

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a saint on a white horse, holding a staff. Above the figure is a golden crown with a cross on top. To the left is a golden castle tower, and to the right is a golden lion rampant. Below the figure are two green mountains. The entire scene is set against a light blue background. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "UNIVERSITAS CAROLINA ACACIEMA COACTEMALENSIS INTER CETERA CONSPICUA".

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICAS AL SUELO PARA INCREMENTAR LA BROTAÇÃO DEL RIZOMA DE LEATHER LEAF (*Rumohra adiantiformis*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA TROPICULTIVOS III, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

FÉLIX ANDRÉS CASTRO IXPATÁ

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICAS AL SUELO PARA INCREMENTAR LA BROTAÇÃO DEL RIZOMA DE LEATHER LEAF (*Rumohra adiantiformis*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA TROPICULTIVOS III, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

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

POR

FÉLIX ANDRÉS CASTRO IXPATÁ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO EN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO  
DE LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

ING. M.Sc. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M. A. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	P. Electrónica. Carlos Waldemar De León Samayoa
VOCAL QUINTO	P. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrero Ardón

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018



Guatemala, Noviembre de 2018

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: **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICAS AL SUELO PARA INCREMENTAR LA BROTAÇÃO DEL RIZOMA DE LEATHER LEAF (*Rumohra adiantiformis*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA TROPICULTIVOS III, SAN JERÓNIMO, 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”

Félix Andrés Castro Ixpatá.



## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**Dios:**

Por darme la oportunidad e inteligencia para alcanzar esta meta en mi vida, por mostrarme día con día tu incondicional amor, por tus bendiciones hacia mi persona y mi familia.

**Mis Padres:**

Félix Eduardo Castro Osorio y Arabela Consuelo Ixpatá Aj por apoyarme incondicionalmente, amarme con el alma, por sus enseñanzas, comprensión, guiarme por el buen camino para alcanzar mis sueños y demostrarme que todo sacrificio vale la pena. Este logro es el resultado de lo que me han enseñado en la vida, siendo personas honestas, cariñosas y entregadas a su trabajo. Los amo y estoy seguro que los hago sentirse orgullosos.

**Mis hermanos:**

Melvin Eduardo Castro Ixpatá, Ana Karen Castro Ixpatá y Manuel Eduardo Castro Ixpatá por estar presentes siempre, por su amor y comprensión conmigo. A pesar de todos los obstáculos que pueda tener la vida, si lo desean de corazón, con esmero, perseverancia y una actitud positiva todo se logra. Que esto les sirva de ejemplo y los motive para cumplir sus sueños.

**Mis tías:**

Lourdes Ixpatá y Marisol Ixpatá, por estar siempre y en cada momento de mi vida, por ser ejemplo e inspiración para salir adelante y por los consejos que han sido de gran ayuda para mi vida y crecimiento.

**Mis abuelos:**

Feliciano Castro, Zoyla Osorio, Manuel Ixpatá y María Albertina Aj que con la sabiduría que Dios les ha dado me han guiado por el buen camino. Gracias por estar siempre conmigo, por el cariño, por los consejos y por el amor que me han dado. Gracias por llevarme en sus oraciones y estoy seguro de que se enorgullecen por el logro alcanzado.

**Mis amigos:**

A mis amigos Jaime Jordán, Kevin Loarca, Fabiola Fuentes, Pamela Mérida, Lili Barrios, Jackeline Montes y Sherlyn De León por darme la mano en todo momento, ser ese respaldo siempre que los necesito y por alentarme a seguir adelante, espero contar con su amistad para toda la vida.



## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

**A:**

- Dios:** Por permitirme alcanzar esta meta en mi vida, por todas tus bendiciones y el poder compartir esta alegría con mi familia y amigos.
- Mi patria:** Guatemala, por ser el país en donde tuve la dicha de nacer y al cual le debo tanto por las oportunidades hacia mi persona.
- Mi escuela:** Escuela de Agricultura de Nor-oriente “EANOR” por brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para alcanzar esta meta.
- Mi alma mater:** Universidad de San Carlos de Guatemala, por darme la oportunidad de ser parte de tan distinguida Universidad.
- Facultad de Agronomía:** Por ser el lugar donde me desarrollé profesionalmente y enriquecí mis conocimientos en el área agrícola.
- Asesor y Supervisor:** Ing. Agr. Eduardo Pretzanzin e Ing. Agr. Fredy Hernández, quienes con su apoyo y asesoría profesional contribuyeron en mi formación académica.



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A:**

- Dios:** Por la vida y la oportunidad de culminar esta fase.
- Mi familia:** Por su amor y apoyo incondicional a lo largo del camino de este sueño. Los amo eternamente.
- Ing. Agr. Eduardo Pretzanzin:** Por su dedicación, tiempo, ayuda en el desarrollo de esta investigación y formación profesional con mi persona.
- Ing. Agr. Fredy Hernández:** Por su asesoría y apoyo brindado en este documento.
- Corporación TAK:** Por darme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado (EPS) y el apoyo para poder realizar mi investigación. Gracias por contribuir a mi formación personal y profesional.
- Compañeros de la facultad:** Por los momentos alegres y difíciles que vivimos a lo largo de esta carrera, gracias por hacer de mi estadía en la facultad más amena y alegre.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
<b>CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y MANEJO DEL CULTIVO DE LEATHER LEAF (<i>Rumohra adiantiformis</i>) EN LA FINCA TROPICULTIVOS III S.A., