuentan con una dimensión 7.44 m de ancho por 91.44 m de largo. La sombra entre el invernadero trata de asemejar las condiciones ideales para el crecimiento vegetativo del cultivo, además contribuye a aumentar la humedad relativa favorable para el cultivo. La finca maneja sus áreas de cultivos con el término Acre<sup>3</sup>.

Cuadro 2. Características de un acre manejadas en la finca.

Un acre tiene	Número de tramos	Número de bancas	Metros cuadrados	Hectáreas
	335	67	4046.86	0.4

---

<sup>3</sup> 1 Acre: 4046.86 metros cuadrados.

Figura 2. Cultivo de Leather leaf, sección F, finca Tropicultivos II.



#### 1.5.4 Recurso Hídrico.

La fuente de obtención del recurso hídrico es por medio del río que circunda a la finca. El sistema de riego es accionado por un motor JOHN DEERE, con un torque de 99 hp<sup>4</sup>, que direcciona el agua hacia un reservorio, una vez lleno, se utilizan cuatro bombas hidráulicas, dos de acción manual con un torque de 15 hp, y dos de acción automática con un torque de 10 hp, esto para distribuir el agua sobre toda la extensión de la finca, utilizándose para riego, y aplicaciones de productos químicos como fungicidas, insecticidas y fertilizantes foliares. La forma del reservorio es tipo elipse con una capacidad aproximada de 1,800 m<sup>3</sup> o su equivalente a 1,800,000 litros. La finca también cuenta con un pozo para uso doméstico, accionado por una bomba de 1.5 hp.

---

<sup>4</sup> hp: Se denota del término en ingles horsepower, que es una medida para comparar la potencia de máquinas.

Figura 3. Reservorio de agua, finca Tropicultivos II.



### 1.5.6 Manejo Agronómico del Cultivo

#### 1.5.6.1 Preparación del Suelo

Se inicia con la formación de las bancas de cultivo, posteriormente de la incorporación de tierra blanca<sup>5</sup> sobre las bancas, se inicia con la aplicación de riego en las áreas para humedecer el suelo, finalmente se inicia con el proceso de desinfección del suelo con un producto químico con nombre comercial Vapan 42 con ingrediente activo N-metilditiocarbamato de sodio, que pertenece al grupo químico de los carbamatos. El levantado de las bancas o camas de siembra es realizado por los colaboradores y las dimensiones de las bancas de siembra son de 0.4 metros de alto 1.10 metros de ancho, la distancia entre una banca y otra es variable pero comúnmente entre bancas hay una separación de 0.30 metros que es lo que se conoce como ancho de tomas.

---

<sup>5</sup> Tierra blanca: Suelo con una clase textural de tipo arena franca.

### 1.5.6.2 Selección del Material de Siembra

La siembra se realiza por medio de rizomas, los rizomas son extraídos de una planta adulta, se selecciona aquellos rizomas que tengan yemas vegetativas o meristemas apicales activos, el rizoma se clasifica como rizoma de primera, segunda, y tercera.

El tamaño del rizoma de primera tiene una longitud aproximada de 10 a 8 centímetros estos quedan bien distribuidos en toda la banca, al momento de realizar la siembra. Los rizomas de segunda tienen una longitud aproximada de 7 a 5 centímetros, teniendo terminaciones meristemáticas menores a las de los de primera.

Y por último los rizomas de tercera son de 4 centímetros a 3 centímetros de muy poco grosor. La profundidad de siembra es de 5 cm, después de la siembra se cubre con la misma tierra de la cama de siembra, finalizado el proceso con la incorporación de broza proveniente de un proceso de descomposición del rastrojo de Leather leaf.

Figura 4. Camas de siembra de Leather leaf, sección A1, finca Tropicultivos II.



## 1.6 Crecimiento y Desarrollo de la Planta

Después de la siembra del rizoma, tarda un tiempo de 8 a 9 meses para realizar su primer corte, las plantaciones jóvenes se les conoce como plantilla.

Los brotes vegetativos emergen del rizoma del cultivo y tardan entre de 6 a 7 semanas en alcanzar su punto óptimo de corte.

### 1.6.1 Conteo de Brotes

Dentro de las actividades realizadas en la finca está el conteo de brotes, el cual consiste en el conteo e identificación por color y por semana del número de brotes encontrados en finca, en base a ese promedio obtenido se estima la cantidad de rollos producidos por área.

Figura 5. Brotes vegetativos emergidos del rizoma, sección B2, finca Tropicultivos II.



### 1.6.2 Plagueo

El plagueo consiste en el monitoreo de los acres de la finca, esta labor se realiza para determinar si hay incidencias altas de plagas o enfermedades. El plagueo se realiza semanalmente y las incidencias encontradas se transcriben en un reporte que se le proporciona al encargado de la finca.

### 1.6.3 Podas

Entre el manejo de la plantación se realiza labores de podas, siendo una forma de rejuvenecer la planta, y a la vez eliminar las frondas de Leather leaf, viejas, enfermas, torcidas; favoreciendo al aclareo de la planta y la aireación, permitiendo el equilibrio del sistema radicular y el crecimiento de brotes.

### 1.6.4 Riego

El desarrollo del sistema de riego en su mayoría de áreas es por medio de micro aspersión, se contabiliza 14 turnos de riego para el lado de los 23 acres, y 16 turnos para el lado de los 27 acres, la distancia de separación entre cada micro aspersión es de 6.15 metros entre filas y 6.09 metros entre micro aspersores.

Cuadro 3. Distribución del agua de riego del área de los 27 acres.

<b>Sistema de riego</b>	<b>Cantidad de boquillas</b>	<b>Caudal m<sup>3</sup>/hora</b>	<b>Tiempo de riego por turno</b>	<b>Volumen de agua por boquilla</b>	<b>Numero de turnos</b>	<b>Volumen de agua</b>
Micro aspersión	2099	0.28	1 hrs	0.28 m <sup>3</sup>	16	587.72 m <sup>3</sup>
Aspersión	40	0.61	0.67 hrs	0.41 m <sup>3</sup>	-----	24.60 m <sup>3</sup>
Total						612.32 m <sup>3</sup>

La presión para los micro aspersores varía entre las primeras líneas y entre las últimas de 1.97 atmósferas a 1.42 atmósferas. En 1 hora de riego del turno, 40 minutos para riego y 20 minutos para ferti irrigación. Para los 60 minutos, precipita 5.16 milímetros.

Cuadro 4. Distribución del agua de riego del área de los 23 acres.

<b>Sistema de riego</b>	<b>Cantidad de boquillas</b>	<b>Caudal m<sup>3</sup>/hora</b>	<b>Tiempo de riego por turno</b>	<b>Volumen de agua por boquilla</b>	<b>Numero de turnos</b>	<b>Volumen de agua</b>
Micro aspersión	2111	0.28	1 hrs.	0.28 m <sup>3</sup>	14	591.08 m <sup>3</sup>
Aspersión	77	0.61	0.67 hrs	0.41 m <sup>3</sup>	-----	31.57 m <sup>3</sup>
Total						622.65 m <sup>3</sup>

En la finca Tropicultivos II, se utilizan un aproximado de 1234.97 m<sup>3</sup> de agua o lo equivalente a 1,234,970 litros de agua para disponer de riego al cultivo.

Cuadro 5. Caudales de descarga de agua hacia el reservorio

AFORO MOTOR JOHN DEERE	Tubo de 4 plg	Tubo de 6 plg	Total
Caudal	41.09 m <sup>3</sup> /h	118.53 m <sup>3</sup> /h	159.62 m <sup>3</sup> /hora

Con el agua del reservorio se le da abastecimiento a riego en las áreas de cultivo de la finca, a la sala de empaque y en mantenimiento en jardines.

## 1.7 Calidad del agua

### 1.7.1 pH y dureza del agua de riego

Con apoyo de medidores fotométricos se realizó la lectura del nivel de pH del agua y la dureza del agua de riego.

Cuadro 6. Nivel de pH y dureza del agua

pH	Dureza
7	250 ppm

La calidad del agua determinara una producción exitosa, por lo que es importante conocer las características del agua de riego un agua de riego de una mala calidad puede llegar a disminuir el rendimiento del cultivo.

Cuadro 7. Clasificación de las aguas según su dureza

Denominación	ppm CaCO <sub>3</sub>
0- 15 ppm	Muy suaves
16 – 75 ppm	Suaves
76- 150	Medias
150 – 300	Duras
>300	Muy duras.

Fuente: Martínez., 2012.

Cuadro 8. Niveles de pH

Potencial hidrogeno pH (H+)	Denominación
1 – 6	Ácido
7	Neutro
7 - 14	Alcalino

Fuente: Khanacademy., 2016

### 1.8 Daño de la plaga del gusano barrenador del tallo (*Undulambia polystichalis*)

#### 1.8.1 Incidencia de la plaga del gusano barrenador del tallo (*Undulambia polystichalis*)

El gusano barrenador del tallo pertenece al orden de los lepidópteros y es causante del daño en los brotes del cultivo y fue una de las plagas que predominó en la finca por lo que se procedió a realizar el cálculo de incidencia y severidad para esta plaga.

Según el muestreo aleatorio se identifica el número de rollos perdidos en un acre en producción en presencia de la plaga.

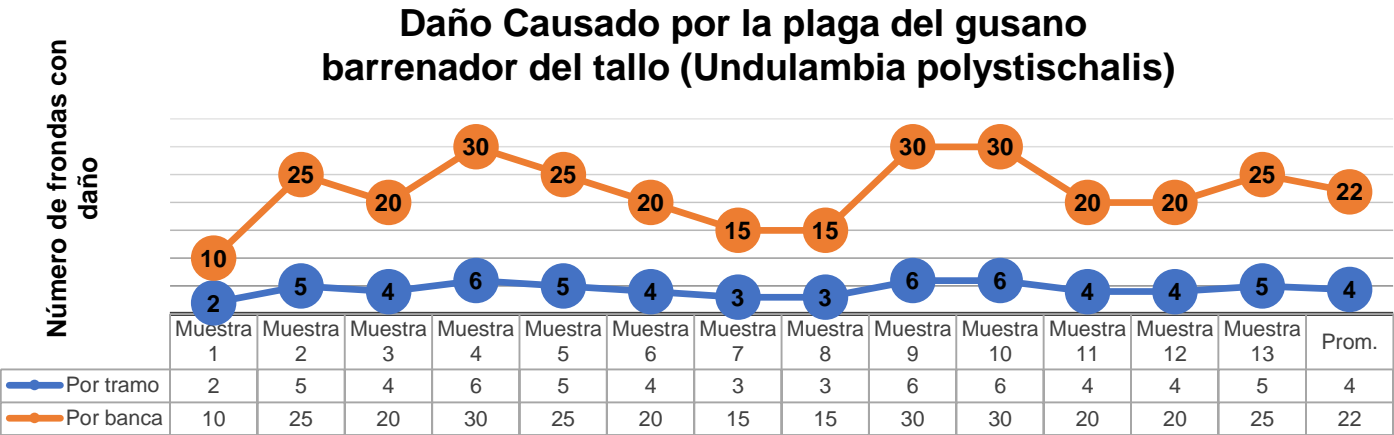
Cuadro 9. Frondas con daño por el gusano barrenador del tallo (*Undulambia polystichalis*)

Frondas con daño	Por tramo	Por banca
Muestra 1	2	10
Muestra 2	5	25
Muestra 3	4	20
Muestra 4	6	30
Muestra 5	5	25
Muestra 6	4	20
Muestra 7	3	15
Muestra 8	3	15
Muestra 9	6	30
Muestra 10	6	30
Muestra 11	4	20
Muestra 12	4	20
Muestra 13	5	25
<b>Promedio.</b>	<b>4.38</b>	<b>21.92</b>



Los resultados presentados en este cuadro provienen de un muestreo aleatorio realizado a 13 bancas de acre, en la sección F1 de la finca en el acre 48 se contabilizó 1468.64 palmas dañadas en promedio 73 rollos o bunches de frondas con daño, lo que representa un total de 4 palmas con daño por tramo y 22 palmas por banca de acre.

Figura 6. Daño causado por la plaga en un acre afectado.



En la figura 6 se muestra la cantidad de palmas con daño por cada tramo y por banca.

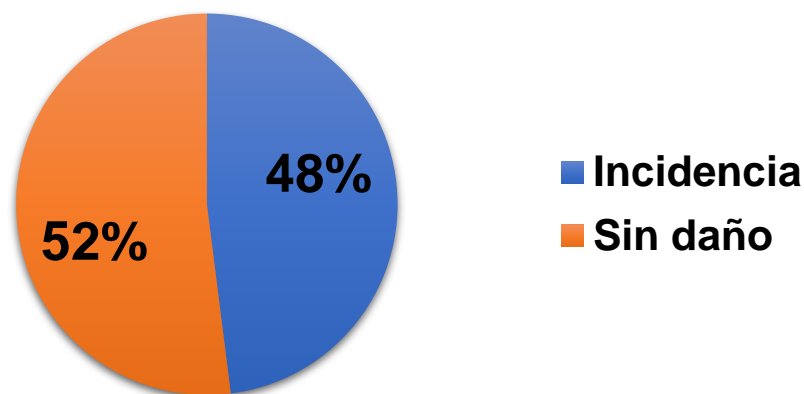
En base al muestreo realizado se determinó que existe una incidencia de daño de un 48% y el 52 % restante de la muestra no presentó daño.

Cuadro 10. Incidencia de la plaga *U. polystichalis*

	Fronas	Número de frondas	Incidencia
Incidencia	Con daño	12	48%
Sin daño	Sin daño	13	52%

Figura 7. Porcentaje de incidencia de la plaga *U. polystichalis*

### Nivel de incidencia



Cuadro 11. Daño en un acre afectado por la plaga *U. polystichalis*

	<b>Cosecha del acre 48</b>	<b>Cantidad de rollos/acre</b>
<b>INCIDENCIA 48%</b>	3 rollos /tramo lineal	1005 rollos
<b>Rollos que se han dejado de producir</b>		
<b>Producción en mínima en acre sin daño</b>	<b>Cantidad de rollos/acre</b>	<b>Cantidad de rollos disminuidos por la incidencia</b>
6 rollos /tramo lineal	2010 rollos/acre.	964.8rollos /acre

En el acre 48 a unos días después de haber hecho el muestreo, se cosechó y dejó como resultados de 3 rollos/tramo en total 1005 rollos por acre.

Anteriormente en el mismo se obtenía entre un mínimo de 5 a 6 rollos. Si la producción es de 6 rollos por tramo lineal, se colecta un total de 2010 rollos/acre, por el 48% de incidencia que presentó la plaga deja resultados de una reducción de 965 rollos por acre.

### 1.8.2 Severidad de la plaga *U. polystichalis*

Se eligió una fronda en buen estado y se comparó con una palma con daño y en base al área foliar afectada se estimó el grado de severidad de esta plaga.

Figura 8. Porcentaje de incidencia de la plaga *U. polystichalis*

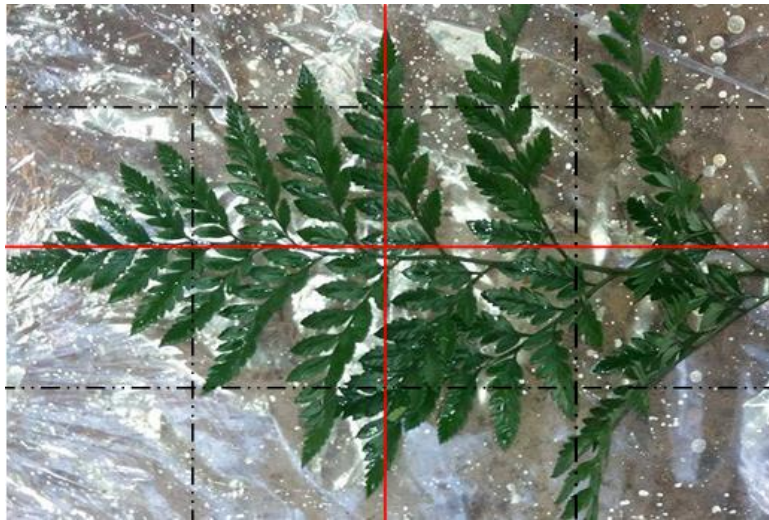


Figura 9. Nivel de daño foliar causado por la plaga *U. polystichalis*



$$S\% = \left( \frac{\text{Superficie del área del tejido enfermo}}{\text{Área total}} \right) \times 100$$

Fuente: Barea.,2006

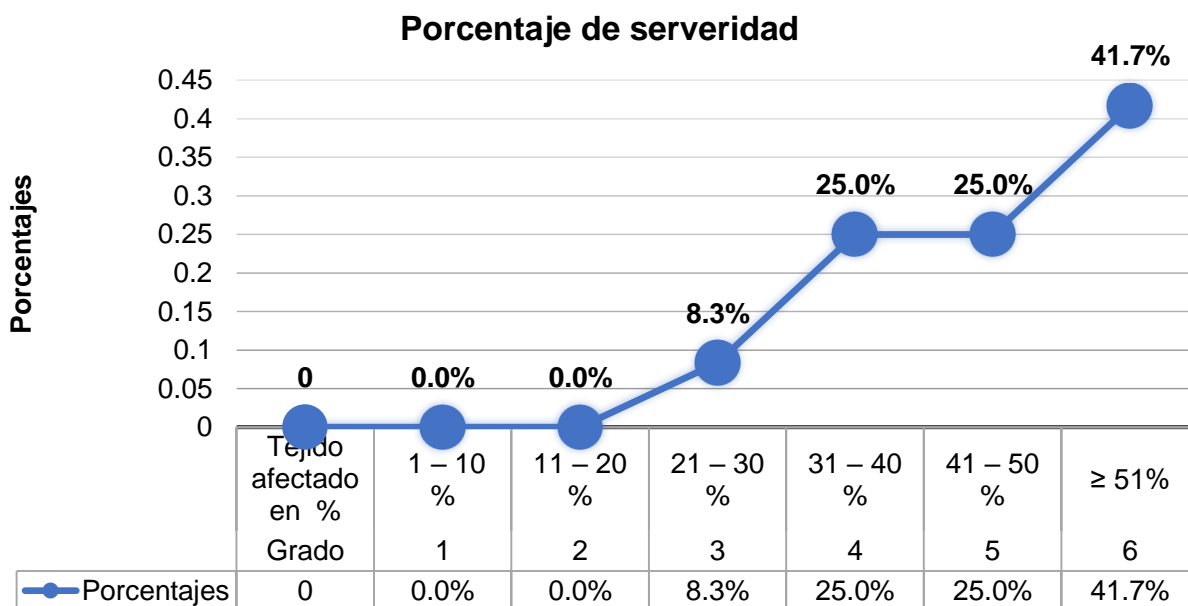
$$S\% = \left( \frac{6}{16} \right) \times 100 = 37.5\%$$

En el cuadro 12 el nivel se muestra el grado de severidad que tiene el ataque de la plaga *Undulambia polystichalis*

Cuadro 12. Severidad de la plaga *U. polystichalis*

Grado	Tejido afectado en %	Porcentaje
1	1 – 10 %	00.00%
2	11 – 20 %	00.00%
3	21 – 30 %	8.33%
4	31 – 40 %	25.00%
5	41 – 50 %	25.00%
6	≥ 51%	41.67%

Figura 10. Severidad de la plaga *U. polystichalis*



La figura 10 muestra la tendencia de grado 6. Del 100% de la muestra evaluada el 41.7%, sobrepaso el 51 % del daño en la lámina foliar.

## 1.9 Daño de hoja roja o Fern Distortion Syndrome FDS

### 1.9.1 Incidencia de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS

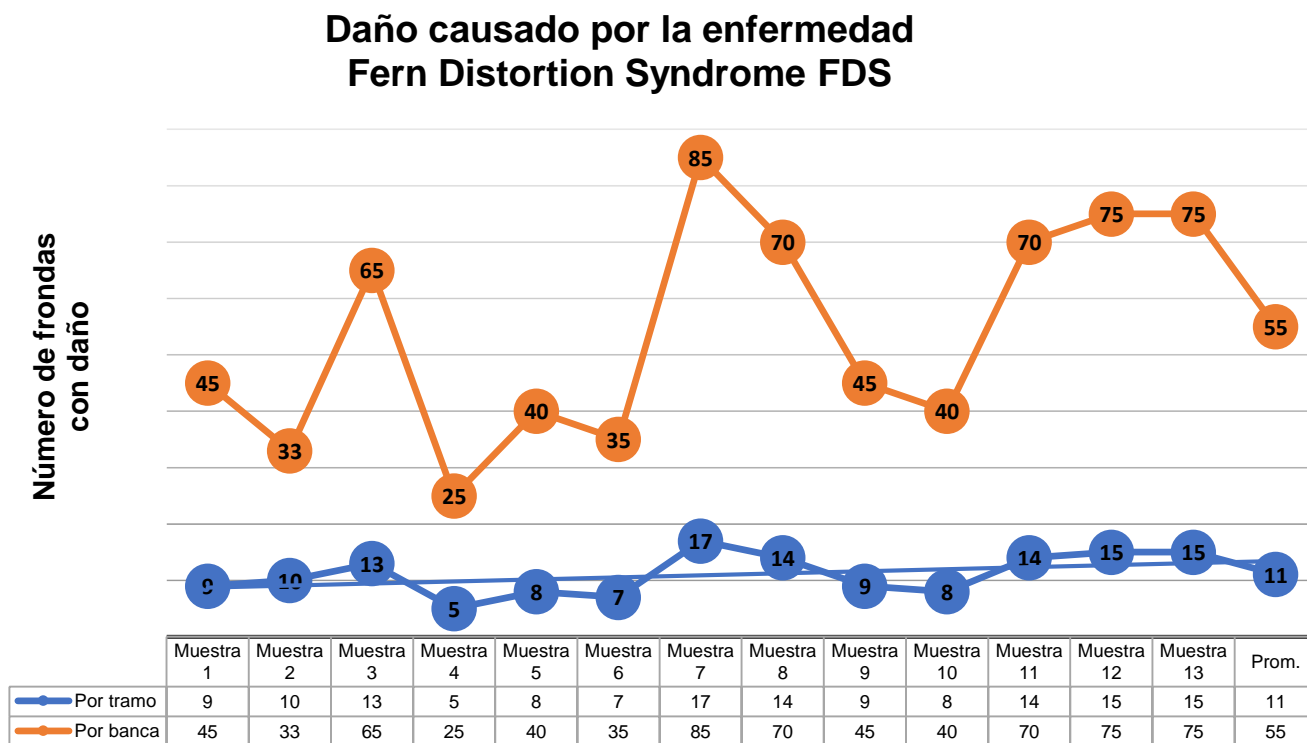
La enfermedad de hoja roja como se conoce en la finca causa un daño en el área foliar lo que hace que la fronda tenga una tonalidad anormal. El agente causal se le acredita a una cepa del virus del moteado del helecho, los insectos con aparato bucal chupador que pertenecen al orden Hemíptera pueden llegar a ser los vectores de esta enfermedad.

Cuadro 13. Frondas con Fern Distortion Syndrome FDS

<b>Enfermedad de Fitoplasma</b>	<b>Por tramo</b>	<b>Por banca</b>
Muestra 1	9	45
Muestra 2	10	33
Muestra 3	13	65
Muestra 4	5	25
Muestra 5	8	40
Muestra 6	7	35
Muestra 7	17	85
Muestra 8	14	70
Muestra 9	9	45
Muestra 10	8	40
Muestra 11	14	70
Muestra 12	15	75
Muestra 13	15	75
Promedio.	11.07	55.38

Los resultados presentados en el cuadro 13 provienen de un muestreo aleatorio realizado a 13 bancas de acre, en la sección F1 de la finca en el acre 48. Se contabilizó 3,685 palmas dañadas que esto hace un promedio de 184 rollos o bunches con daño, lo que representa un total de 11 palmas con daño por tramo y 55 palmas con daño por banca.

Figura 11. Daño causado por la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS



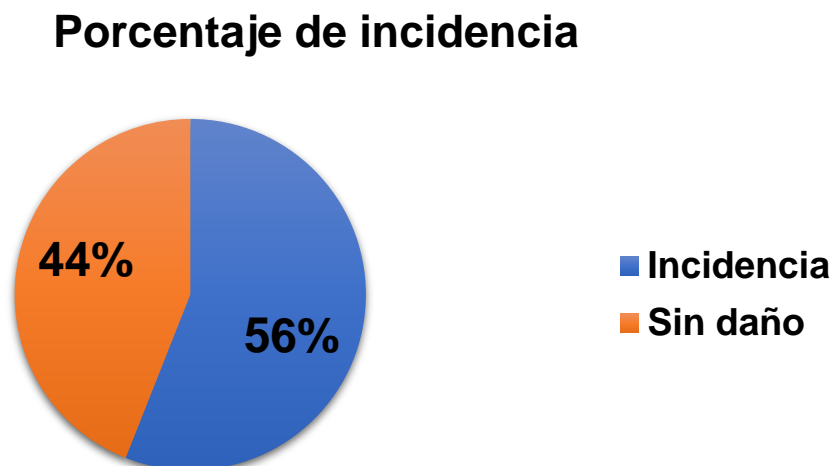
En la figura 11 se muestra la cantidad de palmas con daño por cada tramo y por banca.

En base al muestreo realizado se determinó que existe una incidencia de daño de FDS de un 56% y el 44 % restante de la muestra no presento daño.

Cuadro 14. Incidencia de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS

	Fronas	Número de frondas	Incidencia
Incidencia	Con daño	14	56%
Sin daño	Sin daño	11	44%

Figura 12. Incidencia de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS



La figura 12 muestra el porcentaje de incidencia de la enfermedad de Fern Distortion Syndrome FDS

Cuadro 15. Daño en un acre afectado por la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS

	<b>Cosecha del acre</b> <b>48</b>	<b>Cantidad de rollos/acre</b>
<b>INCIDENCIA 56%</b>	2.5 rollos /tramo lineal	837.5 rollos
<b>Rollos que se han dejado de producir</b>		
<b>Producción en mínima en acre sin daño</b>	<b>Cantidad de rollos/acre</b>	<b>Cantidad de rollos disminuidos por la incidencia.</b>
6 rollos /tramo lineal	2010 rollos/acre.	1,125.6 rollo/acre

El promedio de rollos por tramo en estas áreas afectadas por fue de 2.5 rollos/tramo lineal, por el porcentaje de incidencia se producirán en áreas con las mismas condiciones entre 838 a 1,126 rollos por acre.

### 1.9.2 Severidad de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS

Se muestra el porcentaje de área dañada por la enfermedad FDS y el grado que representa según su severidad.

Cuadro 16. Severidad de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS

Grado	Tejido afectado en %	Porcentaje
1	1 – 10 %	00.00%
2	11 – 20 %	00.00%
3	21 – 30 %	7.10%
4	31 – 40 %	21.40%
5	41 – 50 %	21.40%
6	≥ 51%	50.00%

Se eligió una fronda en buen estado y se comparó con una palma con el daño de la enfermedad de Fern Distortion Syndrome FDS en base al área foliar afectada se estimó el grado de severidad de esta enfermedad.

Figura 13. Nivel de daño foliar causado por la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS, en frondas de Leather leaf tomadas de la sección F, finca Tropicultivos II.

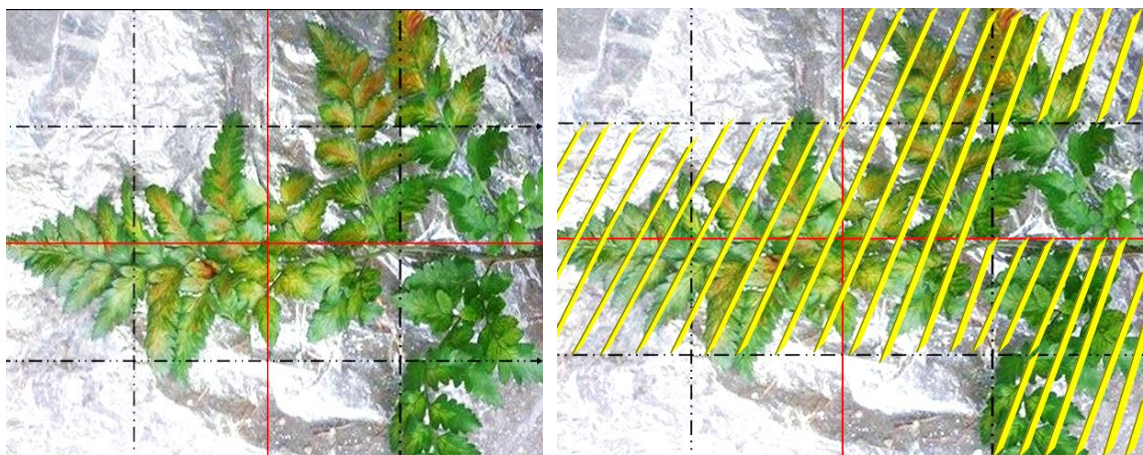
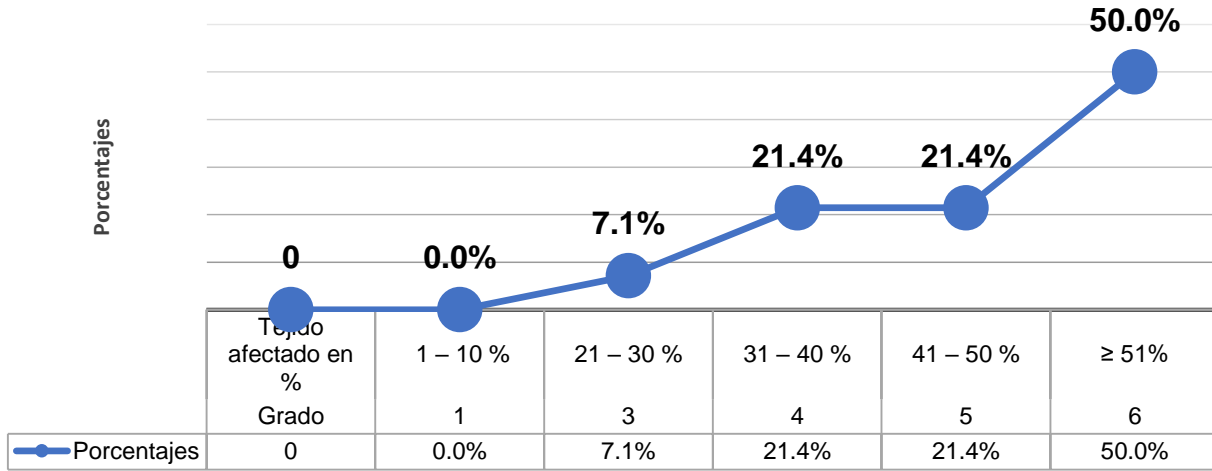




Figura 14. Severidad de la enfermedad Fern Distortion Syndrome FDS

### Porcentaje de severidad



La figura 14 muestra la tendencia de grado 6. Del 100% de la muestra evaluada el 50 %, sobrepaso el 51 % del daño en la lámina foliar.

## 1.10 CONCLUSIONES

1. El sistema productivo de la finca Tropicultivos II, está determinado por varios departamentos cada uno con un área específica, siendo: el área de cultivo, el área de cosecha y manejo post cosecha y el área de investigación, todas estas están comprometidas con la generación de procesos enfocados a la mejora continua.
2. El manejo de los factores bióticos es controlado con fumigaciones de pesticidas que se realizan cuando la presencia de patógenos sobrepasa el umbral económico y en el caso de factores abióticos son mitigados con los umbráculos de sarán que cubren las plantaciones y que le proveen condiciones óptimas como sombra, humedad y temperatura para el desarrollo del cultivo.
3. Dentro de los problemas o limitantes dentro de las áreas de cultivo están los anegamientos entre las tomas en las diferentes secciones de la finca para ello se puede reorganizar un mejor manejo de los tiempos de riego, otra limitación puede llegar hacer los niveles altos de incidencia de plagas o enfermedades que puedan llegar a disminuir la productividad de la finca.
4. Al contar con una fuente de agua proveniente de un río el pH es muy dinámico debido a que la fuente de agua es una corriente que fluye de manera continua por lo que puede alcanzar distintos valores pH en algunos meses más que otros. Estos cambios de pH del agua pueden llegar a influir en la eficiencia de las mezclas de agroquímicos al momento de las aplicaciones foliares.

## 1.11 RECOMENDACIONES

- 1 Es importante realizar un recuento de las actividades que se llevan a cabo en la finca con una frecuencia mensual o trimestral en búsqueda de la mejora procesos productivos de la finca.
- 2 Se recomienda que los procesos productivos que se realizan en la finca deben estar orientados a producir Leather leaf de muy buena calidad, para cumplir con los estándares de calidad que el mercado internacional exige.
2. Se deben tomar acciones sobre las limitaciones o posibles problemas que puedan surgir dentro de las áreas de cultivo, y se debe investigar sobre nuevas tecnologías agrícolas que contribuyan a la mejora de calidad de los productos cosechados.

## 1.12 BIBLIOGRAFIA

- 1) AGEXPORT (Asociación de Exportadores de Guatemala). 2016. Comisión de Plantas Ornamentales, Follajes y Flores. (en línea). Guatemala. Consultado 01 mar 2017. Disponible en: <http://export.com.gt/publico/plantas-ornamentales,-follajes-y-flores>.
- 2) Barea, G. 2006. Patometría. Incidencia y Severidad (en línea). México. Consultado 01 mar 2017. Disponible en: <https://es.slideshare.net/jesusmamani961/patometria-incidencia-y-severidad>
- 3) CEMLA (Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos). 2012. Sistema de Cuentas Nacionales (en línea). Nicaragua. Consultado 01 mar 2017. Disponible en: <http://www.cemla.org/actividades/2012/2012-03-cuentas/2012-03-cuentas-04.pdf>
- 4) Cronista. 2012. Importancia de un diagnostico (en línea). Argentina. Consultado 01 mar 2017. Disponible en: <https://www.cronista.com/pyme/La-importancia-de-un-buen-diagnostico-organizacional-20120927-0001.html>
- 5) Khanacademy. 2016. Biología. Ácidos, bases, pH y soluciones amortiguadoras (en línea). USA. Consultado 02 mar 2017. Disponible en: <https://es.khanacademy.org/science/biology/water-acids-and-bases/acids-bases-and-ph/a/acids-bases-ph-and-buffers>
- 6) MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). 2016. Diagnóstico de la cadena de follajes (en línea). Guatemala. Consultado 01 mar 2017. Disponible en: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/9811.pdf>

- 7) Martínez, G. 2012. Evaluación de dos agentes ablandadores de agua y su mezcla para ajustar el índice de Langelier en recirculación de aguas de enfriamiento y estabilizar parámetros químicos en calderas de vapor. Tesis Ing. Agr. Guatemala C.A.USAC. 119 p.
  
- 8) SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia). 2016. Municipio de Salamá Baja Verapaz, estrategia para atraer inversiones (en línea). Guatemala. Consultado 02 mar 2017. Disponible en [http://www.segeplan.gob.gt/downloads/2016/DET/1501\\_Estrategia\\_INVERSION.pdf](http://www.segeplan.gob.gt/downloads/2016/DET/1501_Estrategia_INVERSION.pdf)
  
- 9) Simmons, CS; Tárano T, JM; Pinto Zúñiga, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
  
- 10) TAK. 2017. Central América TAK (en línea). Guatemala. Consultado 01 abr 2017. Disponible en: <http://tak.gt/nuestra-historia/?lang=es>

### 1.13 ANEXOS.

Figura 15A. Recopilación de información, con los encargados de la finca Tropicultivos II



Figura 16A. Muestreo del nivel de pH del suelo en la finca Tropicultivos II.



Figura 17A. Palomilla del barrenador del tallo (*Undulambia polystichalis*, sección F).



Figura 18A. Muestreo en el área para determinar la incidencia y severidad, sección F.



Figura 19A. Aforo de los aspersores de riego en la finca Tropicultivos II.



Figura 20A. Antecedentes de la presencia de Fern Distortion Syndrome FDS

Laboratorio de Fitopatología TAK

### Lote de Inspección Detección de Hoja Roja en Rizoma

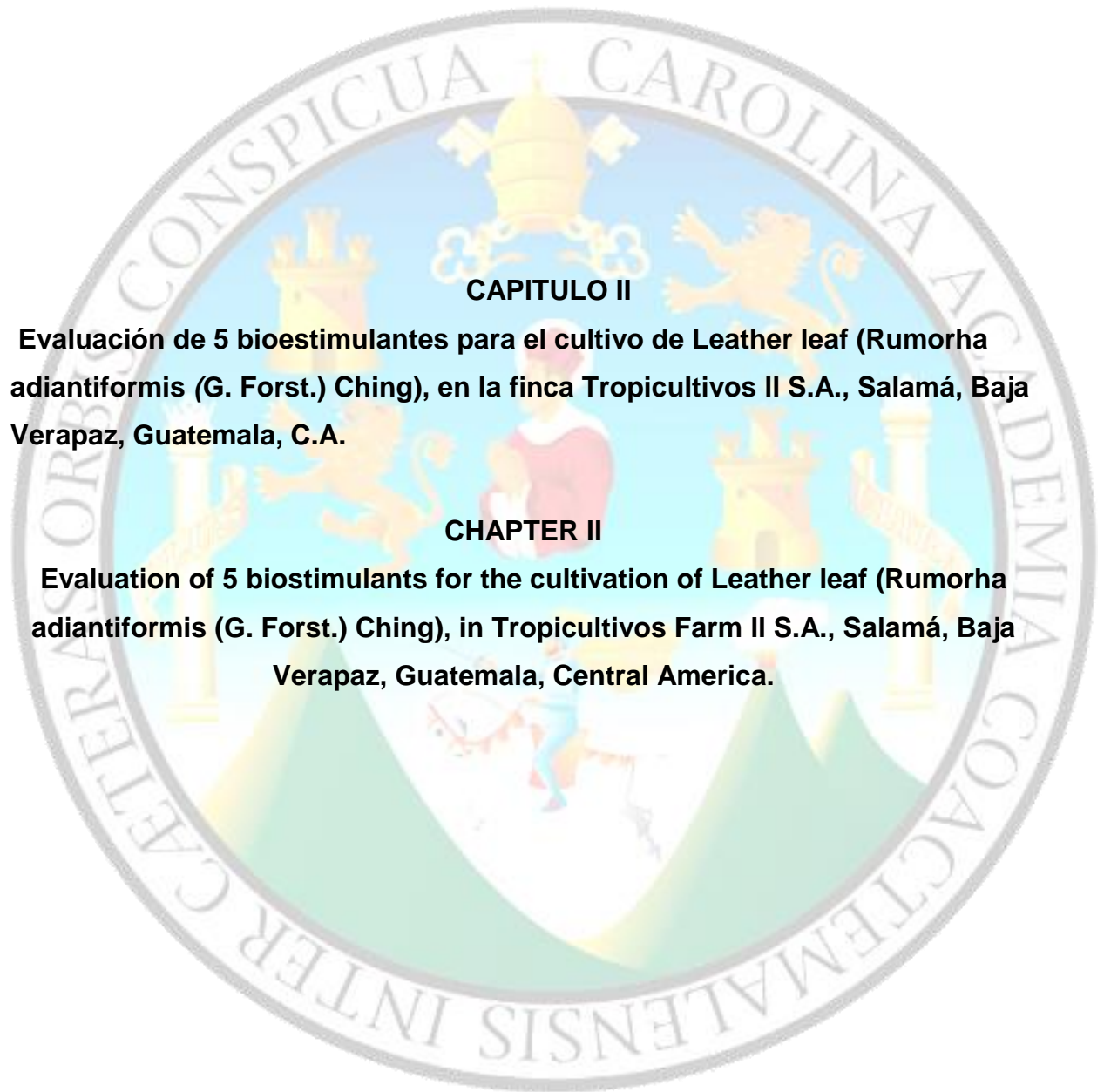
Nombre de Finca	Tropicultivos 2
Fecha de siembra	17/03/2017
Semana de ingreso	10

No.	Identificación de la muestra	Resultado detección de FDS	
1	GTTD-S10-A1	+	
2	GTTD-S10-A2	+	
3	GTTD-S10-B2	+	
4	GTTD-S10-C1	+	
5	GTTD-S10-C3	+	
6	GTTD-S10-D1	-	
7	GTTD-S10-E1	+	
8	GTTD-S10-E2	-	
9	GTTD-S10-E3	+	
10	GTTD-S10-F1	+	
11	GTTD-S10-F2	+	
12	GTTD-S10-F3	+	

\* Fern Distortion Syndrome

Fuente: TAK., 2017





## **CAPITULO II**

**Evaluación de 5 bioestimulantes para el cultivo de Leather leaf (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en la finca Tropicultivos II S.A., Salamá, Baja Verapaz, Guatemala, C.A.**

## **CHAPTER II**

**Evaluation of 5 biostimulants for the cultivation of Leather leaf (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching), in Tropicultivos Farm II S.A., Salamá, Baja Verapaz, Guatemala, Central America.**

## 2.1 PRESENTACIÓN

La finca Tropicultivos II, ubicada en Salamá, Baja Verapaz, pertenece a una de las fincas de corporación TAK<sup>6</sup>, que desde el año 1987 se ha consolidado a nivel mundial, como una de las fincas productoras y exportadoras de follajes de corte más grandes de América desde hace más de 20 años. La finca Tropicultivos II, se ha caracterizado por su exportación de Leather leaf (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching), cumpliendo con los requisitos de inocuidad y calidad que las normas internacionales exigen (TAK., 2017).

La industria de plantas ornamentales y follajes en el país se ha desarrollado en la producción de alrededor de 200 especies y 500 variedades diferentes convirtiéndose en una actividad exportadora sostenible, con una tasa de crecimiento anual del 10%, lo que ha contribuido al ingreso de divisas al país de alrededor de 100 millones de dólares. (MARN., 2016).

Por la importancia económica que representa la producción de follajes al país y con la finalidad de conocer más sobre la producción de follajes de este tipo, se evaluó dentro del marco del Ejercicio Profesional Supervisado el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes sobre la brotación del cultivo de Leather leaf, siendo el incremento de la producción de brotes vegetativos uno de los principales objetivos de la evaluación, que dará como resultado una producción con una mayor cantidad de rollos por área.

En la presente investigación se evaluó la aplicación de cinco bioestimulantes con diferentes frecuencias de aplicación, una frecuencia cada 15 días y otra frecuencia cada 21 días. Para el análisis estadístico se implementó un diseño completamente al azar DCA con 6 tratamientos y 6 repeticiones.

---

<sup>6</sup> Vocablo Qakchikel que hace referencia a un arreglo de flores.

A los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianzas (ANDEVA), del cual existieron diferencias significativas a un 5% de significancia, por ello se aplicó una prueba múltiple de Fisher de medias, identificando a Hormocel a dosis de 1 ml/L como el bioestimulante que generó mayor cantidad de brotes vegetativos con una diferencia de 10 brotes vegetativos en comparación con el testigo y una producción de 9920 rollos por hectárea, la frecuencia de aplicación más efectiva fue la de 21 días debido a que logró los mejores resultados en brotación y cosecha, además que reduce los costos de aplicación 1.5 menos que en comparación a la frecuencia de 15 días.

La investigación presenta una alternativa más para la estimulación de brotes y como consecuencia el aumento de la cantidad de rollos en las áreas de cultivo que lo necesiten. Esto representa un incremento en la productividad del cultivo para la finca.

### 2.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento de las plantas está estrechamente relacionado con la división de las células meristemáticas encontradas en los ápices de tallos y raíces. Estos tejidos meristemáticos, poseen una reserva de células no diferenciadas, con características embrionarias, que generan cambios a las plantas como respuestas fisiológicas a una señal ambiental. (Gallardo.,1998).

Sin embargo, los procesos fisiológicos de las plantas pueden llegar a ser interrumpidos por factores climáticos como la humedad, temperatura y la luz, que determinan en gran parte el desarrollo y el crecimiento de las plantas. (González., 1977).

La influencia de los factores climáticos en el crecimiento y desarrollo de las plantas se ve reflejado en la finca, durante los meses que las temperaturas descienden, dado que las áreas de cultivo entran en un periodo de dormancia y llegan a presentar una disminución de hasta un 40% en la brotación del cultivo de Leather leaf.

Según (Tello., 1993) la dormancia es un periodo donde un organismo detiene su crecimiento, desarrollo y actividad física temporalmente, esto reduce su actividad metabólica permitiéndole al organismo la conservación de energía,

Por esta razón y debido a los efectos que produce la dormancia que se presenta en las áreas de cultivo de la finca cuando las temperaturas descienden, se tiene identificado como un problema la reducción en los rollos cosechados por área y la baja producción de brotes vegetativos nuevos.

Para toda una empresa, una baja en la producción significa un efecto negativo en sus ganancias. (ILO.,2013). Al final, la disminución en la productividad de las áreas afecta los ingresos de la finca, pues su producción de follaje se ve reducida.

### 2.1.2 JUSTIFICACIÓN

El helecho de cuero o Leather leaf pertenece al grupo de follajes de corte y para los últimos años ha sido un producto muy privilegiado y demandado por el mercado internacional. (TAK., 2017).

Para el país el sector de plantas ornamentales, flores y follajes de corte, ha ido en crecimiento en los últimos años, según el Banco de Guatemala para el año 2004 este sector obtuvo un ingreso de divisas de US\$ 29.02 millones (MARN., 2016).

Para el año 2015, el Banco de Guatemala reportó un ingreso de US\$ 95.3 millones en ventas, y para agosto de 2016, ya acumulaba US\$ 70.2 millones. (Muñoz., & Gandara., & Melgar., 2016). Debido a ello el sector de plantas ornamentales, flores y follajes hace exigir la innovación y la introducción de nuevas tecnologías que contribuyan a la agilización de los procesos de la cadena de producción.

El manejo del cultivo de Leather que realiza la finca, incluye labores como: fertilización, incorporación de enmiendas al suelo, abastecimiento de riego, aplicaciones de suplementos foliares. Esto para brindarle las condiciones óptimas al cultivo, y con ello obtener buenas cosechas y satisfacer las demandas del mercado internacional. Al realizar aplicaciones de productos foliares en la finca se obtiene un aumento de un 5 % de los rollos producidos por área.

Existen suplementos foliares específicos tales como bioestimulantes que son capaces de mejorar la eficacia de las plantas para la absorción y asimilación de nutrientes, y adicionalmente hacen tolerar el estrés biótico o abiótico en las plantas. (INTAGRI., 2017).

En virtud de ello y a los estímulos que puedan generar estos productos bioestimulantes, se planteó la presente investigación con el fin de aumentar la producción en un 5 % cumpliendo con los requerimientos del mercado internacional.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco conceptual

### 2.2.2 Descripción del Helecho de cuero o Leather leaf (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching).

El cultivo de Leather leaf es uno de los cultivos clasificados dentro de los follajes de corte, con un lugar privilegiado en el mercado internacional, específicamente en Estados Unidos, Europa y Japón. (TAK., 2017).

### 2.2.3 Botánica

El helecho u Hoja de cuero, también conocido como, Leather leaf es un helecho verdadero que pertenece a la familia Dryopteridaceae orden Polypodiales, fue nombrado como (*Polystichum adiantiforme*, (G. Forst.) John Sm.), y luego corregido a (*R. adiantiformis* (G. Forst) Ching).

El helecho es nativo de las regiones tropicales de América Central, América del Sur, África del Sur, Madagascar, Nueva Zelanda, y Australia. (Escobedo., 1996).

Figura 21. Leather leaf, Sección D, finca Tropicultivos II.



#### 2.2.4 Clasificación taxonómica

El cuadro 17 describe la clasificación taxonómica del cultivo de Leather leaf.

Cuadro 17. Clasificación taxonómica.

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Pteridophyta
Clase:	Filicopsida
Subclase:	Polypodiidae
Orden	Polypodiales
Familia:	Dryopteridaceae
Subfamilia:	Dryopteridoideae
Tribu:	Rumohreae
Género:	Rumohra
Especie:	Rumohra adiantiformis (G. Forst.) Ching
Nombres comunes:	Hoja de cuero o Leather leaf.

Fuente: USDA, 2017.

#### 2.2.5 Características de la planta

Los helechos son plantas llamadas pteridófitas, lo que significa, carentes de flores, frutos o semillas verdaderas. Su reproducción se realiza a través de la formación de esporas que son generadas por millares en esporangios o soros que se encuentran en el envés de las hojas o frondas. Sin embargo, a diferencia de otras plantas de este tipo, tienen hojas verdaderas, tallos, raíces y un complejo sistema vascular a través del cual transportan el agua y los nutrientes; por esto se clasifican dentro de las plantas vasculares. El helecho cuero o Leather leaf tiene hojas brillantes, de intenso color verde, consistencia firme y dura. Las hojas de los helechos se le conocen como frondas (Chahin., 2012).

Los tallos son rizomas escamosos a partir de los cuales se forman las hojas; cubiertos inicialmente por escamas blancas las que se tornan cafés más adelante. La planta es compacta y frondosa y alcanza una altura promedio entre 30 y 90 cm, según las condiciones de cultivo. (Chahin., 2012)

#### 2.2.6 Requerimientos del cultivo de Leather leaf (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching)

##### a) Suelo

El cultivo de Leather leaf requiere suelos con altos contenidos de materia orgánica, suelos muy bien drenados y aireados y con buena capacidad de retención de agua. El pH en los suelos debe ser entre 5.5 y 6.0. (Atehortúa., 1999).

##### b) Salinidad

El cultivo de Leather leaf es muy sensible a la salinidad, y no toleraría niveles mayores a 0,6 g de sales totales por litro de agua. (Atehortúa., 1999).

##### c) Temperatura y humedad

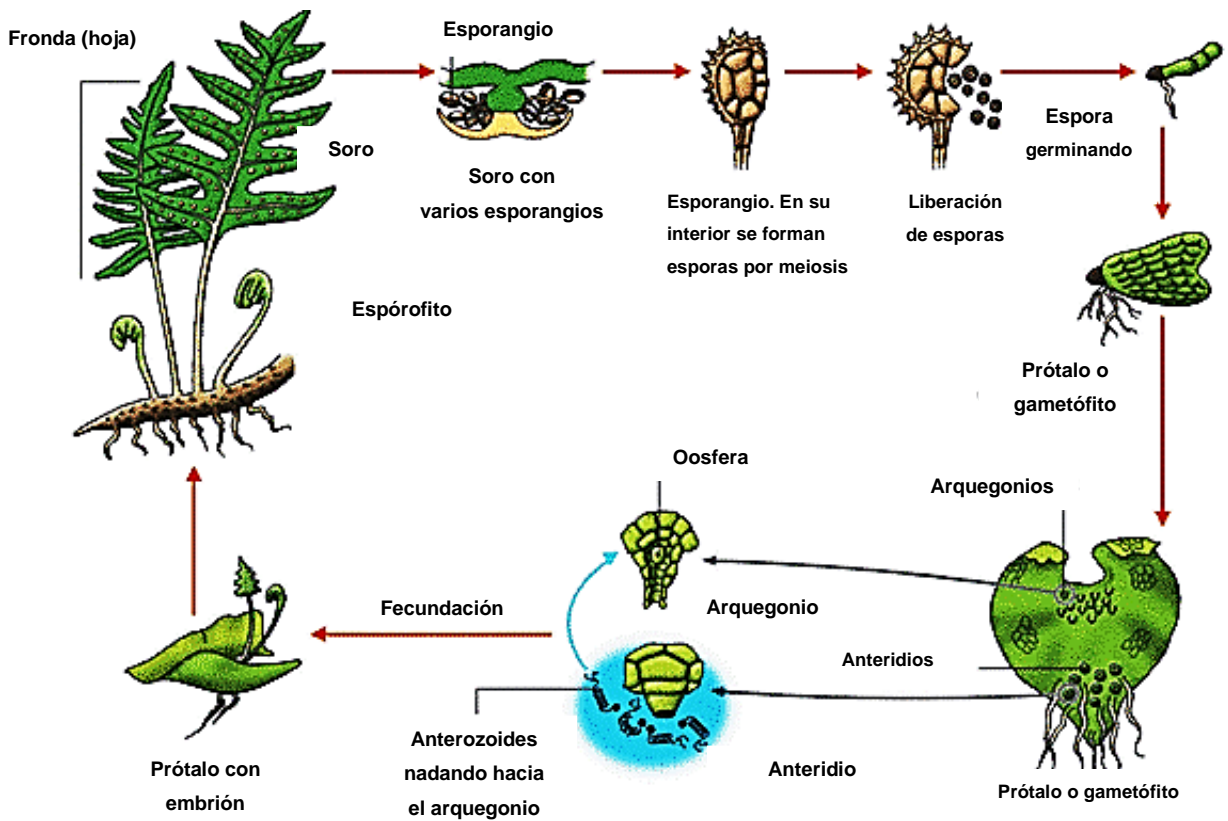
El cultivo de Leather leaf se desarrolla bien en climas templados y cálidos. El rango de temperaturas óptimo se ubica entre 15-30°C, siendo las temperaturas cercanas a las mínimas las que permiten un crecimiento más lento con una buena calidad. Entre las temperaturas de 30 – 32 ° C., se logra un crecimiento mucho más rápido. El helecho es muy susceptible a bajas temperaturas cercanas a los 0 °C, las cuales retardan su crecimiento y llegan a causar quemaduras en las frondas, con lo que respecta al rizoma este muestra un grado de tolerancia a las bajas temperaturas pudiendo sobrevivir a -5 °C. (Atehortúa., 1999).



d) Luz

El cultivo de Leather leaf requiere ambientes sombreados. La planta no debe ser expuesta directamente al sol. Las frondas al estar expuestas a la luz intensa sin tener ningún tipo de sombra llegan a alcanzar una coloración verde clara y una consistencia frágil (Atehortúa., 1999).

Figura 22. Ciclo reproductor de los Helechos.



Fuente: Blogodisea, 2010.

### 2.2.7 Establecimiento del cultivo de Leather leaf en el país.

Antes de sembrar el cultivo de Leather leaf se prepara el terreno de siembra y se inicia con la formación de las bancas de cultivo, posteriormente la incorporación de tierra blanca<sup>7</sup> sobre las bancas, luego con la aplicación de riego en las áreas para humedecer el suelo, finalmente con el proceso de desinfección del suelo con un producto químico con nombre comercial: Vapan 42 con ingrediente activo: N-metilditiocarbamato de sodio del grupo químico de los carbamatos.

El levantado de las bancas o camas de siembra es realizado por los trabajadores, con 0.4 m de alto 1.10 m de ancho, 0.30 m para el ancho de las tomas, el largo de la cama dependerá del número de tramos lineales cada acre.

La siembra se realiza por medio de rizomas, extraídos de una planta adulta, se selecciona aquellos rizomas que tengan yemas vegetativas o meristemas apicales activos para garantizar la propagación.

Después de la siembra se cubre con la misma tierra de la cama finalizado el proceso con la incorporación de broza proveniente de un proceso de descomposición del rastrojo de Leather leaf; la planta tarda un tiempo de 8 a 9 meses para realizar su primer corte, las plantaciones jóvenes se les conoce como plantilla.

### 2.2.8 Manejo agronómico en plantaciones establecidas de Leather leaf

En una plantación de mayor edad, al momento que aparece un nuevo brote, dura un tiempo de 6 a 7 semanas en estar listo para corte de cosecha, entre las labores del manejo agronómico podemos mencionar el conteo de brotes, labores de plagueo (conteo de plagas y enfermedades), las podas o saneos. El conteo de brotes consiste en el conteo e identificación por color por semana del número de brotes

---

<sup>7</sup> Tierra blanca: Suelo con una clase textural de tipo arena franca.

encontrados por tramo lineales de 1 metro ancho por 7.5 metros de largo, en base a ese promedio obtenido se estima la cantidad de rollos producidos por área. En el plaguero se realiza el monitoreo de los acres de la finca, para observar la presencia de plagas o enfermedades.

Entre el manejo de la plantación se realiza labores de podas, una forma de rejuvenecer la planta, y a la vez eliminar las frondas, viejas, enfermas, torcidas, favoreciendo al aclareo y la aireación del Leather leaf, permitiendo un equilibrio del sistema radicular y el crecimiento de brotes. El riego del cultivo se puede realizar con un tipo de riego de microaspersión, y se pueden manejar intervalos de riego de 1 día.

#### 2.2.8.1 Fertilización en el cultivo de Leather leaf

El proceso de fertilización del cultivo de Leather leaf en el país se realiza en base a un programa de nutrición con apoyo de análisis químicos foliares y de suelo que se realizan con cierta periodicidad al año. (Gordillo., 2013).

Según Zamora., 2016, la fertilización del cultivo de Leather cumple con el aporte de los elementos nutritivos indispensables para su buen desarrollo. Y considera necesario realizar los análisis químicos para que con la interpretación de los resultados se conozca el estado nutricional del cultivo. Es necesario valorar el tema de la fertilización y la carencia de elementos nutritivos en el suelo puede influir negativamente en los rendimientos de un cultivo porque afecta los procesos fisiológicos de la planta e impide la asimilación de otros micro y macronutrientes.

#### 2.2.8.2 Fertilización foliar

La fertilización foliar es una práctica altamente utilizada en la agricultura para mejorar la productividad y la calidad de los cultivos, ha contribuido a la corrección de deficiencias en las plantas en los momentos que los nutrientes se encuentran

muy fijos en el suelo y los cultivos no pueden asimilarlos de forma óptima. (Fertilizar., 2009).

Existen suplementos foliares específicos como los productos bioestimulantes que son capaces de mejorar la eficacia de las plantas para la absorción y asimilación de nutrientes. (INTAGRI., 2017).

### 2.2.9 Bioestimulantes

Los bioestimulantes son definidos como las sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además mejoran su metabolismo y les permiten a las plantas más resistencia ante condiciones adversas, como estrés abiótico o el ataque de plagas, entre otras. (Gallardo.,1998).

La aplicación de bioestimulantes hacen ejercer funciones fisiológicas en las plantas, ya que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas, la estimulación de los procesos naturales beneficia a la planta y logra una mejor asimilación de nutrientes y como consecuencia un aumento de los rendimientos. (Gallardo., 1998).

Los bioestimulantes más comunes utilizados en la agricultura están compuestos principalmente a base de hormonas vegetales, extractos de algas marinas, aminoácidos, ácidos húmicos y fúlvicos. (INTAGRI., 2017).

#### a) Hormonas Vegetales

En el desarrollo de organismos vivos influyen dos procesos: un aumento de tamaño o masa, llamado crecimiento, que podemos medir en centímetros o gramos, y un cambio interno, “hacerse longevo”, llamado diferenciación o maduración, que no sabemos medir con precisión. Tanto en el crecimiento como

en la diferenciación intervienen las fitohormonas por lo que es importante conocer sus funciones (Rojas., 1978).

Las hormonas vegetales intervienen en el crecimiento de raíces, la floración de las plantas, la senescencia<sup>8</sup> de las hojas en general interviene en varios procesos fisiológicos de las plantas por tener la capacidad de regular el crecimiento de las plantas. (Rojas., 1978).

Los cinco grupos principales de hormonas vegetales o fitohormonas son las auxinas, las citocininas, las giberelinas, el etileno y el ácido abscísico. Existen otras sustancias que eventualmente pueden clasificarse como fitohormonas están son las poliaminas, los jasmonatos, el ácido salicílico, los brasinoesteroides y la sistemina. (Jordán., & Casaretto., 2006).

#### b) Aminoácidos

Los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas, macromoléculas que en las plantas tienen funciones estructurales, enzimáticas y hormonales. En las plantas los aminoácidos juegan un papel muy importante al cumplir con funciones vigorizantes y estimulantes de la vegetación en los periodos críticos del cultivo. Las aplicaciones foliares con aminoácidos contribuyen a la recuperación del estrés hídrico, heladas, granizadas y ataque de plagas. La estimulación de los procesos en las plantas es dirigida al crecimiento de los meristemos radiculares, foliares y florales. (INTAGRI., 2017).

---

<sup>8</sup> Senescencia: es un proceso de envejecimiento de los tejidos que inicia en las plantas como respuesta al estrés.

### c) Extracto de algas

Los derivados de algas marinas son uno de los extractos vegetales más conocidos y aplicados en la nutrición vegetal.

Los beneficios que se obtienen de la incorporación de extracto de algas marinas al suelo en las áreas de cultivo son la incrementación de las cosechas y administra los cultivos macro y micronutrientes en pequeñas cantidades, y además suministra sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. (INTAGRI., 2017).

### d) Ácidos húmicos y fúlvicos

Los ácidos húmicos y fúlvicos son complejas agrupaciones macromoleculares en las que las unidades fundamentales son compuestos aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, que son sintetizados por ciertos microorganismos presentes en suelo. (INTAGRI., 2017).

Dentro de los beneficios que se obtiene de los ácidos húmicos y fúlvicos están la asimilación radical de nutrientes, la estimulación a la producción de clorofila, contribuyen a la liberación lenta de las fuentes de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre para la nutrición de las plantas y el crecimiento microbiano (INTAGRI., 2017).

## 2.2.10 Características de los bioestimulantes

Los bioestimulantes cuentan con las siguientes características

### 2.2.10.1 New Fol Zinc

#### Descripción

Es un bioestimulante que se utiliza para disponerle a la planta una mezcla de aminoácidos y péptidos con macro y micronutrientes para aumentar su producción. Los ingredientes activos de New Fol, son los aminoácidos naturalmente presentes en la naturaleza y sintetizados por las plantas, animales, aves, peces, etc. Es seguro para el operador, los animales domésticos, etc., New Fol Zinc se recomienda utilizar en dosis de 1 kg/ha a 2 kg/ha. (MAI.,2017).

#### Mecanismo de acción

New Fol penetra y se transporta rápidamente a las diferentes partes de las plantas, incluyendo las raíces. Dentro de las plantas los aminoácidos se metabolizan rápidamente y son consumidos por los diferentes órganos de plantas.

New Fol puede desempeñarse como agente quelante de los elementos minerales (macro y micro) el ácido glutámico, glutamina, ácido aspártico y asparaginas actúan juntos para las reacciones enzimáticas que contribuirán a la formación de proteínas. (MAI.,2017).

### 2.2.10.2 New gibb

#### Descripción

Es un bioestimulante que promueve el crecimiento y el alargamiento de las células ayuda a las plantas a crecer y a mejorar su floración y producción de frutos. Además, es un producto rápidamente biodegradable por el medio ambiente. Se recomienda utilizar en dosis de 0.2 kg/ha a 0.3 kg/ha. (MAI.,2017).

### Mecanismo de acción

New gibb actúa en las funciones hormonales de las plantas ya que induce la aceleración de los procesos de floración y fructificación, además tiene un efecto en la estimulación de las células de germinación de semillas. Al momento de ser aplicado en yemas terminales aumenta la tasa de crecimiento, estimulando un crecimiento más o menos constante durante una temporada. Contribuye a la elongación celular, multiplicación de las células, aumento de la biosíntesis celular, así como liberación y transporte de auxinas (MAI.,2017).

#### 2.2.10.3 Naturamin

### Descripción

Estimula el crecimiento y es utilizado en la mayoría de los cultivos para protegerlos de las condiciones adversas del clima. Contribuye a mejorar la productividad de los cultivos. Este bioestimulante ayuda también a superar situaciones de estrés en las plantas, causadas por fitotoxidades, sequías, plagas, enfermedades, heladas, etc. Se recomienda utilizar en dosis de 0.5 kg/ha a 1 kg/ha. (Daymsa.,2017).

### Mecanismo de acción

Al momento de realizar la aplicación foliar las disoluciones de aminoácidos tiene un efecto positivo que influye directamente en la nutrición del cultivo, ya que le suministran los eslabones fundamentales para la formación de macromoléculas biológicas, sin necesidad de pasos intermedios para la síntesis, esto contribuye a incrementar la actividad fisiológica de las plantas. (Daymasa., 2017).



#### 2.2.10.4 Biofrut

##### Descripción

Es un fitoregulador a base de giberelinas naturales y extractos de alfalfa (*Medicago sativa*) que mejora el peso del fruto, firmeza y calibre de los vegetales, Biofrut se recomienda utilizar en dosis de 0.01 kg/ha a 0.02 kg/ha. (Arysta.,2017).

##### Mecanismo de acción

La aplicación de este producto crea un balance fitohormonal que eficientiza procesos metabólicos y de diferenciación que implican división y elongación de células somáticas en diferentes partes durante el desarrollo de los frutos. Biofrut crea un balance que hace más eficientes los procesos metabólicos en diferentes partes y etapas fenológicas del desarrollo vegetativo, lo cual permite que la planta tenga una mayor expresión de su potencial genético de rendimiento (Arysta.,2017).

#### 2.2.10.5 Elevador

##### Descripción

Es una formulación de micronutrientes acomplejados por agentes orgánicos naturales Este complejo facilita la penetración y liberación de los nutrientes en la planta. Es un fertilizante de alta solubilidad enriquecido con concentraciones balanceadas de macro y micronutrientes, Elevador se recomienda utilizar en dosis de 0.1 l/ha a 0.2 l/ha. (Ecuaquímica., 2017).

## Mecanismo de acción

Es un producto foliar producidos con materias primas de la más alta calidad. Contiene los macronutrientes N, P, K y elementos menores en forma equilibrada, que al entrar en las plantas simula una relación muy similar al contenido de nutrientes naturales de las hojas en condiciones óptimas; por lo tanto, son muy compatibles y produce un efecto estimulante mayor que otras fórmulas, incluso más concentradas. (Ecuaquímica., 2017).

### 2.2.10.6 Done

#### Descripción

Es un producto bioestimulante que estimula el crecimiento de las plantas, aumentando su vigor, actúa también como promotor de crecimiento vegetal para cultivos con estrés. Se recomienda utilizar en dosis de 0.5 l/ha a 1 l/ha. (Noviagro., 2017).

## Mecanismo de acción

Tiene una alta concentración de Nitrógeno, Fosforo, Potasio, aminoácidos, principalmente cito quininas y un complejo de giberelinas que al momento de entrar a la planta promueven una división celular y una elongación celular específicamente para el crecimiento de frutos (Noviagro.,2017).

### 2.2.10.7 Hormocel

#### Descripción

Es un producto indicado para incrementar brotes vegetativos, y contribuye en la aceleración del proceso de floración, favorece la división celular, potencializa un crecimiento acelerado de raíces adventicias y de brotes laterales. Se recomienda utilizar en dosis de 0.5 l/ha a 1 l/ha. (Noviagro.,2017).

## Mecanismo de acción

Hormocel actúa en la planta como un regulador de crecimiento que ayuda a incrementar la germinación de las semillas, su respuesta en la planta se ve reflejada por el incremento del desarrollo radicular. En el sistema fisiológico ayuda a potencializar un crecimiento acelerado de la fase del cultivo, en la planta realiza el transporte activo de los nutrientes a nivel de membrana, fundamental de células foliares y radicales. (Noviagro., 2017).

### 2.2.11 Descripción de los aminoácidos, hormonas, macro y microelementos contenidos en los bioestimulantes

- a) Aminoácidos: Dentro de los aminoácidos que se utilizaron está el ácido glutámico que es el precursor de otros aminoácidos, estimula el crecimiento y estimula los procesos fisiológicos en hojas jóvenes, e interviene en los mecanismos de resistencia a factores adversos. La prolina que actúa en el equilibrio hídrico de la planta y mantiene la fotosíntesis en condiciones adversas, la asparagina que interviene en casi todos los procesos metabólicos de la planta, la glicina que interviene en la síntesis de las porfirinas, pilares estructurales de la clorofila y los citocromos, siendo el aminoácido de acción quelatante, la alalina que potencia la síntesis de clorofila, la lisina que interviene en mecanismos de resistencia a las tensiones externas y potencia, la valina interviene en mecanismos de resistencia bajo condiciones adversas, la metionina que es el precursor de etileno e incrementa calidad y al aplicarlo al suelo favorece el crecimiento radical. La arginina que estimula el crecimiento de las raíces, junto con la metionina teniendo una acción rejuvenecedora en la planta. (Radical.,2017).

b) Hormonas: para iniciar a describir las hormonas que contienen los bioestimulantes podemos mencionar a las auxinas que estimulan la elongación celular, y se encuentra en toda la planta, pero principalmente se encuentra en concentraciones más altas en las regiones meristemáticas, pues promueve el crecimiento y diferenciación celular, como la formación de raíces, las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, su principal función es incrementar la tasa de división celular (mitosis), se le atribuyen funciones como la interrupción del período de latencia de las semillas, haciéndolas germinar, y la inducción del desarrollo de yemas, frutos y la regulación del crecimiento longitudinal del tallo. Las citoquininas son hormonas vegetales que estimulan la división celular en tejidos no meristemáticos, son producidas en las zonas de crecimiento, como los meristemas en la punta de las raíces. Las mayores concentraciones de citoquininas se encuentran en embriones y frutas jóvenes en desarrollo. La presencia de altos niveles de citoquininas puede facilitar en las plantas su habilidad de actuar como una fuente demandante de nutrientes. (CANNA.,2017).

c) Macro y micronutrientes: Dentro de los elementos que contenían los bioestimulantes está el nitrógeno (N) que tiene un papel importante en la alimentación de las plantas como un factor de crecimiento y desarrollo vegetativo debido a que interviene en la multiplicación celular y se considera como un factor esencial de crecimiento. Su deficiencia se manifiesta en clorosis de hojas y necrosis prematura. El fósforo (P) participa en los procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis, la transferencia de energía, síntesis y degradación de los carbohidratos, la deficiencia provoca enanismo y retraso en la madurez. El potasio (K) desencadena la activación de enzimas y es esencial para la producción de adenosina trifosfato (ATP). El ATP es una fuente de energía importante para muchos procesos químicos que tienen lugar en las células de la planta, su deficiencia se traduce en debilidad del tallo, mayor sensibilidad al ataque por patógenos y retraso del crecimiento

por pérdida de turgencia. El azufre (S), es una parte vital de todas las proteínas de las plantas y de ciertas hormonas de las plantas, las deficiencias son muy raras, pues normalmente hay sulfato disponible en todos los suelos. El calcio (Ca) es un nutriente esencial para las plantas. Algunos de sus funciones son promover el alargamiento celular, el calcio participa en los procesos metabólicos de absorción de otros nutrientes y fortalece la estructura de la pared celular, los síntomas de deficiencia del calcio aparecen primero en las hojas y tejidos jóvenes e incluyen hojas pequeñas y deformadas, manchas cloróticas, hojas ajadas y partidas, crecimiento deficiente, retraso en el crecimiento de raíces y daños a la fruta. El Magnesio (Mg) se encuentra en el proceso de la fotosíntesis, es un componente básico de la clorofila; dado a que el magnesio es móvil dentro de la planta, los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas inferiores y mayores. Los primeros síntomas son hojas pálidas, que luego desarrollan una clorosis intervenal. El Zinc (Zn) es un componente clave de muchas enzimas y proteínas, cuando la disponibilidad de zinc es adecuada, es fácilmente translocado desde las hojas maduras a las hojas más jóvenes, mientras que cuando el zinc es deficiente, el movimiento a partir de las hojas más maduras a las más jóvenes se retrasa. (Crop care.,2017).

#### 2.2.12 Antecedentes de investigaciones realizadas con bioestimulantes

González.,1977, realizó una investigación con un regulador de crecimiento sobre la floración y plantas de Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*) bajo condiciones de invernadero, logrando acortar los peciolos y un mayor aumento en el diámetro de las flores.

Coosemans., 1982, Evaluó el efecto de la fertilización foliar en el cultivo de piña (*Ananas comosus*) y concluyó en que existe una respuesta positiva ya que se logra un incremento en rendimientos de producción en esta evaluación obtuvo una ganancia en peso de un 8.5 % en comparación con el testigo. Además, hace

mención que en las aplicaciones foliares se aprovecha la capacidad de absorción de nutrientes en la planta vía foliar.

Gutierrez.,1977, en su evaluación sobre el efecto de la aplicación de ácido giberélico en el cultivo de Papa (*Solanum tuberosum*) logró un adelanto en brotación de 20 días de dos variedades de tubérculos utilizando ácido giberélico en concentración de 400 ppm.

Ventura., 2002, realizó una investigación Evaluación agroeconómica de los efectos de las fitohormonas y cuatro planes de fertilización en los rendimientos de dos variedades de melón (*Cucumis melo*), para determinar los rendimientos agronómicos y económicos del uso de fitohormonas como bioestimulantes.

Granados.,2015 Evaluó el efecto de tres bioestimulantes foliares a base de aminoácidos, extractos de algas marinas y ácidos fúlvicos, en el rendimiento del cultivo de la berenjena (*Solanum melongena*), llegando a obtener un rendimiento 6,720 kg/ha más en relación con el tratamiento mejor comparación al testigo absoluto.

Hernandez.,2014. En su evaluación del efecto de tres frecuencias de aplicación foliar de un bioestimulante en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*), obtuvo resultados muy similares en sus variables respuestas en comparación con el testigo pero en el análisis económico se puede observar que la aplicación del Bioestimulante a 21 días (T3), es el más económico, ya que tiene un costo de aplicación de Q.38.46, seguido por el tratamiento aplicado cada 14 días (T2), con un costo de Q. 59.12; así mismo el testigo convencional aplicado cada 7 días, con un costo de Q. 111.39.

## **2.3 MARCO REFERENCIAL**

### 2.3.1 Localización

La finca Tropicultivos II está situada en la aldea Cruz Blanca, calle principal del Municipio de Salamá, Baja Verapaz. Se localiza en las coordenadas 15°07'13.2" latitud norte, y 90°20'21.0" longitud oeste. (TAK.,2017).

### 2.3.2 Extensión territorial

La finca ocupa un área total de 0.47 caballerías (1 caballería = 45.22 ha), 21.44 hectáreas.

### 2.3.3 Vías de acceso

La finca se encuentra ubicada en la Aldea Cruz Blanca, Salamá Baja Verapaz, A 3.2 kilómetros del centro del municipio, y a 2.1 kilómetros, de una intersección sobre la ruta nacional 5 (RN-5).

El municipio de Salamá se encuentra al norte del país y se localiza a 150 kilómetros de la ciudad capital, vía Rancho, a través de la carretera asfaltada CA-14, ruta a las Verapaces. Vía San Juan Sacatepéquez, pasando por los municipios de Granados, El Chol y Rabinal, son aproximadamente 165 kilómetros, la mayor parte del tramo es de terracería, ya que el asfalto inicia a partir de la cabecera municipal de Rabinal, 27 kilómetros de longitud. La tercera vía es pasando por la aldea la Canoa, con tramo carretero de terracería y asfalto y una distancia de aproximada de 100 kilómetros. Salamá se encuentra a una altura de 940. 48 metros sobre el nivel del

mar; a 15° 06' 12" de latitud norte y 90° 16' 00" de longitud. Su extensión territorial es de 776 kilómetros cuadrados (SEGEPLAN., 2016).

#### 2.3.4 Zona de vida

La finca se encuentra dentro de la zona denominada tipo "Bosque Seco Subtropical". Con un clima cálido en la época seca y templado durante la época lluviosa. La vegetación natural en sitios aledaños al cultivo está constituida mayormente por arbustos, y especies leñosas. (De La Cruz., 1982).

#### 2.3.5 Clima

Para el área donde se localiza la finca ha registrado temperaturas anual promedio de 22°C, siendo los meses más fríos, noviembre, diciembre, enero y febrero, que llegan a registrar temperaturas mínimas dentro de los intervalos de 6°C A 13°C (TAK.,2017).



## **2.4 OBJETIVOS**

### 2.4.1 Objetivo General

- Evaluar 5 productos bioestimulantes a diferentes frecuencias de aplicación, en el cultivo de Leather leaf (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en la finca Tropicultivos II, Salamá, Baja Verapaz.

### 2.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar el bioestimulante y la frecuencia de aplicación, que incrementa la producción de brotes vegetativos y que genera una mayor cantidad de rollos por tramo lineal en el cultivo de Leather leaf.
- Realizar un análisis de rentabilidad sobre la aplicación de los productos bioestimulantes en el cultivo de Leather leaf.

## 2.5 HIPÓTESIS

La aplicación de bioestimulantes provoca la generación de brotes vegetativos, logrando un aumento no menor a un 5 % sobre producción de bunches.

## 2.6 METODOLOGÍA

### 2.6.1 Diseño Experimental

El cultivo de Leather leaf al estar en umbráculos de sarán, se encuentra bajo un mismo porcentaje de sombra, un mismo riego, una misma forma de aplicación de fertilizantes, un suelo y pendiente homogénea, factores que dan lugar a que no existan gradientes de variación que impidan el desarrollo de este diseño experimental, por lo que se estableció un diseño completamente al azar (DCA), con 6 repeticiones por tratamiento.

Cada tratamiento está compuesto de un producto bioestimulante de aplicación foliar, con una frecuencia de aplicación de 15 días en el primer experimento y una frecuencia de 21 días para el segundo experimento.

### 2.6.2 Descripción de los tratamientos

Cada tratamiento cuenta con un producto bioestimulante que fue aplicado de forma foliar, a un volumen de agua de 400 litros por acre<sup>9</sup> que es lo equivalente a 988 litros/hectárea como comúnmente se maneja en la finca.

---

<sup>9</sup> 1 acre tiene 4,047m<sup>2</sup>

Cuadro 18. Descripción de los tratamientos.

En el cuadro 18 se muestran los tratamientos su composición y la dosis utilizada.

No.	Tratamientos	Composición	Dosis
1	Newfol Zn	Aminoácidos 17.00 % Nitrógeno 06.24 % Zinc 14.00 %	1.75g/L
	New gibb	Ácido giberélico 10.00 %	0.30 g/L
2	Naturamin	Aminoácidos Ácido glutámico 12.00 % Prolina 11.00 % Asparagina 7.00 % Gly, Ala, Arg Val, Met 50.00 %	1 g/L
3	Biofrut	Ácido giberélico 12.00 % Extracto de alfalfa 45.12 %	0.02g/L
	Elevador	Nitrógeno 00.32 % Fosforo 00.01 % Potasio 08.64 % Calcio 00.24 % Azufre 09.60 % Magnesio 03.18 % Elementos menores 00.46 %	0.2 ml/L
4	Done	Nitrógeno 05.00 % Fosforo 05.00 % Potasio 08.00 % Citoquinina (CPPU) 00.10 % Ácido giberélico 00.50%	1 ml/L
5	Hormocel	Citoquininas 00.09 % Auxinas 00.45 % Ácido giberélico 00.03 %	1 ml/L
6	Testigo	Sin aplicación	.....

### 2.6.3 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i: 1, 2, \dots, t \\ j: 1, 2, \dots, r \end{array} \right.$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de la  $ij$ -ésima unidad.

$\mu$  = La media General de la variable respuesta

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

„ $i$  = 1, 2, 3, 4, tratamientos

„ $j$  = 1, 2, 3, 4 repeticiones

### 2.6.4 Supuestos

Las suposiciones que validan el análisis de varianza son:

$$E_{ij} \sim N(0; \sigma^2)$$

El error experimental ( $E_{ij}$ ) es independiente y esta distribuidos con media ( $\mu$ ) 0, y varianza constante ( $\sigma^2$ )

Existe homogeneidad de varianzas entre los tratamientos.

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$$

La varianza de los resultados del tratamiento 1 ( $\sigma_1^2$ ) es igual a la varianza de los resultados del tratamiento 2 ( $\sigma_2^2$ ).

El modelo es lineal y de efectos aditivos

$$Y_i = \mu + E_i$$

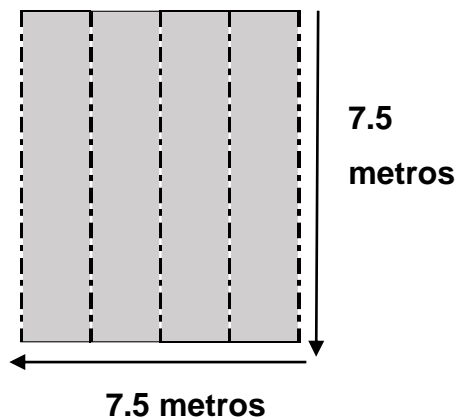
La observación  $i$ -ésima es una observación de la media ( $\mu$ ), pero está sujeta a un error de muestreo ( $E_i$ ) que actúa en forma aditiva sobre ella.

### 2.6.5 Descripción de la Unidad Experimental

Cada tratamiento utilizó 56.25 m<sup>2</sup> como unidad experimental. El primer experimento se compone de 6 tratamientos y 6 repeticiones, con un total de 36 unidades experimentales ( $t \times r = 6 \times 6 = 36$  U.E.).

El segundo experimento se compone de 5 tratamientos y 6 repeticiones, con un total de 30 unidades experimentales.

La unidad experimental tiene un área de 56.25 m<sup>2</sup> y contiene 5 tramos lineales<sup>10</sup>.

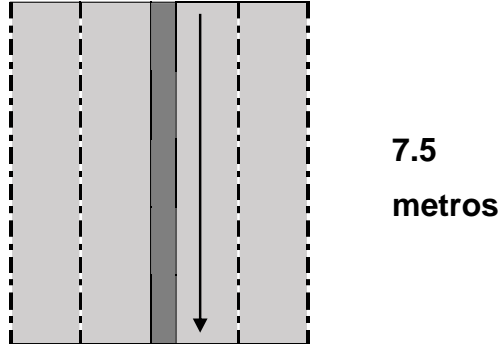


---

<sup>10</sup> Tramo lineal = Equivale a un área del cultivo de 7.5 m de largo \* 1 m de ancho

### 2.6.6 Descripción de la Parcela Neta

La parcela neta es un tramo lineal tomado del centro de la unidad experimental para eliminar el efecto borde.



### 2.6.7 Aleatorización de los tratamientos

Para la distribución de los tratamientos se realizó la aleatorización, mediante una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

Cuadro 19. Distribución de los tratamientos frecuencia de 15 días

<b>A2</b>	<b>D1</b>	<b>C1</b>	<b>B6</b>	<b>A4</b>	<b>F4</b>
<b>D3</b>	<b>C4</b>	<b>B5</b>	<b>E4</b>	<b>F3</b>	<b>C3</b>
<b>C6</b>	<b>F2</b>	<b>A6</b>	<b>A5</b>	<b>D6</b>	<b>F6</b>
<b>E2</b>	<b>E5</b>	<b>B1</b>	<b>F5</b>	<b>C2</b>	<b>B4</b>
<b>E3</b>	<b>D2</b>	<b>A1</b>	<b>C5</b>	<b>F1</b>	<b>D5</b>
<b>E6</b>	<b>A3</b>	<b>D4</b>	<b>B2</b>	<b>E1</b>	<b>B3</b>

La evaluación en campo con frecuencia de 15 días se distribuyó de manera al azar, cada tratamiento se rotuló con una letra y se enumeró del uno al seis por el número de repeticiones de cada tratamiento tal como se muestra en el cuadro 19.

Cuadro 20. Descripción de la rotulación de los tratamientos frecuencia de 15 días

<b>Tratamientos</b>	<b>Código del tratamiento</b>
New fol Zn + Newgibb®	A
Naturamin®	B
Done®	C
Hormocel®	D
Biofrut® + Elevador	E
Testigo	F

Cuadro 21. Distribución de los tratamientos, frecuencia de 21 días

<b>C3</b>		<b>B1</b>		<b>D1</b>		<b>A2</b>		<b>B2</b>
<b>B3</b>		<b>E6</b>		<b>C4</b>		<b>C2</b>		<b>B4</b>
<b>C1</b>		<b>E4</b>		<b>E5</b>		<b>A3</b>		<b>C6</b>
<b>D3</b>		<b>B6</b>		<b>C5</b>		<b>D5</b>		<b>A1</b>
<b>D2</b>		<b>E3</b>		<b>E2</b>		<b>E1</b>		<b>B5</b>
<b>A4</b>		<b>D6</b>		<b>A5</b>		<b>D4</b>		<b>A6</b>

En base a los resultados obtenidos en el primer experimento se seleccionaron los tratamientos que estadísticamente presentaron diferencia significativa, con costos de aplicación aceptables, y se evaluaron a una frecuencia de 21 días.

Cuadro 22. Descripción de la rotulación de los tratamientos, frecuencia de 21 días

<b>Tratamientos</b>	<b>Código del tratamiento</b>
Naturamin®	A
Done®	B
Biofrut® + Elevador	C
Hormocel®	D
Testigo	E

El cuadro 22 describe el tratamiento que representó cada letra, para la rotulación de las unidades experimentales.



### 2.6.8 Manejo del Experimento

El experimento se realizó bajo umbráculos de sarán, que es la estructura que cubre al cultivo de Leather leaf (*R. adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en la finca Tropicultivos II.

Antes de iniciar con la evaluación se investigó sobre los factores que intervienen en el desarrollo del cultivo de Leather leaf. Una vez identificada el área experimental, se procedió a rotular las unidades experimentales, cada unidad experimental está conformada de 5 tramos lineales,

#### Aplicación de bioestimulantes

##### Frecuencia de aplicación de cada 15 días

- ✓ El volumen de aplicación fue de 400 litros/acre (988 litros/ha), y se asperjó 5.97 litros en cada repetición, 35.82 litros por cada tratamiento.
- ✓ La segunda aplicación fue a los 15 días.

Al momento la tabulación de datos se analizaron los resultados y los bioestimulantes que presentaron una diferencia significativa y que obtuvieron un costo de aplicación bajo fueron seleccionados para evaluarse con una frecuencia de aplicación de 21 días.

##### Frecuencia de aplicación de cada 21 días

- ✓ El volumen de aplicación fue de 400 litros/acre (988 litros/ha), y se asperjó 5.97 litros en cada repetición, 35.82 litros por cada tratamiento.
- ✓ La segunda aplicación fue a los 21 días.

## Cálculo de la cantidad de solución asperjar por repetición

1 acre: 4,047 m<sup>2</sup>

Volumen de agua por acre = 400 litros

1 acre = 335 tramos lineales

Unidad experimental = 5 tramos lineales

Volumen asperjar

$$= \left( \frac{\text{Volumen de agua por acre}}{\text{Tramos por acre}} \right) * (\text{Tramos por unidad experimental})$$

$$= \left( \frac{400 \text{ litros}}{335 \text{ tramos lineales}} \right) * (5 \text{ tramos lineales})$$

Volumen asperjar = 5.97 litros

## Conteo de brotes

El conteo de brotes se realizó una vez por semana haciendo un total de 4 semanas consecutivas, en un tramo lineal con 7.5 metros de largo y 1 metro de ancho.

Cada brote contabilizado era marcado con una coloración de hule diferente por semana.

## Conteo de bunches cosechados

Antes de iniciar a establecer el ciclo de corte se cosechó el área de prueba, para retirar la acumulación de palmas de Leather leaf posteriormente se empezó con un nuevo ciclo de corte.

La cantidad de bunches cosechados por tratamiento se obtuvo del promedio obtenido de dos cosechas realizadas con un ciclo de corte de 8 semanas.

#### Monitoreo de Incidencia de Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)

Durante el transcurso de la evaluación se monitoreo la incidencia de Antracnosis que es una enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum* sp.

El nivel de incidencia que se reporto fue bajo entre 1 a 2 focos nuevos por acre, el control de antracnosis se realizó principalmente con fungicidas de acción protectante como, Propineb, Metiram.

#### Monitoreo de Incidencia de Plagas

Se monitoreo la presencia de larvas de *Spodoptera* sp. que es una de las principales plagas que causan daño al follaje de Leather leaf, los reportes se hicieron al encontrar instares larvarios L1, y L2, y fueron controlados con aplicaciones de Indoxacarb y teflubenzuron.

#### Fertirriego

Durante la investigación se realizaron aplicaciones de fertirriego cada semana de Nitrato de Amonio 4.94 kg/ha (2 kg/acre), Nitrato de Potasio 4.94 kg/ha (2 kg/acre), Nitrato de Magnesio a 4.94 kg/ha (2 kg/acre), Map 12-61-0 (1 kg/acre).

#### Fertilización

Se fertilizó cada 6 semana con aplicaciones al voleo de Blaukorn (21-5-10 + (3MgO) + (15S) + EM) a 227 kg/ha (92 kg/acre).

## Riego

El tiempo de riego que se manejo fue de 45 minutos con un intervalo de riego de un día, el riego fue del tipo aspersion, con un caudal de descarga entre aspersores de 1.23 GPM (0.28 m<sup>3</sup>/hora, 280 litros/hora).

### 2.6.9 Toma de datos

La toma de datos del número de brotes emergidos se realizó cada semana y los registros de cosecha se manejaron con un ciclo de corte de 6 semanas.

### 2.6.10 Variables a medir

- a) Número de brotes por tramo lineal
- b) Número de rollos por tramo lineal

### 2.6.11 Hipótesis estadística

H<sub>0</sub>:  $\tau = \tau_i$ , Todos los tratamientos producen el mismo efecto, generando un mismo número de brotes vegetativos y un mismo número de rollos.

H<sub>a</sub>:  $\tau \neq \tau_i$  para al menos un  $i$ ;  $i = 1, 2, \dots, t$ , al menos uno de los tratamientos produce efecto distinto en el aumento del número de brotes vegetativos y del número de rollos.

### 2.6.12 Análisis de la información

### 2.6.13 Análisis estadístico

Con los registros obtenidos sobre el número de brotes/tratamiento y número de bunches/tratamiento se procedió a realizar un análisis de varianza, para constatar si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Para comparar la precisión experimental de las variables evaluadas se muestra el cálculo del coeficiente de variación. Según (DANE., 2009) un CV<sup>11</sup> mayor a 20 indica que la evaluación es un poco precisa.

(López., 2009) Menciona que un CV alto indica un alto error experimental y esto corresponde a una poca capacidad del experimento a detectar diferencias significativas.

Al existir diferencias significativas entre tratamientos se desarrolló la prueba múltiple de medias de Fisher donde se determinó que tratamiento fue el mejor.

### 2.6.14 Análisis Económico

De la adición del Ingreso Bruto menos el Costo Total de Producción se obtiene el Ingreso Neto.

$$IN = IB - CTP$$

La rentabilidad se calcula del resultado de la multiplicación del Ingreso Neto por 100 dividido el Costo Total de Producción. (Soberanis.,2002)

$$R = \frac{IN \times 100}{CTP}$$

---

<sup>11</sup> CV= Coeficiente de variación.

Donde:

R: Rentabilidad (%)

IN: Ingreso Neto

IB: Ingreso Bruto

CTP: Costo Total de Producción

En base a este análisis se encontró el bioestimulante con mayor rentabilidad y que tiene las posibilidades de ser introducido dentro de los programas de aplicaciones foliares para el cultivo de Leather leaf.

## 2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 2.7.1 Evaluación de bioestimulantes con frecuencia de 15 días

El diseño completamente al azar con una frecuencia de aplicación de 15 días respondió de buena manera en brotación logrando un aumento mayor a un 5 %, que da como consecuencia una mayor cantidad de rollos.

#### a) Análisis de varianza en brotación

En base a los resultados obtenidos durante la investigación, se realizó el análisis de varianza para la variable brotación.

Cuadro 23. Análisis de varianza en brotación, frecuencia de 15 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8445.14	5	1689.03	4.06	0.0062
Tratamientos	8445.14	5	1689.03	4.06	0.0062
Error	12486.5	30	416.22		
Total	20931.64	35			

El cuadro 23 muestra los resultados del análisis de varianza resumen de ANDEVA donde indica que como el p-valor de la interacción entre los tratamientos (0.0062),

es menor a 0.05 se establece que existe diferencia significativa en al menos un tratamiento.

b) Coeficiente de variación

El coeficiente de variación de 15.85 % indica que se efectuó un buen manejo de la variabilidad experimental.

Cuadrado Medio del error experimental

CMee= 416.22

Media General

$$x = 128.60 \quad CV = \frac{\sqrt{CMee}}{\bar{x}} \times 100, \quad CV = \frac{\sqrt{416.22}}{128.60} \times 100 = 15.85 \%$$

En el análisis de varianza se encontró que existen diferencias significativas en la variable brotación entre los tratamientos, por lo que se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Fisher al 0.05 de significancia, los resultados se muestran en el cuadro 24.

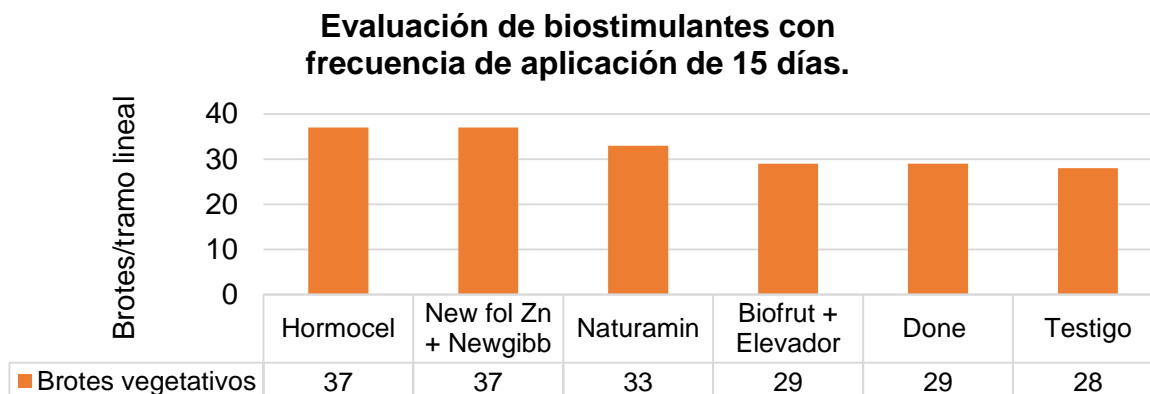
Cuadro 24. Prueba Fisher para la variable Brotación, frecuencia 15 días.

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
Hormocel	149	6	8.33	A	
New fol Zn + Newgibb	148.83	6	8.33	A	
Naturamin	130.17	6	8.33	A	B
Biofrut + Elevador	115.5	6	8.33		B
Done	115	6	8.33		B
Testigo	113.67	6	8.33		B

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

El cuadro 24 muestra que el tratamiento que obtuvo una mayor cantidad de brotes es el tratamiento Hormocel, el tratamiento más próximo fue New fol Zn + Newgibb, estos dos tratamientos, fueron muy similares y además muestran una diferencia significativa con respecto al resto de tratamientos.

Figura 23. Promedio de brotación por tramo lineal con frecuencia de 15 días.



En el análisis del promedio de brotación por tramo lineal como lo muestra la figura 23 se puede identificar que los tratamientos Hormocel y New fol Zn + Newgibb presentaron una mejor alternativa para el aumento de brotación y muestran una diferencia de 9 brotes por encima del testigo.

El tratamiento Naturamin presentó una diferencia de 5 brotes con respecto al testigo, mientras que el tratamiento “Biofrut + Elevador”, y el tratamiento “Done”, tienen una diferencia de 1 brotes por lo que los resultados son muy similares al testigo razón por la cual se encuentran como aquellos tratamientos que no son significativamente diferentes.

En esta evaluación con frecuencia de aplicación de 15 días se obtuvo un aumento en brotación del 27 % más en comparación con el testigo.

#### c) Análisis de varianza en rollos

El análisis de varianza y post-ANDEVA también se realizó con la variable rollos por tramo lineal los resultados se muestran en los cuadros 25 y 26.



Cuadro 25. Análisis de varianza rollos, frecuencia 15 días.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	67.89	5	13.58	6.36	0.0004
Tratamientos	67.89	5	13.58	6.36	0.0004
Error	64	30	2.13		
Total	131.89	35			

El análisis de varianza que se muestra en el cuadro 25 indica que como el p-valor de la interacción entre los tratamientos (0.0004), es menor a 0.05 se establece que existe diferencia significativa en al menos un tratamiento.

d) Coeficiente de variación

Con un valor de coeficiente de variación de 18.13 %, se indica que hubo un buen control de la variabilidad experimental.

Cuadrado Medio del error experimental

CM<sub>ee</sub>= 2.13

Media General

$\bar{x} = 8.06$

$$CV = \frac{\sqrt{CM_{ee}}}{\bar{x}} \times 100, CV = \frac{\sqrt{2.13}}{8.06} \times 100 = 18.13 \%$$

En el análisis de varianza se encontró que existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Fisher al 0.05 de significancia, los resultados se muestran en el cuadro 26.

Cuadro 26. Prueba de Fisher para la variable rollos, frecuencia 15 días.

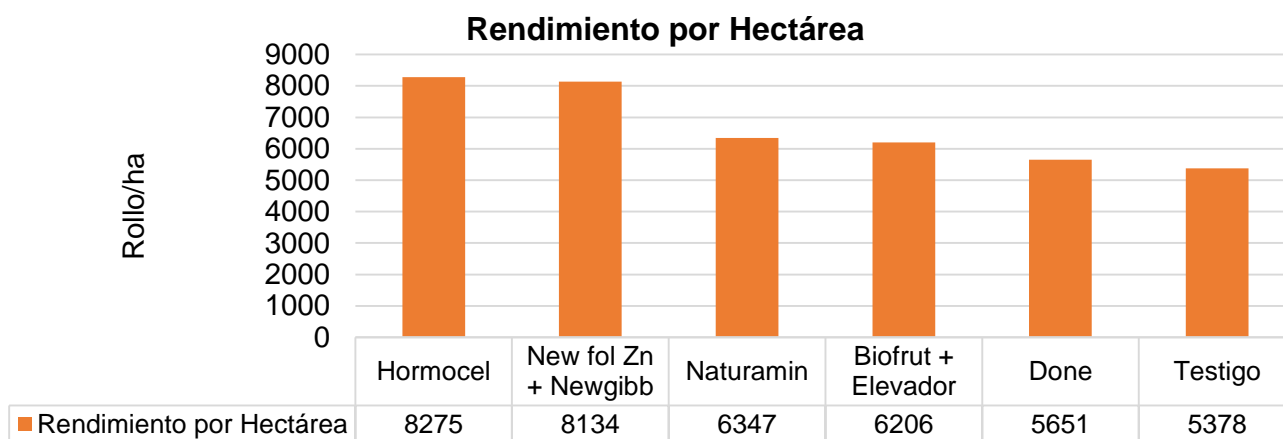
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
Hormocel	10	6	0.6	A	
New fol Zn + Newgibb	9.83	6	0.6	A	
Naturamin	7.67	6	0.6		B
Biofrut + Elevador	7.5	6	0.6		B
Done	6.83	6	0.6		B
Testigo	6.5	6	0.6		B

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

El cuadro 26 muestra que el tratamiento Hormocel fue el mejor y obtuvo 10 rollos por tramo lineal, mientras que el tratamiento más cercano fue New fol Zn + Newgibb, con 9.83 rollos por tramo lineal estos dos tratamientos, no presentaron diferencia entre ellos, pero si tienen una diferencia significativa con respecto al resto de tratamientos.

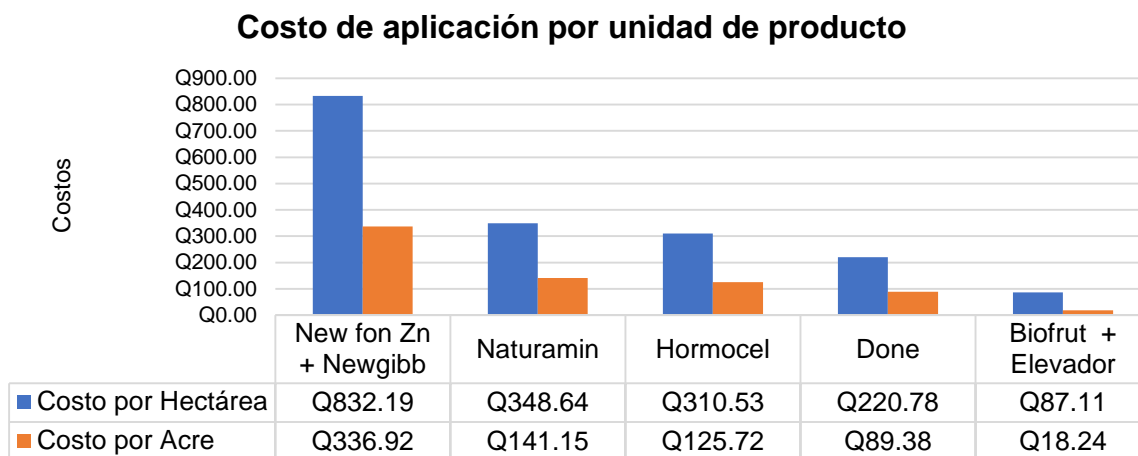
Los tratamientos Naturamin, Biofrut + Elevador, y Done no presentan diferencia significativa con respecto al testigo, y la cantidad de rollos cosechados por tramo lineal es de 7.67 rollos a 6.5 rollos por tramo lineal.

Figura 24. Rendimiento por hectárea por tratamiento, frecuencia de 15 días.



En la figura 24 se muestra que el tratamiento Hormocel es la mejor alternativa para la producción de rollos ya que mostro una cantidad de 8,275 rollos por hectárea, el segundo mejor fue New fol Zn + Newgibb con una producción de 8134 rollos por hectárea mientras que con Naturamin se obtuvieron 6347 rollos por hectárea, por su parte los resultados de Biofrut + elevador fueron de 6206 rollos por hectárea mientras que Done produjo 5,651 rollos por hectárea, el testigo presentó un producción de 5378 rollos por hectárea.

Figura 25. Costo por unidad de producto.



La figura 25 muestra los costos de aplicación por cada unidad de producto utilizado y la mayoría de los tratamientos se encuentran dentro de los rangos aceptables para la empresa con excepción a la aplicación con New fol Zn en mezcla con Newgibb que los costos de aplicación por cada unidad de producto utilizado se encontraron elevados puesto que el costo por kilogramo de New fol Zn es de Q 254.00 mientras que New gibb tiene un costo por kilogramo de Q1,326.00, al incluirle el costo del coadyuvante y el corrector de pH, la aplicación foliar generó un costo de Q 832.19 por hectárea (Q 336.92 por acre), si se decide aplicar a toda el área de cultivo de la finca eleva los costos hasta un monto de Q 16,846.00, por lo que en conjunto con los encargados de la finca se decidió que no es rentable la aplicación de este tratamiento y se descartó para proseguir evaluándolo en un segundo experimento estadístico con frecuencia de 21 días.

## 2.7.2 Evaluación de bioestimulantes frecuencia de 21 días

El diseño completamente al azar con una frecuencia de aplicación de 21 días respondió de forma en brotación logrando un aumento mayor a un 5 %, que da como consecuencia una mayor cantidad de rollos.

### a) Análisis de varianza en brotación

En base a los resultados obtenidos durante la investigación, se realizó el análisis de varianza para la variable brotación con una frecuencia de aplicación de cada 21 días.

Cuadro 27. Análisis de varianza en brotación, frecuencia de 21 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6054.87	4	1513.72	10.92	0.0001
Tratamientos	6054.87	4	1513.72	10.92	0.0001
Error	3465.83	25	138.63		
Total	9520.7	29			

En el cuadro 27 se muestran los resultados del análisis post-ANDEVA donde se indica que como el p-valor de la interacción entre los tratamientos (0.0001), es menor a 0.05 se establece que existe diferencia significativa en al menos un tratamiento.

### b) Coeficiente de variación

El coeficiente de variación de 8.91 % indica que se efectuó un buen manejo de la variabilidad experimental.

Cuadrado Medio del error experimental

CMee= 138.63

Media General

$$x = 132.10 \quad CV = \frac{\sqrt{CM_{ee}}}{\bar{x}} \times 100, \quad CV = \frac{\sqrt{138.63}}{132.10} \times 100 = 8.91$$

En el análisis de varianza se encontró que existen diferencias significativas en la variable brotación entre los tratamientos, por lo que se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Fisher al 0.05 de significancia, los resultados se muestran en el cuadro 28.

Cuadro 28. Prueba de Fisher para la variable brotación, frecuencia de 21 días.

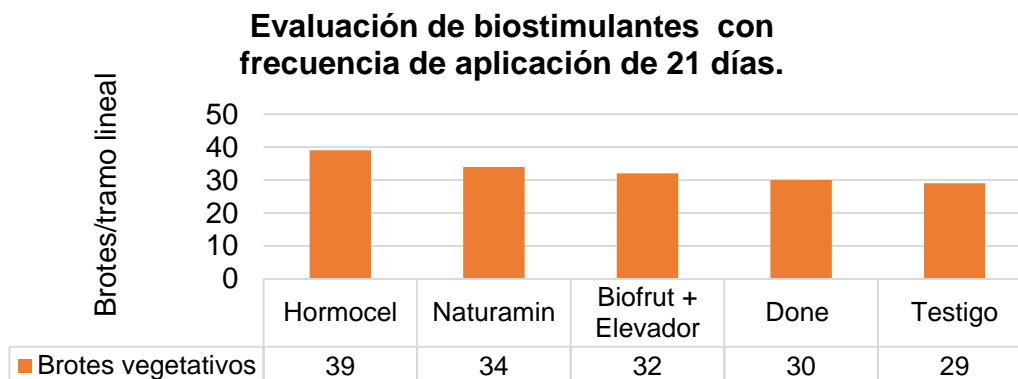
Tratamientos	Medias	n	E.E.			
Hormocel	157.17	6	4.81	A		
Naturamin	137.17	6	4.81		B	
Biofrut + Elevador	127.5	6	4.81		B	C
Done	121.33	6	4.81			C
Testigo	117.33	6	4.81			C

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

La figura 28 muestra que el tratamiento que obtuvo una mayor cantidad de brotes es Hormocel ya que presentó una diferencia significativa con una mayor brotación en comparación con los demás tratamientos.

El tratamiento más cercano al que generó una mayor cantidad de brotes vegetativos es el que utilizó como bioestimulante Naturamin.

Figura 26. Promedio de brotación por tramo lineal con frecuencia de 21 días



El promedio de brotación por tramo lineal determinó que el tratamiento Hormocel presentó una diferencia de 10 brotes por tramo lineal en comparación con el tratamiento testigo, el tratamiento Naturamin tiene una diferencia de 5 brotes en comparación con el testigo.

Por otra parte, el tratamiento Biofrut + Elevador no presentaron diferencia significativa y en la brotación promedio por tramo lineal se encuentra 3 brotes por encima del testigo.

El tratamiento donde se utilizó Done no presentó diferencia significativa y en la brotación promedio por tramo lineal presentó una diferencia de 1 brotes en comparación con el Testigo.

Brotación testigo \_\_\_\_\_ 100 %

Brotación Hormocel \_\_\_\_\_ x

Los promedios de brotación obtenidos fueron mayores en la evaluación con frecuencia de 21 días.

El aumento en brotación para Hormocel fue de un 34 % más en comparación con el tratamiento testigo.

c) Análisis de varianza en rollos.

El análisis de varianza y post-ANDEVA también se realizó con la variable rollos.

Cuadro 29. Análisis de varianza sobre bunches, frecuencia de 21 días.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	96	4	24	33.33	0.0001
Tratamientos	96	4	24	33.33	0.0001
Error	18	25	0.72		
Total	114	29			

El cuadro 29 indica que como el p-valor de la interacción entre los tratamientos (0.0001), es menor a 0.05 y se establece que existe diferencia significativa en al menos un tratamiento.

d) Coeficiente de variación

Con un coeficiente de variación de 9.43%, se demuestra que existió un buen control de la variabilidad experimental.

Cuadrado Medio del error experimental

$$CM_{ee} = 0.72$$

Media General

$$X = 9.00$$

$$CV = \frac{\sqrt{CM_{ee}}}{\bar{x}} \times 100, CV = \frac{\sqrt{0.72}}{9.00} \times 100 = 9.43 \%$$

En el análisis de varianza se encontró que existen diferencias significativas en la variable brotación entre los tratamientos, por lo que se procedió a realizar el análisis post-ANDEVA, que consiste en una prueba de Fisher al 0.05 de significancia, los resultados se muestran en el cuadro 30.

Cuadro 30. Prueba de Fisher sobre bunches, frecuencia de 21 días.

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>			
Hormocel	12	6	0.35	A		
Naturamin	10	6	0.35		B	
Biofrut + Elevador	8	6	0.35			C
Done	8	6	0.35			C
Testigo	7	6	0.35			C

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

El cuadro 30 muestra la mejor alternativa es el tratamiento Hormocel, ya que logró una diferencia de 10 brotes en comparación con el testigo y una producción de

bunches por acre de 9920 rollos por hectáreas, mientras que con Naturamin se obtuvieron 8,275 rollos por hectárea, por su parte los resultados de Biofrut + elevador y elevador fueron los mismos con 6620 rollos por hectárea, estos últimos tratamientos no presentaron diferencia significativa en comparación con el testigo que obtuvo una cantidad de 2345 rollos por hectárea.

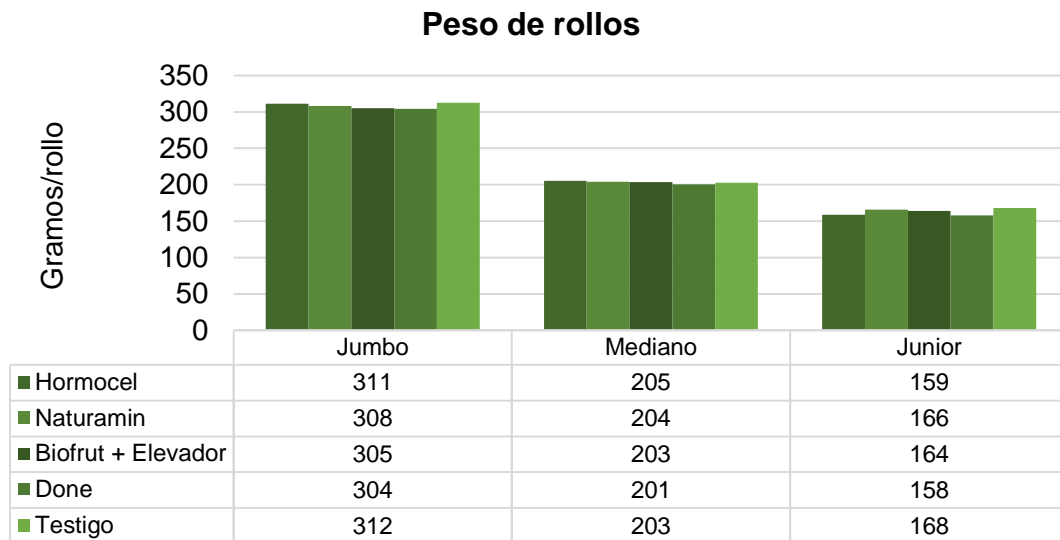
Los resultados positivos que se obtuvieron en brotación y en cosecha se debió a las concentraciones utilizadas de citoquininas al 0.09 %, auxinas al 0.045 %, ácido giberélico al 0.03% por cada litro de producto comercial conocido como Hormocel. Las citoquininas, auxinas y el ácido giberélico son reguladoras y promotoras de crecimiento que influyeron de manera positiva en la producción de brotes vegetativos del cultivo de Leather leaf. Esta combinación de reguladores de crecimiento contribuyó a la formación de brotes y las concentraciones bajas de ácido giberélico favoreció una buena elongación de los brotes.

El segundo tratamiento mejor fue Naturamin con 5 brotes más en comparación con el testigo, y al ser un compuesto con un 80 % de aminoácidos que cuentan con proporciones de varios aminoácidos, pero especialmente una cantidad consideradamente elevada de ácido glutámico que favoreció la activación de los procesos metabólicos y un aumento en rendimientos y que logró una cantidad de 8,275 rollos por hectárea.

Done contiene N-P-K en proporciones (5-5-8), ácido giberélico en un 0.5% por cada litro de producto comercial y no presentó una respuesta positiva en brotación tan diferenciada con el testigo ya que su uso es más como suplemento foliar y su proporción en reguladores de crecimiento bajo, el tratamiento Biofrut + Elevador presentó la misma tendencia que el tratamiento Done, Biofrut tiene una concentración baja de ácido giberélico, y elevador es un fertilizante foliar, por lo que el tratamiento no fue tan efectivo y los dos tratamientos tienen resultados muy similares al testigo.



Figura 27. Peso de los rollos de cada tratamiento.

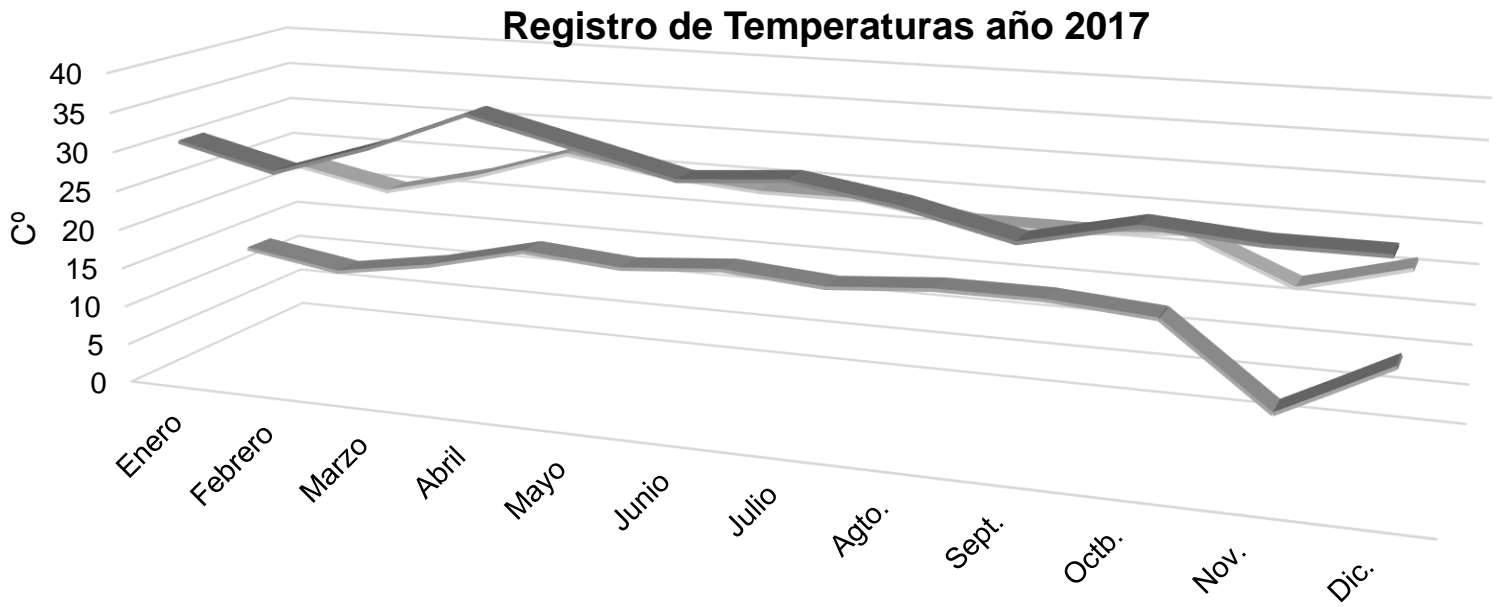


Los bunches cosechados mantuvieron la misma calidad en peso, manteniendo valores de 300 a 310 gramos para rollos de la calidad Normal Jumbo, 200 a 205 gramos para rollos de la calidad Normal Mediano y rollos de 158 a 168 gramos para la calidad Normal Junior.

Durante los meses de mayo a agosto que duró la evaluación se obtuvieron temperaturas máximas 30, 31, 32 y 34 grados centígrados, y temperaturas mínimas entre 16 y 17 grados centígrados, las temperas promedios fueron de 22 a 25 grados centígrados, por lo que estas temperaturas influyeron en la obtención de los resultados.

Durante este tiempo el periodo de crecimiento de los brotes entre los tratamientos no fue afectado por la aplicación de los productos bioestimulantes puesto que la maduración de los brotes se mantuvo entre 5 a 6 semanas desde que emergía del rizoma. Cada brote emergido del rizoma presentó buen vigor, catalogado como un brote comercial para corte.

Figura 28. Registro de temperaturas año 2017.



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agto.	Sept.	Octb.	Nov.	Dic.
■ Temperatura C° Temp. Max.	31	28	32	37	34	31	32	30	27	30	29	29
■ Temperatura C° Temp. Min.	14	12	14	17	16	17	16	17	17	16	6	13
■ Temperatura C° Prom.	22.5	20	23	27	25	24	24	22	22	23	17.5	21

## 2.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

En el cuadro 31 muestra los rendimientos de cada tratamiento su costo de producción, ingreso bruto, ingreso neto y la rentabilidad de cada tratamiento.

Cuadro 31. Análisis de rentabilidad

Tratamiento	Rendimiento (Rollos/ha)	Costo de Producción (Q/ha)	Ingreso Bruto (Q/ha)	Ingreso Neto (Q/ha)	Rentabilidad (%)
Hormocel	9929	20,892	55,605	34,713	166.15 %
Naturamin	8275	20,968	46,337	25,369	120.99%
Biofrut + Elevador	6620	20,396	37,070	16,673	81.75%
Done	6620	20,712	37,070	16,357	78.97%
Testigo	5792	20,301	32,436	12,135	59.77%

Hormocel fue el tratamiento que generó una diferencia significativa entre los demás tratamientos. Además, fue el tratamiento que obtuvo un mayor porcentaje de rentabilidad con un 166.15%. El tratamiento Naturamin es el segundo con mejor rentabilidad estando en 120.99%, por su parte el tratamiento Biofrut + Elevador tiene una rentabilidad de 81.75%, Done tiene una rentabilidad de 78.97%, y el testigo es que tiene un menor porcentaje de rentabilidad con un 59.77%.

Hormocel fue el tratamiento más rentable, por lo que se decidió realizar las aplicaciones con una frecuencia de 21 días, porque obtuvo un mejor promedio de brotación, en esta frecuencia además sí se introduce dentro del programa de aplicaciones anual, Hormocel a 15 días tiene costos de aplicación de Q3,229.00 mientras que la aplicación cada 21 días tiene costos de Q 2,153.00 así que existe una reducción de costos de aplicación 1.5 veces menos en aplicar con frecuencia de 21 días, además el promedio de brotación es mayor con la frecuencia de 21 días.

## 2.9 CONCLUSIONES

1. El bioestimulante que estimuló la generación de una mayor cantidad de brotes vegetativos fue el tratamiento Hormocel a 1 ml/L, con una frecuencia de 21 días, ya que generó una diferencia 10 brotes vegetativos en comparación con el testigo y obtuvo una producción de 9,920 rollos por hectárea, a un costo de producción de Q.20,892.00 por hectárea. La frecuencia de aplicación de 21 días presenta los mejores resultados en brotación y cosecha y reduce los costos de aplicación 1.5 menos que en comparación a la frecuencia de 15 días.
2. Los resultados obtenidos con Hormocel fueron influenciados debido a las concentraciones utilizadas de citoquininas al 0.09 %, auxinas al 0.045 %, ácido giberélico al 0.03% por cada litro de producto comercial. Las citoquininas, auxinas y el ácido giberélico cumplieron su función como reguladores y promotores de crecimiento, en la producción de brotes vegetativos del cultivo de Leather leaf y logro una obtención en rendimientos de 9,920 rollos por hectárea.
3. El segundo tratamiento mejor fue Naturamin con 5 brotes más en comparación con el testigo, estos resultados fueron influenciados por las aplicaciones con Naturamin que es un compuesto con un 80 % de aminoácidos y por su contenido de ácido glutámico, que funciona como un activador de los procesos metabólicos de las plantas favoreció los aumentos de brotación y la obtención de rendimientos de 8,275 rollos por hectárea.
4. El tratamiento Done contiene N-P-K en proporciones (5-5-8), ácido giberélico en un 0.5% por cada litro de producto comercial y el tratamiento Biofrut + Elevador contiene proporciones N-P-K en proporciones (0.32-0.014-8.64) y ácido giberélico al 12 % por cada litro de producto comercial, estos

tratamientos con excepción al contenido ácido giberélico por su composición en N-P-K típica de un fertilizante foliar presentaron la misma tendencia en brotación y en cosecha que el tratamiento testigo.

5. En el análisis de rentabilidad el tratamiento Hormocel fue el mejor ya que generó un mayor porcentaje de rentabilidad con un 166.15%, el tratamiento Naturamin es el segundo con mejor rentabilidad estando en 120.99%, por su parte el tratamiento Biofrut + Elevador tiene una rentabilidad de 81.75%, Done tiene una rentabilidad de 78.97%, y el testigo es que tiene un menor porcentaje de rentabilidad con un 59.77%.

## **2.10 RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda seguir haciendo evaluaciones con Hormocel a diferentes dosis con el objetivo de tener nuevas alternativas que mejoren la producción y posteriormente poder desarrollar frecuencias de aplicación que permitan manejar de mejor manera los costos de producción.
2. El segundo tratamiento mejor es un compuesto a base de aminoácidos esto demuestra existió una respuesta positiva en brotación, los aminoácidos son moléculas orgánicas que cumplen con funciones estructurales para los tejidos de las plantas, por lo que se recomienda seguir haciendo evaluaciones con bioestimulantes con estas características.
3. Tomando como base la rentabilidad del tratamiento Hormocel con 166.15 % y con un 120.99% para el tratamiento Naturamin se recomienda considerar estas dos buenas alternativas para mejorar la brotación y la producción de bunches en el cultivo de Leather leaf.

## 2.11 BIBLIOGRAFÍA

- 1) Arysta Lifescience. 2017. Programa Arysta de protección más soluciones. Guatemala. Consultado 01 may 2017. Disponible en: <http://www.arystalifesciencecayc.com/>
- 2) Atehortúa, L. López, L. Pizano, M. 1999. Follajes. Helecho cuero. Tree fern. Colombia. Ed. Hortitecnia Ltda. 55 p.
- 3) Blogodisea. 2010. Reproducción de los helechos (en línea). España. Consultado 01 abr 2017. Disponible en: <http://www.blogodisea.com/alternancia-generaciones-como-reproduccion-sexual.html>
- 4) CANNA. 2017. Función de las hormonas en las plantas (en línea). España. Consultado 01 abr 2017. Disponible en: [http://www.canna.es/hormonas\\_vegetales](http://www.canna.es/hormonas_vegetales)
- 5) Chahin, G. 2012. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Cultivo del helecho de cuero (en línea). Costa Rica. Consultado 01 de abr. 2017. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38361.pdf>
- 6) CIA/UCR (Centro de investigaciones agronómicas, Universidad de Costa Rica). 2002. Fertilización foliar principios y aplicaciones (en línea). Costa Rica. Consultado: 01 abr 2017. Disponible en: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf>

- 7) Coosemans, J. 1982. Efecto de la fertilización foliar en la aceleración de la maduración y rendimiento en el cultivo de Piña (*Ananas comosus*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 115 p.
- 8) Crop care. 2017. Nutrición vegetal. (en línea). España. Consultado 02 abr 2017. Disponible en: <https://www.crodacropcare.com/es-mx/discovery-zone/market-areas/micronutrients>
- 9) DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2009. (en línea). Colombia. Consultado 02 abr 2017. Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/est\\_interp\\_cofvvariacion.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/est_interp_cofvvariacion.pdf)
- 10) De La Cruz, J. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Instituto Nacional Forestal. Guatemala 158 p.
- 11) Daymsa (Desarrollo Agrícola y Minero, S.A.) 2017. Fabricación y comercialización de agro nutrientes y fitoprotectores. (en línea). Consultado 01 may 2017. Disponible en: <http://daymsa.com/producto/naturamin-wsp/>
- 12) Ecuaquímica., 2017. Ecuador. Garden Center Ecuaquímica. Consultado 01 may 2017. Disponible en: <http://ecuaquimica.com/productosagricolas.html>
- 13) Escobedo, C. 1996. Diseño de una estrategia para investigar sobre posibles soluciones para disminuir las pérdidas de frondas de helecho hoja de cuero (*Rumorha adiantiformis*), Tesis Ing. Agr. Honduras, C.A. 119. p.



- 14) Fertilizar, 2009. Fertilización foliar. Principios y prácticas (en línea). Argentina. Consultado 01 abr 2017. Disponible en: [http://www.fertilizar.org.ar/subida/evento/JonadaFertilizacionFoliar/FFPrincipalesArgentina\\_PBrown.pdf](http://www.fertilizar.org.ar/subida/evento/JonadaFertilizacionFoliar/FFPrincipalesArgentina_PBrown.pdf)
  
- 15) Gallardo, N. 1998. Efecto de la aplicación de bioestimulantes en floración de palto (*Persea americana*) a Mill. cv. Hass sobre la cuaja y retención de frutos (en línea). Chile. Consultado 01 abr 2017. Disponible en: <http://www.fichier-pdf.fr/2012/05/23/biost-avocatier/biost-avocatier.pdf>
  
- 16) González, A. 1978. Efecto de Cycocel (Cloruro de 2-cloroetiltrimetilamonio), y su forma de aplicación en la floración y desarrollo vegetativo de Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), bajo condiciones de invernadero. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 39 p.
  
- 17) Gordillo, C. 2013. Aporte a la producción de hoja de cuero (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en la Finca Costa Sol, S.A. San Miguel Dueñas, Sacatepéquez, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 112 p.
  
- 18) Gutiérrez, A. 1977. Efecto de la aplicación de ácido giberélico sobre la brotación y rendimiento de los tubérculos de Papa *Solanum tuberosum*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 49 p.
  
- 19) Hernández, W. 2014. Evaluación del efecto de tres frecuencias de aplicación de un bioestimulante foliar en el crecimiento vegetativo y radicular en plantas de palma africana (*Elaeis guineensis*), en vivero Finca La Cabaña, El Estor, Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 93 p.

- 20) ILO (International Labour Organization). 2013. Agricultura: un motor de crecimiento rural para los pobres (en línea). Consultado 01 abr 2017. Disponible en: [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/documents/publication/wcms\\_235471.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_235471.pdf).
- 21) INTAGRI, 2017. Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. Bioestimulantes Agrícolas (en línea). México. Consultado 01 abr 2017. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>
- 22) Jordán M. & Casaretto, J 2006. Capítulo XVI. Hormonas y Reguladores del Crecimiento en Fisiología. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. 27 p.
- 23) López, E. 2009. Diseño y análisis de experimentos. 2da. Edición. Editora Universitaria. Guatemala. 240 p.
- 24) MAI (Marketing Arm International). 2017. Productos MAI, (en línea). Consultado 01 may 2017. Disponible en: <http://es.marketingarm.com/productos>
- 11) MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). 2016. Diagnóstico de la cadena de follajes (en línea). Guatemala. Consultado 01 mar 2017. Disponible en: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/9811.pdf>
- 25) Muñoz, G. &, Melgar, R. 2016. Economía: Comercio exterior. Prensalibre (en línea). Guatemala. Consultado 01 abr 2017. Disponible en: <http://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/florece-el-empleo>

- 26) Noviagro, S.A. 2017. Nutrición Vegeta. (en línea). Guatemala. Consultado 01 may 2017. Disponible en: <http://noviagro.com/v1/es/catalogo-de-productos/liquidos-foliares-y-al-suelo/hormonales>
- 27) Radical. 2017. Radical Nutrients. Funciones de aminoácidos. (en línea). España. Consultado 01 may 2017. Disponible en <https://www.radicalnutrients.com/2016/05/04/aminoacidos-esenciales/>
- 28) ROJAS, M. 1978. Manual Teórico-Práctico de herbicidas y fitoreguladores. Editorial Limusa. México. 115 p.
- 12) SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia). 2016. Municipio de Salamá Baja Verapaz, estrategia para atraer inversiones (en línea). Guatemala. Consultado 02 mar 2017. Disponible en: [http://www.segeplan.gob.gt/downloads/2016/DET/1501\\_Estrategia\\_INVERSION.pdf](http://www.segeplan.gob.gt/downloads/2016/DET/1501_Estrategia_INVERSION.pdf)
- 29) Soberanis, R. 2002. Respuesta del cultivo de Maní (*Arachis hipogea*), a la fertilización orgánica en San Miguel Chicaj, Baja Verapaz Tesis. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. 49 p.
- 30) TAK.2017. Central América TAK (en línea). Guatemala. Consultado 01 abr 2017. Disponible en <http://tak.gt/nuestra-historia/?lang=es>
- 31) Tello, C. 1993. Evaluación de cuatro concentraciones de ácido Z-cloroetilfosfónico en cuatro intensidades de pica sobre la producción de hule (*Hevea brasilienses*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 87 p.

- 32) USDA (United States Department of Agriculture, US). 2017. NRCS (Natural Resources Conservation Service) plants database, classification for kingdom plantae down to species (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching). (en línea). USA. Consultado 02 mar 2017. Disponible en: <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=R UAD>
- 33) Ventura, C. citado por Rojas 2002. Evaluación agroeconómica de los efectos de las fitohormonas y cuatro planes de fertilización en los rendimientos de dos variedades de melón. Tesis Ing. Agr. Honduras, C.A. 53 p.
- 34) Zamora, J. 2016. Sistematización de experiencias en la producción de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching), como follaje cortado para exportación, años 2012-2015. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 52 p.

## 2.12 ANEXOS

Figura 29A. Sección B1, B2 Finca Tropicultivos II.



Figura 30A. Sección B2, parcela experimental.



Cuadro 32A. Cronograma general de actividades de la investigación 2017.

ACTIVIDADES	FECHAS	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
Selección del área	8 MAY – 12 MAY	■					
Establecimiento del experimento	15 MAY – 29 MAY		■				
Aplicación de bioestimulantes	18 MAY – 1 JUN		■				
Conteo de brotes	22 MAY – 12 JUN		■				
Cosecha de bunches	12 JUN – 2 JUL		■		■		
Retiro de rotulación del área de prueba.	19 JUN - 24 JUN			■			
Análisis de datos	24 JUN - 28 JUN			■			
Preparación de la nueva área	3 JUL - 14 JUL			■			
Aplicación de biostimulantes	17 JUL – 7 AGO				■		
Conteo de brotes	24 JUL – 14 AGO				■		

Cosecha de bunches	21 AGO – 25 AGO																						
Retiro de rotulación del área de prueba.	4 SEP – 8 SEP																						
Análisis de la información	11 SEPT – 23SEPT																						
Presentación de resultados	24 SEPT																						
Sistematización de la información	OCT- NOV																						

Cuadro 33A. Análisis de económico del tratamiento Hormocel del periodo mayo agosto 2017.

<b>HORMOCEL</b>				
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
<b>Cultivo de Leather leaf</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Fertilizantes y enmienda</b>				
Blaukorn 21-5-10	Kilo	184	Q 8.50	Q 1,564.00
Humita 40	Kilo	120	Q 8.93	Q 1,071.60
Ferti irrigación				
Nitrato de Amonio	Kilo	10	Q 3.01	Q 30.10
Nitrato de Potasio	Kilo	10	Q 11.52	Q 115.20
Map 12-61-0	Kilo	5	Q 10.11	Q 50.55
Nitrato de Magnesio	Kilo	10	Q 9.82	Q 98.20
<b>Fertilizantes foliares</b>				
Basfoliar	Litro	3.2	Q 40.00	Q 128.00
Magnisal	Litro	3.2	Q 10.89	Q 34.85
Micromins Calcio Boro	Litro	3.2	Q 16.60	Q 53.12
Micromins Manganeso	Litro	6.4	Q 13.65	Q 87.36
Micromins Zinc	Litro	6.4	Q 14.25	Q 91.20
Hormocel	Litro	0.8	Q 298.84	Q 239.07
<b>Control de plagas</b>				
Avaunt 30 WG	Kilo	0.12	Q 1,946.00	Q 233.52
Nomax 15 SC	Litro	0.6	Q 403.00	Q 241.80
<b>Control de enfermedades</b>				
Polyram 70 WG	Kilo	0.8	Q 86.10	Q 68.88
Antracol 70 WP	Kilo	0.8	Q 78.10	Q 62.48
<b>Control de malezas</b>				
Herbicidas				
Atrazina 80 WP	Kilo	0.4	Q 50.00	Q 20.00
Cosecha de bunches	Jornal	5	Q 82.46	Q 412.30
Subtotal costos variables				Q 4,602.23
<b>COSTOS FIJOS</b>				
Periodo de vida del cultivo	Anual	15	Q 10,000.00	Q 666.67
Fertilización y fertirriego	Jornal	3	Q 82.46	Q 247.38
Aplicaciones foliares	Jornal	20	Q 82.46	Q 1,649.20
Control de plagas y enfermedades	Jornal	2	Q 82.46	Q 164.92



Agua de riego	Acres	50	Q 8,288.77	Q 165.78
Sistema de riego	Anual	10	Q 5,000.00	Q 500.00
Equipo sala de empaque	Acres	50	Q 3,478.61	Q 69.57
Mantenimiento y reparación de maquinaria, vehiculos	Acres	50	Q 8,150.00	Q 163.00
Combustible (vehiculos y motor de parihuela)	Anual	12	Q 2,754.00	Q 229.50
Subtotal costos fijos				Q 3,856.01
Costo Total				Q 8,458.24

Cuadro 34A. Análisis de económico del tratamiento Naturamin del periodo mayo agosto 2017.

<b>NATURAMIN</b>				
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
<b>Cultivo de Leather leaf</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Fertilizantes y enmienda</b>				
Blaukorn 21-5-10	Kilo	184	Q 8.50	Q 1,564.00
Humita 40	Kilo	120	Q 8.93	Q 1,071.60
Ferti irrigación				
Nitrato de Amonio	Kilo	10	Q 3.01	Q 30.10
Nitrato de Potasio	Kilo	10	Q 11.52	Q 115.20
Map 12-61-0	Kilo	5	Q 10.11	Q 50.55
Nitrato de Magnesio	Kilo	10	Q 9.82	Q 98.20
<b>Fertilizantes foliares</b>				
Basfoliar	Litro	3.2	Q 40.00	Q 128.00
Magnisal	Litro	3.2	Q 10.89	Q 34.85
Micromins Calcio Boro	Litro	3.2	Q 16.60	Q 53.12
Micromins Manganeso	Litro	6.4	Q 13.65	Q 87.36
Micromins Zinc	Litro	6.4	Q 14.25	Q 91.20
Naturamin	Kilo	0.8	Q 337.41	Q 269.93
<b>Control de plagas</b>			L	
Avaunt 30 WG	Kilo	0.12	Q 1,946.00	Q 233.52
Nomax 15 SC	Litro	0.6	Q 403.00	Q 241.80
<b>Control de enfermedades</b>				
Polyram 70 WG	Kilo	0.8	Q 86.10	Q 68.88

Antracol 70 WP	Kilo	0.8	Q 78.10	Q 62.48
<b>Control de malezas</b>				
Herbicidas				
Atrazina 80 WP	Kilo	0.4	Q 50.00	Q 20.00
Cosecha de bunches	Jornal	5	Q 82.46	Q 412.30
Subtotal costos variables				Q 4,633.09
<b>COSTOS FIJOS</b>				
Periodo de vida del cultivo	Anual	15	Q 10,000.00	Q 666.67
Fertilización y fertirriego	Jornal	3	Q 82.46	Q 247.38
Aplicaciones foliares	Jornal	20	Q 82.46	Q 1,649.20
Control de plagas y enfermedades	Jornal	2	Q 82.46	Q 164.92
Agua de riego	Anual	50	Q 8,288.77	Q 165.78
Sistema de riego	Anual	10	Q 5,000.00	Q 500.00
Equipo sala de empaque	Anual	50	Q 3,478.61	Q 69.57
Mantenimiento y reparación de maquinaria, vehiculos	Anual	50	Q 8,150.00	Q 163.00
Combustible (vehiculos y motor de parihuela)	Galones	12	Q 2,754.00	Q 229.50
Subtotal costos fijos				Q 3,856.01
Costo Total				Q 8,489.10

Cuadro 35A. Análisis de económico del tratamiento Biofrut + Elevador del periodo mayo agosto 2017.

<b>BIOFRUT + ELEVADOR</b>				
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
<b>Cultivo de Leather Leaf</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Fertilizantes y enmienda</b>				
Blaukorn 21-5-10	Kilo	184	Q 8.50	Q 1,564.00
Humita 40	Kilo	120	Q 8.93	Q 1,071.60
Ferti irrigación				
Nitrato de Amonio	Kilo	10	Q 3.01	Q 30.10
Nitrato de Potasio	Kilo	10	Q 11.52	Q 115.20
Map 12-61-0	Kilo	5	Q 10.11	Q 50.55
Nitrato de Magnesio	Kilo	10	Q 9.82	Q 98.20
<b>Fertilizantes foliares</b>				
Basfoliar	Litro	3.2	Q 40.00	Q 128.00
Magnisal	Litro	3.2	Q 10.89	Q 34.85

Micromins Calcio Boro	Litro	3.2	Q 16.60	Q 53.12
Micromins Manganeso	Litro	6.4	Q 13.65	Q 87.36
Micromins Zinc	Litro	6.4	Q 14.25	Q 91.20
Biofrut + Elevador	Kilo	0.016	Q 2,265.63	Q 36.25
<b>Control de plagas</b>				
Avaunt 30 WG	Kilo	0.12	Q 1,946.00	Q 233.52
Nomax 15 SC	Litro	0.6	Q 403.00	Q 241.80
Control de enfermedades				
Polyram 70 WG	Kilo	0.8	Q 86.10	Q 68.88
Antracol 70 WP	Kilo	0.8	Q 78.10	Q 62.48
<b>Control de malezas</b>				
Herbicidas				
Atrazina 80 WP	Kilo	0.4	Q 50.00	Q 20.00
Cosecha de bunches	Jornal	5	Q 82.46	Q 412.30
Subtotal costos variables				Q 4,399.41
<b>COSTOS FIJOS</b>				
Periodo de vida del cultivo	Anual	15	Q 10,000.00	Q 666.67
Fertilización y fertirriego	Jornal	3	Q 82.46	Q 247.38
Aplicaciones foliares	Jornal	20	Q 82.46	Q 1,649.20
Control de plagas y enfermedades	Jornal	2	Q 82.46	Q 164.92
Agua de riego	Anual	50	Q 8,288.77	Q 165.78
Sistema de riego	Anual	10	Q 5,000.00	Q 500.00
Equipo sala de empaque	Anual	50	Q 3,478.61	Q 69.57
Mantenimiento y reparación de maquinaria, vehiculos	Anual	50	Q 8,150.00	Q 163.00
Combustible (vehiculos y motor de parihuela)	Galones	12	Q 2,754.00	Q 229.50
Subtotal costos fijos				Q 3,856.01
Costo Total				Q 8,255.42

Cuadro 36A. Análisis de económico del tratamiento Done del periodo mayo agosto 2017.

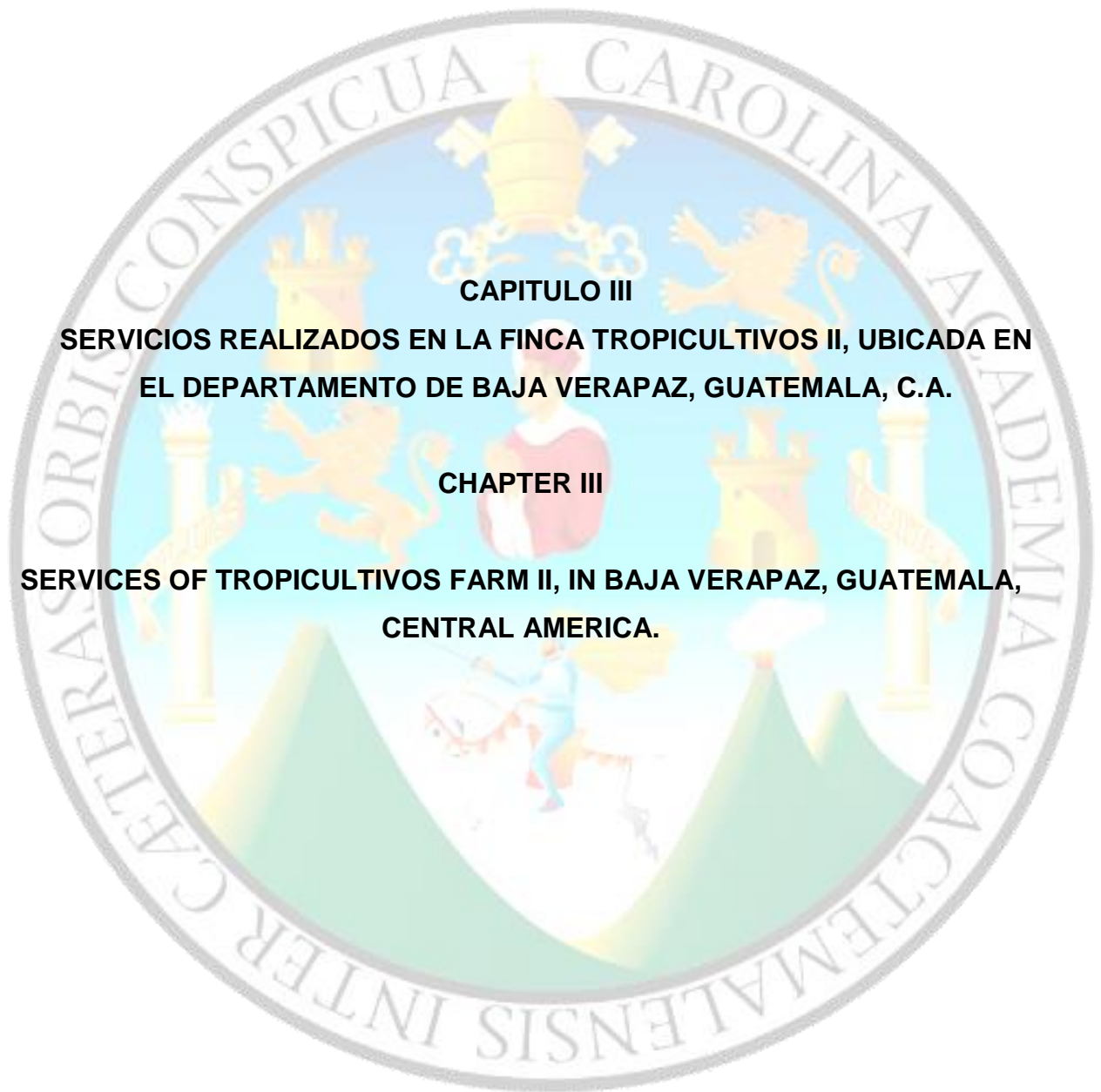
<b>DONE</b>				
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
<b>Cultivo de Leather leaf</b>	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
<b>Fertilizantes y enmienda</b>				
Blaukorn 21-5-10	Kilo	184	Q 8.50	Q 1,564.00
Humita 40	Kilo	120	Q 8.93	Q 1,071.60
Ferti irrigación				
Nitrato de Amonio	Kilo	10	Q 3.01	Q 30.10
Nitrato de Potasio	Kilo	10	Q 11.52	Q 115.20
Map 12-61-0	Kilo	5	Q 10.11	Q 50.55
Nitrato de Magnesio	Kilo	10	Q 9.82	Q 98.20
<b>Fertilizantes foliares</b>				
Basfoliar	Litro	3.2	Q 40.00	Q 128.00
Magnisal	Litro	3.2	Q 10.89	Q 34.85
Micromins Calcio Boro	Litro	3.2	Q 16.60	Q 53.12
Micromins Manganeso	Litro	6.4	Q 13.65	Q 87.36
Micromins Zinc	Litro	6.4	Q 14.25	Q 91.20
Done	Litro	0.8	Q 208.00	Q 166.40
<b>Control de plagas</b>			L	
Avaunt 30 WG	Kilo	0.12	Q 1,946.00	Q 233.52
Nomax 15 SC	Litro	0.6	Q 403.00	Q 241.80
<b>Control de enfermedades</b>				
Polyram 70 WG	Kilo	0.8	Q 86.10	Q 68.88
Antracol 70 WP	Kilo	0.8	Q 78.10	Q 62.48
Control de malezas				
Herbicidas				
Atrazina 80 WP	Kilo	0.4	Q 50.00	Q 20.00
Cosecha de bunches	Jornal	5	Q 82.46	Q 412.30
Subtotal costos variables				Q 4,529.56
<b>COSTOS FIJOS</b>				
Periodo de vida del cultivo	Anual	15	Q 10,000.00	Q 666.67
Fertilización y fertirriego	Jornal	3	Q 82.46	Q 247.38
Aplicaciones foliares	Jornal	20	Q 82.46	Q 1,649.20
Control de plagas y enfermedades	Jornal	2	Q 82.46	Q 164.92
Agua de riego	Anual	50	Q 8,288.77	Q 165.78

Sistema de riego	Anual	10	Q 5,000.00	Q 500.00
Equipo sala de empaque	Anual	50	Q 3,478.61	Q 69.57
Mantenimiento y reparación de maquinaria, vehiculos	Anual	50	Q 8,150.00	Q 163.00
Combustible (vehiculos y motor de parihuela)	Galones	12	Q 2,754.00	Q 229.50
Subtotal costos fijos				Q 3,856.01
Costo Total				Q 8,385.57

Cuadro 37A. Análisis de económico del tratamiento Testigo del periodo mayo agosto 2017.

<b>TESTIGO</b>				
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
<b>Cultivo de Leather leaf</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Fertilizantes y enmienda</b>				
Blaukorn 21-5-10	Kilo	184	Q 8.50	Q 1,564.00
Humita 40	Kilo	120	Q 8.93	Q 1,071.60
<b>Ferti irrigación</b>				
Nitrato de Amonio	Kilo	10	Q 3.01	Q 30.10
Nitrato de Potasio	Kilo	10	Q 11.52	Q 115.20
Map 12-61-0	Kilo	5	Q 10.11	Q 50.55
Nitrato de Magnesio	Kilo	10	Q 9.82	Q 98.20
<b>Fertilizantes foliares</b>				
Basfoliar	Litro	3.2	Q 40.00	Q 128.00
Magnisal	Litro	3.2	Q 10.89	Q 34.85
Micromins Calcio Boro	Litro	3.2	Q 16.60	Q 53.12
Micromins Manganeso	Litro	6.4	Q 13.65	Q 87.36
Micromins Zinc	Litro	6.4	Q 14.25	Q 91.20
<b>Control de plagas</b>				
Avaunt 30 WG	Kilo	0.12	Q 1,946.00	Q 233.52
Nomax 15 SC	Litro	0.6	Q 403.00	Q 241.80
<b>Control de enfermedades</b>				
Polyram 70 WG	Kilo	0.8	Q 86.10	Q 68.88
Antracol 70 WP	Kilo	0.8	Q 78.10	Q 62.48
<b>Control de malezas</b>				
Herbidas				

Atrazina 80 WP	Kilo	0.4	Q 50.00	Q 20.00
Cosecha de bunches	Jornal	5	Q 82.46	Q 412.30
Subtotal costos variables				Q 4,363.16
<b>COSTOS FIJOS</b>				
Periodo de vida del cultivo	Anual	15	Q 10,000.00	Q 666.67
Fertilización y fertirriego	Jornal	3	Q 82.46	Q 247.38
Aplicaciones foliares	Jornal	20	Q 82.46	Q 1,649.20
Control de plagas y enfermedades	Jornal	2	Q 82.46	Q 164.92
Agua de riego	Anual	50	Q 8,288.77	Q 165.78
Sistema de riego	Anual	10	Q 5,000.00	Q 500.00
Equipo sala de empaque	Anual	50	Q 3,478.61	Q 69.57
Mantenimiento y reparación de maquinaria, vehiculos	Anual	50	Q 8,150.00	Q 163.00
Combustible (vehiculos y motor de parihuela)	Galones	12	Q 2,754.00	Q 229.50
Subtotal costos fijos				Q 3,856.01
Costo Total				Q 8,219.17



**CAPITULO III**

**SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA TROPICULTIVOS II, UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

**CHAPTER III**

**SERVICES OF TROPICULTIVOS FARM II, IN BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, CENTRAL AMERICA.**

### 3.1 PRESENTACIÓN

Dentro del marco del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA- realizado en la finca Tropicultivos II, que forma parte de la Corporación TAK, se contempló la realización de actividades de apoyo hacia la finca conocidas como servicios. El primer servicio fue la determinación de la dosis del corrector de pH de cada mezcla de agroquímicos, para ello se registró durante 3 meses la lectura del nivel de pH en cada una de las mezclas de aplicación foliar como: pesticidas, fertilizantes foliares y sustancias afines al fertilizante para luego nivelar el pH de la mezcla, hasta alcanzar el valor óptimo, debido a que la finca manejaba una dosis general de corrector de pH y esto hacía que algunas mezclas alcancen niveles muy ácidos, y en otros casos niveles son muy alcalinos. Para la calibración del nivel de iones hidrogeno se utilizó ácido cítrico como corrector de pH.

El segundo servicio fue sobre determinación de una lámina de riego para el cultivo de Leather leaf, ya que se desconoce la demanda hídrica del cultivo para ello se realizó una serie de procedimientos como lo fue un análisis de las propiedades físicas del suelo, el muestreo se efectuó en las distintas áreas de la finca. En las áreas donde se extrajo las muestras de suelo se procedió a realizar una prueba de infiltración por el método de doble cilindro, los resultados de la prueba de infiltración contribuyeron para determinar los rangos de infiltración de cada área de acuerdo con la textura de estos suelos. Con los registros de temperatura y humedad relativa que lleva la finca en la estación climática se calculó la evapotranspiración diaria del cultivo utilizando la metodología establecida por Blaney&Cridle modificada por O. González y G. Méndez, la cual se adaptada a las condiciones climáticas de Guatemala. La estimación de la cantidad de agua a aplicar para cumplir con la lámina de riego se realizó conociendo el área de humedecimiento de cada turno de riego y su caudal de descarga.



## **3.2 SERVICIO 1: DETERMINACIÓN DE DOSIS DEL CORRECTOR DE pH EN CADA MEZCLA DE AGROQUÍMICOS DE APLICACIÓN FOLIAR**

### **3.2.1 INTRODUCCIÓN**

El agua en la agricultura tiene varios usos uno de ellos es su utilidad como un agente conductor de tratamientos fitosanitarios, pero debido a las características solventes, el agua puede contener propiedades que interfieran en la estabilización de sustancias utilizadas con esta finalidad llegando a reducir notablemente la efectividad de las mezclas. (Arvenses., 2014). En la actualidad se recurre al uso de correctores de pH, para contar con agua con un mejor acondicionamiento de calidad ya que el agua es el vehículo de aspersion que se usa prácticamente la mayoría de las pulverizaciones agrícolas. (Rizobacter., 2014).

El pH del agua se determina de una escala de cero a 14 valores menores a 7 indican acidez y valores mayores a 7 indican alcalinidad, para algunos agroquímicos un nivel de pH muy ácido o muy básico puede representar un efecto negativo en la estabilidad de la mezcla, específicamente en la concentración de su materia activa. (Bufferquímica., 2013).

En búsqueda de mejores medidas para el aprovechamiento de la efectividad de las aplicaciones foliares de productos fitosanitarios, se realizó la lectura durante 3 meses. La lectura del registro de pH en cada una de las aplicaciones de pesticidas, fertilizantes foliares y sustancias afines al fertilizante para luego nivelar el pH de la mezcla, hasta alcanzar el valor óptimo. Debido a que manejar una sola dosis de ácido cítrico como corrector de pH para todas las mezclas tal como se realizaba en la finca Tropicultivos II, no terminaba siendo una buena opción, puesto que se llegaba a registrar desde valores muy ácidos, hasta valores muy alcalinos.

### **3.2.2 OBJETIVOS**

#### 3.2.2.1 General

- Determinar la dosis del corrector de pH para cada mezcla de agroquímicos de aplicación foliar en la finca Tropicultivos II, Salamá, Baja Verapaz.

#### 3.2.2.2 Específicos

- Fijar la dosis de corrector de pH necesaria para regular cada mezcla de aplicación foliar de fungicidas.
- Determinar la dosis de corrector de pH para regular cada mezcla de aplicación foliar de insecticidas.
- Identificar la dosis del corrector de pH necesario para regular cada mezcla de aplicación foliar de fertilizantes foliares.

### **3.2.3 METODOLOGÍA**

- 1) Se realizó la lectura del pH de cada mezcla de aplicación foliar, con ayuda de un tester medidor de pH (equipo de laboratorio.)
- 2) Si la lectura de la mezcla era la óptima de acuerdo con lo establecido por el área de investigación y desarrollo de la finca, se anotaba la dosis del agroquímico y se adjuntaba en una base de datos.
- 3) Si la lectura de la mezcla no era la óptima se realizaba una segunda mezcla de 100 litros en un recipiente proporcionado por la finca.
- 4) En esta segunda mezcla se iniciaba con dosis bajas de ácido cítrico desde 0.01 gramo por litro y si la lectura de pH era la óptima, se anotaba la dosis del corrector

de ácido cítrico, si la dosis no era la óptima se iba aumentando hasta que alcanzara su nivel óptimo.

5) Estos resultados fueron anotados y se adjuntaron en una base de datos.

### 3.2.4 RESULTADOS

Los resultados son de las diferentes mezclas que se realizaron durante 3 meses en la finca Tropicultivos II, durante este tiempo se realizaron la mayoría de las en la finca dentro de los programas fitosanitarios.

En cada mezcla realizada se obtuvo la dosis efectiva de ácido cítrico a utilizar y se compartió la información con los encargados del área de cultivo.

Es necesario comprender que la hidrólisis alcalina se refiere a degradación del agroquímico en formas no tóxicas (inactivas), por lo que sucede una disminución del ingrediente activo y la eficiencia de la aplicación disminuye. (Schilder., 2008).

Cuadro 38. Tipo de mezcla: fungicida

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Agroquímico	Dosis	pH de la mezcla	pH óptimo.
Citric Acid	Ácido cítrico.	Corrector de pH	0.16 g/L	5.5	5.5
Affix	0.5 g/L	Coadyuvante.	0.5 cc/L		
Ridomil Gold MZ 68 WP	2 g/L	Fungicida	2 gr/L		

Cuadro 39. Tipo de mezcla: fungicida más insecticida

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Agroquímico	Dosis	pH de la mezcla	pH óptimo.
Citric Acid	Ácido cítrico.	Corrector de pH	----- -	6.9	7
Affix	Alquilaril poliglicol eter	Coadyuvante.	0.5 cc/L		
Cabrio Top 60WG	Metiram Pyraclostrobin	Fungicida	2 g/L		
Avaunt 30 WG	Indoxacarb	Insecticida	0.3 g/L		

Cuadro 40. Tipo de mezcla: fungicida, insecticida más fertilizante foliar.

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Agroquímico	Dosis	pH de la mezcla	pH óptimo.
Citric Acid	Ácido cítrico.	Corrector de pH	0.05 g/L	5.5	5.5
Affix	Alquilaril poliglicol eter	Coadyuvante.	0.5 cc/L		
Antracol 70 WG	Propineb	Fungicida	2 g/L		
Karate Zeon 5 SC	Indoxacarb	Insecticida	0.75 cc/L		
Sephu Amin	Aminoácidos	Fertilizante foliar	2 cc/L		

Cuadro 41. Tipo de mezcla: fungicida más fertilizante foliar.

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Agroquímico	Dosis	pH de la mezcla	pH óptimo.
Citric Acid	Ácido cítrico	Corrector de pH	----- --	6.8	7
Affix	Alquilaril poliglicol eter	Coadyuvante.	0.5 cc/L		
Antracol 70 WG	Propineb	Fungicida	2 g/L		
Micromins CaB	Calcio, Boro	Fertilizante foliar	1 cc/L		
Stoller Zinc	Zinc	Fertilizante foliar	1 cc/L		
Stoller Magnesio	Magnesio	Fertilizante foliar	1 cc/L		

Cuadro 42. Tipo de mezcla: fungicidas más fertilizantes foliares

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Agroquímico	Dosis	pH de la mezcla	pH óptimo.
Citric Acid	Ácido cítrico.	Corrector de pH	0.90gr/L	5.0	5
Affix	Alquilaril poliglicol eter	Coadyuvante	0.5 cc/L		
Macozeb 80 WP	Macozeb	Fungicida	2 gr/L		
HI-K	Potasio	Fertilizante foliar	1 cc/L		
Carnival	Calcio	Fertilizante foliar	1cc/L		

Cuadro 43. Tipo de mezcla: fungicida más fertilizante foliar

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Agroquímico	Dosis	pH de la mezcla	pH óptimo.
Citric Acid	Ácido cítrico.	Corrector de pH	----- --	5.1	5
Affix	Alquilaril poliglicol eter	Coadyuvante.	0.5 cc/L		
Mancozeb 80 WP	Mancozeb	Fungicida	2g/L		
Nitrato de calcio	Calcio, Boro	Fertilizante foliar	2g/L		
Nitrato de magnesio	Zinc	Fertilizante foliar	2g/L		
Nitrato de potasio	Magnesio	Fertilizante foliar	2g/L		

Cuadro 44. Tipo de mezcla: fertilizantes foliares

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Agroquímico	Dosis	pH de la mezcla	pH óptimo.
Citric Acid	Ácido cítrico.	Corrector de pH	----- --	5.64	5.5-6.75
Affix	Alquilaril poliglicol eter	Coadyuvante.	0.5 cc/L		
Nitrato de magnesio	Nitrato de magnesio	Fertilizante foliar	2g/L		
Nitrato de calcio	Nitrato de calcio	Fertilizante foliar	2g/L		
Nitrato de amonio	Nitrato de amonio	Fertilizante foliar	2g/L		
Nitrato de potasio	Nitrato de potasio	Fertilizante foliar	3g/L		

Cuadro 45. Tipo de mezcla: fertilizantes foliares.

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Agroquímico	Dosis	pH de la mezcla	pH óptimo.
Citric Acid	Ácido cítrico.	Corrector de pH	----- -	6.6	5.5-6.75
Affix	Alquilaril poliglicol eter	Coadyuvante.	0.5 cc/L		
Nitrato de Potasio	Nitrato de Potasio	Fertilizante foliar	3g/L		
Nitrato de magnesio	Nitrato de magnesio	Fertilizante foliar	3g/L		
Nitrato de Calcio	Nitrato de Calcio	Fertilizante foliar	2g/L		
Nitrato de amonio	Nitrato de amonio	Fertilizante foliar	2g/L		

Cuadro 46. Tipo de mezcla: fertilizante foliar.

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Agroquímico	Dosis	pH de la mezcla	pH óptimo.
Citric Acid	Ácido cítrico.	Corrector de pH	----- ---	6.4	7
Affix	Alquilaril poliglicol eter	Coadyuvante.	0.5 cc/L		
NaturaminWSP	Aminoácidos	A fin a la fertilización foliar	1g/L		

Las mediciones de pH de cada mezcla se realizaron con un tester medidor proporcionado por los encargados de la finca.

### 3.2.5 CONCLUSIONES

1. La dosis del corrector del pH del agua para cada mezcla de agroquímicos de aplicación foliar dependerá del tipo de producto que se vaya a preparar. Con el apoyo del registro que generó el Tester medidor de pH, se logró determinar la dosis necesaria del corrector de pH para cada mezcla, lo cual se les proporcionó a los encargados en finca en una base de datos.
2. Para las aplicaciones realizadas con los insecticidas que maneja la finca se definieron dosis de corrector de pH, que estabilizaron la mezcla en rangos de 5 a 7. Para las mezclas con fungicidas los rangos manejados fueron de 5.5 a 7, para las mezclas con fertilizantes foliares o sustancias afines a la fertilización foliar los rangos de pH manejados fueron de 5.5 a 7.
3. Las aplicaciones realizadas con nitratos no fue necesario aplicar corrector de pH, las aplicaciones que se realizaron con el corrector hacían bajar el pH hasta un valor de 3.5



### 3.2.6 BIBLIOGRAFÍA

1. Arvenses. 2014. Calidad del agua en tratamientos agroquímicos. (en línea). España. Consultado 02 nov 2017. Disponible en: <https://www.arvensis.com/blog/calidad-del-agua-en-tratamientos-agroquimicos/>
2. Bufferquimica. 2013. Nivelación de pH (en línea). Consultado 02 nov 2017. Disponible en: [http://www.bufferquimica.com/tabla\\_ph.html](http://www.bufferquimica.com/tabla_ph.html)
3. Rizobacter. 2014. La importancia de la calidad del agua en las aplicaciones de fitosanitarios. (en línea). Consultado 02 nov 2017. Disponible en: [http://www.rizobacter.com/argentina/blog/la-importancia-de-la-calidad-del-agua-en-las-aplicaciones-de-fitosanitarios\\_\\_trashed/](http://www.rizobacter.com/argentina/blog/la-importancia-de-la-calidad-del-agua-en-las-aplicaciones-de-fitosanitarios__trashed/)
4. Schilder, A. 2018. Efecto del pH del agua sobre la estabilidad de los pesticidas (en línea). USA. Consultado 02 nov 2017. Disponible en: [http://msue.anr.msu.edu/news/effect\\_of\\_water\\_ph\\_on\\_the\\_stability\\_of\\_pesticides](http://msue.anr.msu.edu/news/effect_of_water_ph_on_the_stability_of_pesticides)

### 3.2.7 ANEXOS

Figura 31A. Lectura de pH en el estanque de mezcla, área de los 23 acres, en finca Tropicultivos II.



Figura 32A. Estanque de mezcla, área de los 23 acres en finca Tropicultivos II.



Figura 33A. Calibración del Equipo medidor de pH HANNA, finca Tropicultivos II.



Figura 34A. Aplicaciones foliares, en la sección D, finca Tropicultivos II.



### **3.3 SERVICIO 2: DETERMINACIÓN DE UNA LÁMINA DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE LEATHER LEAF (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching)**

#### **3.3.1 INTRODUCCIÓN**

La demanda creciente que genera la producción agrícola hace apremiante la necesidad de mejorar la eficiencia y productividad del uso del agua, pero para lograr empezar a buscar alternativas para mejorar la eficiencia y productividad del uso del agua, es necesario conocer la demanda hídrica (FAO., 2015). Toda vez estimada la cantidad de agua disponible en el suelo, es ineludible evaluar la demanda hídrica de los cultivos que es representada por la evapotranspiración (INIA., 2016)

Para finca Tropicultivos II ubicada en Salamá, Baja Verapaz; las disposiciones de riego son manejadas con base a inspecciones en el área observando precisamente la turgencia de las frondas del cultivo, y basándose también en los registros temperatura y precipitación que reporta la estación meteorológica, debido a que se desconoce la evapotranspiración del cultivo de Leather leaf, es necesario que la frecuencia del riego y el tiempo de riego quede criterio del encargado de la finca.

Como iniciativa para la generación de información del cultivo de Leather leaf sobre tiempos de riego y dado al aún desconocimiento de la evapotranspiración del cultivo, se dispuso a determinar una lámina de riego para realizar un mejor manejo del agua de riego en la finca.

### **3.3.2 OBJETIVOS**

#### 3.3.2.1 General

- Proveer una lámina de riego para el cultivo de Leather leaf (*Rumorha adiantiformis* (G. Forst.) Ching), en la finca Tropicultivos II, Salamá, Baja Verapaz.

#### 3.3.2.2 Específicos

- Determinar la evapotranspiración diaria del cultivo según las condiciones climáticas de la finca.
- Definir la lámina de riego que favorezca las necesidades hídricas del cultivo.

### **3.3.3 METODOLOGÍA**

Se analizaron las propiedades físicas del suelo, el muestreo se realizó en dos distintas áreas de la finca, un área con características de suelo arcilloso y en otra área con un suelo más arenoso.

Se calculó el caudal de descarga de cada turno, tomando la descarga realizada por los micros aspersores, en la parte inicial, media y final de las líneas de riego.

En las áreas donde se extrajo las muestras de suelo se procedió a realizar una prueba de infiltración por el método de doble cilindro, los resultados de la prueba de infiltración contribuyeron a determinar los rangos de infiltración de cada área de acuerdo con la textura de estos suelos.

Con los registros de temperatura y humedad relativa que lleva la finca en la estación climática se calculó la evapotranspiración diaria del cultivo utilizando la metodología establecida por Blaney&Cridle modificada por O. González y G. Méndez, la cual se adapta a las condiciones climáticas de Guatemala.

Con los registros de evapotranspiración diaria del cultivo y con los resultados del laboratorio se estimó la lámina de riego del cultivo.

La estimación de la cantidad de agua a aplicar para cumplir con la lámina de riego se realizó conociendo el área de humedecimiento de cada turno de riego y su caudal de descarga.

### 3.3.4 RESULTADOS

Los resultados, que se presentan, son acerca de los procedimientos realizados para calcular la lámina de riego del cultivo de Leather leaf.

Los cálculos de lámina de riego se realizaron haciendo uso del valor de evapotranspiración del cultivo y con apoyo de los resultados de las muestras de suelo enviadas al laboratorio.

Registros de temperatura y humedad relativa 2015-2016

Cuadro 47. Registros de temperatura y humedad relativa 2015-2016

No.	Mes	TEMPERATURA C°			HUMEDAD %		
		TEMP. MAX.	TEMP. MIN.	PROM.	HUM. MAX	HUM MIN.	PROM.
1	Enero	31	14	22.5	92	35	63.5
2	Febrero	28	12	20	91	33	62
3	Marzo	32	14	23	96	28	62
4	Abril	37	17	27	93	32	62.5
5	Mayo	34	16	25	96	28	62
6	Junio	31	17	24	97	36	66.5
7	Julio	32	16	24	98	35	66.5
8	Agosto	30	17	22	99	39	69
9	Septiembre	27	17	22	99	48	73.5
10	Octubre	30	16	23	97	39	68
11	Noviembre	29	6	17.5	99	39	69
12	Diciembre	29	13	21	97	36	66.5

### 3.3.5 Evapotranspiración

La evapotranspiración del cultivo se calculó con la metodología establecida por Blaney&Cridle modificada por O. González y G. Méndez la cual fue adaptada a las condiciones climáticas de Guatemala.

Cuadro 48. Registros de evapotranspiración por la metodología de Blaney&Cridle modificada por O. González y Méndez.

No.	Mes	Temperatura media mensual (T°C)	Humedad Relativa (%HR)	Evtpot	Kc	Evtreal (mm mensuales)	Evtreal (diaria) - mm/día
1	Enero	19.5	84.5	110.21	0.7	77.15	2.49
2	Febrero	17	83	97.04	0.7	67.93	2.43
3	Marzo	20	83	111.26	0.7	77.88	2.51
4	Abril	24	83.5	119.52	0.7	83.66	<b>2.79</b>
5	Mayo	22	83	70.06	0.7	49.04	1.58
6	Junio	21	87.5	63.19	0.7	44.23	1.47
7	Julio	21	87.5	69.82	0.7	48.88	1.58
8	Agosto	19	90	68.39	0.7	47.88	1.54
9	Septiembre	19	94.5	62.57	0.7	43.80	1.46
10	Octubre	20	89	66.98	0.7	46.88	1.51
11	Noviembre	14.5	90	80.55	0.7	56.39	1.88
12	Diciembre	18	87.5	88.72	0.7	62.10	2.00

Para calcular la lámina de riego se toma la lectura del mes más crítico por lo que la evapotranspiración diaria es de 2.79 mm/día.

En la metodología utilizada se consideró la diferencia de temperatura y humedad relativa entre el interior de los umbráculos de sarán con el exterior.

La diferencia de temperatura y humedad relativa se tomó en base al registro generado durante 30 días entre el interior y exterior de los umbráculos de sarán.

### 3.3.6 Muestras de suelos

Cuadro 49. Resultados de laboratorio de la muestra de suelo.

Muestra	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase Textural	1/3 atmósferas	15 Atmósferas	% de Humedad aprovechable	Densidad aparente g/cc
Sector 1	9.75	23.65	66.6	Franco Arenoso	19.31	11.08	8.23	1.13
Sector 2	3.63	17.44	78.93	Arena Franca	12.26	8.35	3.91	1.08

Fuente: Laboratorio ENCA.

El cuadro 49 muestra los resultados de las propiedades físicas de las muestras de suelo enviadas, de dos sectores identificados con características distintas.

Según (Sandoval., 2007) la velocidad de infiltración de suelo según su clase textural presenta el siguiente comportamiento.

Cuadro 50. Clases texturales y rangos de velocidad de infiltración.

Clase textural.	Velocidad de infiltración (cm/hora)
Arenosa	2.50 - 25.5
Franco Arenosa	1.30 - 7.60
Franco	0.80 - 2.00
Franco arcilloso	0.25 - 1.50
Arcillo arenoso	0.3 - 0.50
Arcilloso	0.01 - 0.10



### 3.3.7 Prueba de infiltración método de doble cilindro.

La razón de realizar esta prueba fue para determinar la velocidad de infiltración de los dos sectores.

Los resultados de las pruebas de infiltración para los dos sectores fueron los siguientes:

Para el sector 1, que tiene clase textural del tipo franco arenosa la velocidad de infiltración es de 6.10 cm/hora.

Para el sector 2, que tiene clase textural del tipo arena franca la velocidad de infiltración es de 12.69 cm/hora.

Los valores obtenidos en la velocidad de infiltración en las dos áreas están localizados entre los rangos establecidos según (Sandoval., 2007)

Valor de K

$$13.032 = 9 \log K + (-0.383) (5.715)$$

$$13.032 = 9 \log K - 2.189$$

$$\log K = 1.69$$

$$K = \text{anti log } (1.69) = 101.69 \quad K = 48.978$$

Infiltración básica

$$I_b = K \times (-600n) \quad n$$

$$I_b = K (-600 \times n) \quad n$$

$$I_b = 48.978 (-600 \times -0.383) - 0.383$$

$$I_b = 6.104 \text{ cm/hora}$$

Valor de K

$$8.718 = 7 \log K + (-0.111) (3.812)$$

$$8.718 = 7 \log K - 0.423$$

$$\log K = 1.306$$

$$K = \text{anti log } (1.306) = 101.306 \quad K = 20.23$$

Infiltración básica

$$I_b = K \times (-600n) \times n$$

$$I_b = K (-600 \times n) \times n$$

$$I_b = 20.23 (-600 \times -0.111) \times -0.111$$

$$I_b = 12.694 \text{ cm/hora}$$

### 3.3.8 Determinación de lámina de riego

La lámina neta se encuentra por la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente multiplicados por las propiedades físicas del suelo. (Sandoval., 2007)

La lámina bruta se obtiene al dividir la lámina neta de aplicación de agua entre la eficiencia de aplicación del sistema de riego. (Sandoval., 2007)

a) Sector 1

Lámina de riego.

$$\text{Lámina neta} = \frac{(\text{CC}-\text{PMP})(\text{DAP})(\text{PR})(\text{UR})}{100}$$

Donde:

CC: Capacidad de campo

PMP: Punto marchitez permanente.

DAP: Densidad aparente.

PR: Profundidad radicular.

UR: Umbral de riego.

$$\text{Lámina neta} = \frac{(19.31-11.08)(1.13\text{g/cm})(12\text{cm})(10\text{mm})(.30)}{100}$$

La multiplicación con 10 realiza para la conversión a milímetros.

Lámina neta= 3.35 mm.

Evapotranspiración = 2.79 mm/día

Eficiencia de aplicación 75%.

$$\text{Lámina bruta} = \frac{\text{Lámina neta}}{\text{Eficiencia de aplicación}}, \text{ Lámina bruta} = \frac{3.35\text{mm}}{.75} = 4.47\text{mm} = 4.5 \text{ mm.}$$

$$\text{Intervalo de riego critico} = \frac{\text{Lámina neta}}{\text{Evapotranspiración.}} \text{ Irc} = \frac{(3.35 \text{ mm})}{2.79 \frac{\text{mm}}{\text{día}}} = 1.20 \text{ días}$$

La textura del suelo por tener menos porcentaje de arena tiene una mayor cantidad de retención y es necesario una aplicación de 4.5mm diarios para llevar el suelo a capacidad de campo manejando con umbral de riego de un 30%.

b) Sector 2

Este sector tiene una textura de suelo más arenosa que los demás sectores, y es denominada “área de tierra blanca”.

Lamina de riego

$$\text{Lámina neta} = \frac{(\text{CC}-\text{PMP})(\text{DAP})(\text{PR})(\text{UR})}{100}$$

Donde:

Donde:

CC: Capacidad de campo

PMP: Punto marchitez permanente.

DAP: Densidad aparente.

PR: Profundidad radicular.

UR: Umbral de riego.

$$\text{Lámina neta} = \frac{(12.26-8.35)(1.08\text{g/cm})(12\text{cm})(10\text{mm})(.60)}{100}$$

La multiplicación con 10 se realiza para la conversión a milímetros.

Lámina neta= 3.06 mm.

Evapotranspiración = 2.79 mm/día

Eficiencia de aplicación 75%.

$$\text{Lámina bruta} = \frac{\text{Lámina neta}}{\text{Eficiencia de aplicación.}}, \text{ Lámina bruta} = \frac{3.06\text{mm}}{.75} = 4.08 \text{ mm} = 4 \text{ mm.}$$

$$\text{Intervalo de riego critico} = \frac{\text{Lámina neta}}{\text{Evapotranspiración.}} \text{ Irc} = \frac{(3.06 \text{ mm})}{2.79 \frac{\text{mm}}{\text{día}}} = 1.10 \text{ días}$$

Según las características del suelo de esta área los cálculos de lámina de riego quedaron de la siguiente manera con una lámina de riego a aplicar de 4 milímetros diarios.

Tiempo de riego

El cálculo de tiempo de riego se realizó conociendo el área de humedecimiento y el caudal de descarga de cada turno, con ello se obtuvo la cantidad de litros a aplicar por turno.

Volumen de agua aplicar =

(Área de mojado en metros cuadrados) x (lámina de riego).

Volumen de agua =

$(7659 \text{ m}^2) \times (0.0045 \text{ m}) = 34.425 \text{ m}^3$  o 34,425 litros.

Con la fórmula de caudal despejada para el tiempo, se obtuvo los tiempos de riego por turno.

$$T = \frac{\text{Vol.}}{Q.}$$

Donde:

T=Tiempo de riego.

Q= Caudal del turno

Vol.=Volumen de agua aplicar por turno.

T=Tiempo de riego.

$$\text{Tiempo} = \frac{(34,425 \text{ litros})}{(4.52 \text{ litros/min}) (152 \text{ micro aspersores que lleva el turno})}$$

Tiempo = 50.10 minutos.

De esta forma se determinaron los tiempos a regar para cada lámina a aplicar.

### 3.3.9 CONCLUSIONES

1. Los porcentajes de proporciones de limo, arcilla y arena que tiene el suelo de los diferentes sectores, hacen que tengan una capacidad diferente de retención de agua, por lo que el suelo necesita cantidades diferentes de agua para alcance su capacidad de campo.
2. La mayoría de las áreas de cultivo en la finca tienen características similares al sector 1, con contenidos de suelos arcillosos y con anegamientos, por lo que se estableció una lámina de riego de 4.5 mm para estos sectores, manejando un umbral de riego de 30%, ya que, las características del suelo hacen que exista una buena retención de humedad, tratando de esta forma evitar anegamientos ya que se dejará de consumir un 70 % de agua disponible, antes de aplicar el próximo riego.
3. Para el sector 2 que cuenta con características de suelo se estableció una lámina de 4 milímetros manejando un umbral de un 60% dejando que se consuma un 40% de agua disponible antes de aplicar el próximo riego, dado que la textura franco-arenosa del suelo hace que exista una muy poca retención de agua razón por la que el umbral de riego no puede ser tan bajo.
4. La inspección de las áreas para determinar la necesidad de riego son prácticas que se pueden realizar en la finca pero que pueden ser complementadas con el uso de instrumentos de medición de humedad del suelo como los tensiómetros.
5. Con un buen manejo de riego se aprovechará de buena manera el agua, pues, se utilizará únicamente la cantidad necesaria sin llegar a abusar de la disponibilidad del recurso hídrico y sin llegar a saturar los suelos evitando así los anegamientos que pueden propiciar las condiciones óptimas para el desarrollo de patógenos.

### 3.3.10 BIBLIOGRAFÍA

1. FAO (Organización de Naciones Unidas). 2015. Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. (en línea). Consultado 20 nov 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i2800s.pdf>
2. INIA (Instituto de investigaciones agropecuarias). 2016. Manejo y uso eficiente del agua de riego. (en línea). Colombia. Consultado 20 nov 2017. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40569.pdf>
3. Salvador, J. 2007 Principios de riego y drenaje. 4ta. Edición. Editorial Universitaria Guatemala. 356 p.

### 3.3.11 ANEXOS

Figura 35A. Monitoreo de temperatura en el interior de los umbráculos de Sarán, sección A1, finca Tropicultivos II.



Figura 36A. Medición de la profundidad radicular del cultivo de Leather leaf en las diferentes secciones de la finca Tropicultivos II.



Figura 37A. Prueba de infiltración por el método de doble cilindro, lado de los 27 acres y lado de los 23 acres, en finca Tropicultivos II.





Figura 38A. Análisis de suelo en parcelas de investigación.

INFORME: DE RESULTADOS

Nº 0046-0017

Guatemala 11 de mayo del 2017

Empresa: Tropicultivos S.A

Finca:


Localización: Km. 8.6 Antigua Carretera al Salvador centro corp. Muxbal

Estimado Sr.:

El motivo de la presente es para informarle los resultados obtenidos del análisis realizado a dos (2) muestras de suelo proveniente de Tropicultivos obteniendo los siguientes resultados:

# Laboratorio	Identificación	Horizontes	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clase Textural	1/3 de Alm.	15 Alm	% de Humedad Aprovechable	Densidad Aparente g/cc
0056-0217	Suelo	***	9.75	23.65	66.60	Franco Arenoso	19.31	11.08	3.23	1.13
0057-0217	Suelo	***	3.63	17.44	78.93	Arena Franca	12.26	8.35	3.91	1.08

Atentamente,

  
Ingeniero José Jesús Chonay  
Jefe de laboratorio

Cuadro 51A. Datos generados de las pruebas de infiltración del Sector 1

Tiempo Acumulado (minutos)	Infiltración en campo (x)	Infiltración calculada (y)
1	40.2	48.50
2	36	37.19
3	31.8	31.84
4	28.2	28.52
5	27.6	26.18
6	27	24.42
8	24.6	21.87
9	22.2	20.90
10	20.4	20.08
11	20.4	19.36
12	20.4	18.72
13	20.4	18.16
15	17.4	17.19
16	17.4	16.77
17	15.6	16.39
18	15.6	16.03
19	15	15.70
20	14.4	15.40

INFILTRACIÓN BÁSICA

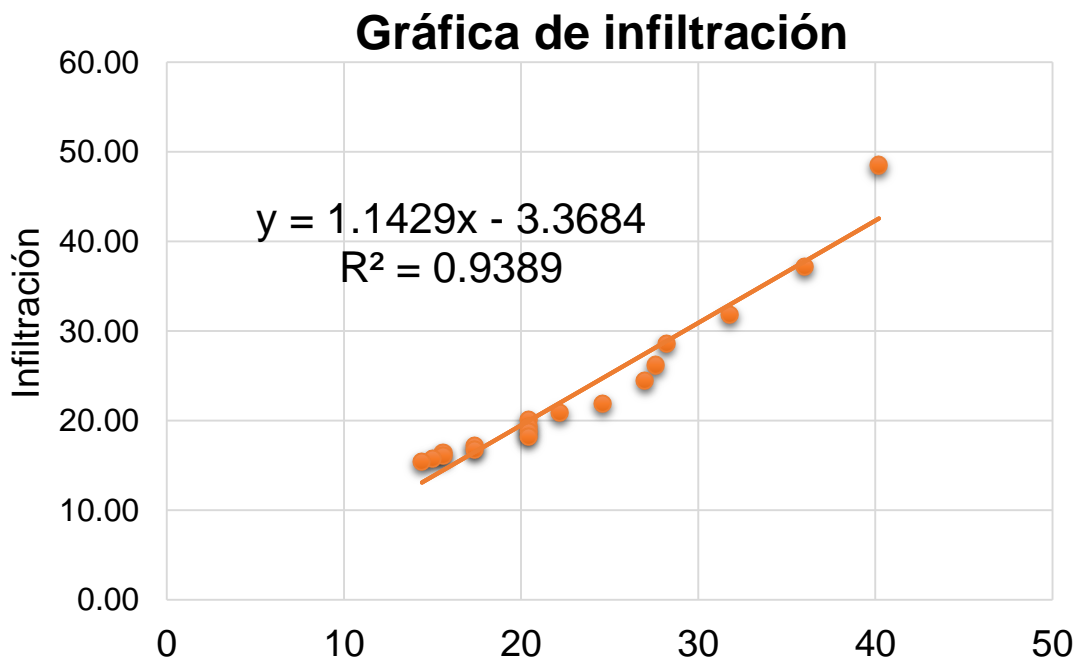
$$I_b = K \times (-600n) \times n$$

$$I_b = K (-600 \times n)$$

$$I_b = 48.978 (-600 \times -0.383) - 0.383$$

$$I_b = 6.104 \text{ cm/hora}$$

Figura 39A. gráfica de infiltración del sector 1.



Cuadro 52A. Datos generados de la prueba de infiltración del sector 2

Tiempo Acumulado (minutos)	Infiltración en campo (x)	Infiltración calculada (y)
1	20.4	20.2
2	19.2	18.7
3	18	17.9
4	16.8	17.3
5	16.8	16.9
6	16.2	16.6
9	16.2	15.9
10	16.2	15.7
11	15	15.5
12	15	15.4
15	15	15.0
17	15	14.8
18	15	14.7
19	14.4	14.6

INFILTRACIÓN BÁSICA

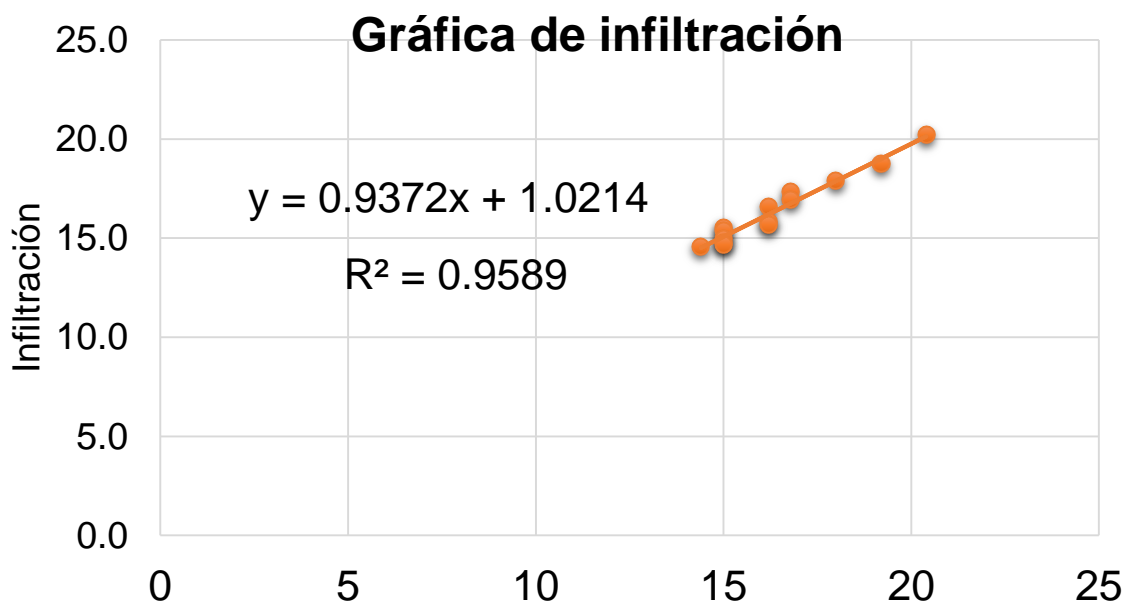
$$I_b = K \times (-600n) \times n$$

$$I_b = K (-600 \times n)$$

$$I_b = 20.23 (-600 \times -0.111) - 0.111$$

$$I_b = 12.694 \text{ cm/hora}$$

Figura 40A. Gráfica de infiltración del sector 2.



### Correlación de datos

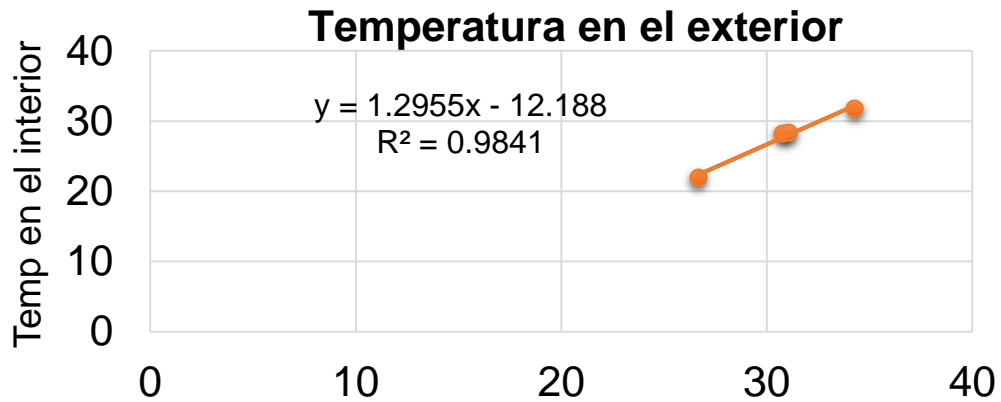
Cuadro 53A. Promedio obtenido de la división de 30 lecturas dividido 3.

	Hora	T °C exterior	T °C Interior
# 1	7:00 a. m.	29.3	21.6
	10:00 a. m.	30.6	28
	12:00 p. m.	34.8	33
	3:00 p. m.	37.6	32.1
		33	29
# 2	7:00 a. m.	25.6	20.3
	10:00 a. m.	31.7	28.2
	12:00 p. m.	34.3	32
	3:00 p. m.	26.2	25
		29	26
# 3	7:00 a. m.	25.1	24
	10:00 a. m.	30	28.5
	12:00 p. m.	33.8	30.3
	3:00 p. m.	29.4	28

Cuadro 54A. Promedio para obtener las 4 lecturas.

Hora	T °C exterior	T °C interior
7:00 a. m.	27	22
10:00 p. m.	31	28
12:00 p. m.	34	32
3:00 p. m.	31	28

Figura 41A. Análisis de correlación de Temperatura.

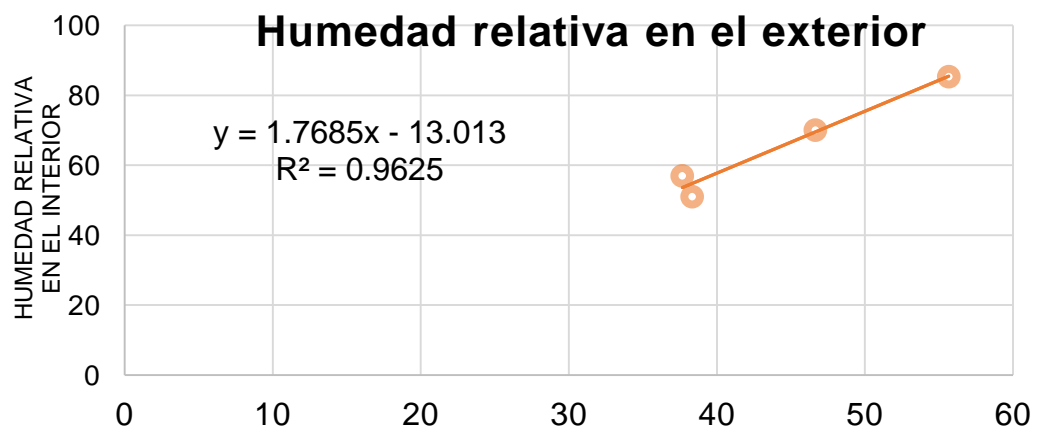


El coeficiente de correlación indica que hay una fuerte relación entre las variables analizadas de temperatura.

Cuadro 55A. Promedio de Humedad Relativa.

Hora	UR % Exterior	UR % Interior
7:00 a. m.	56	85
10:00 p. m.	38	57
12:00 p. m.	38	51
3:00 p. m.	47	70

Figura 42A. Análisis de correlación de Humedad Relativa.



El coeficiente de correlación indica que hay una fuerte relación entre las variables analizadas de humedad relativa.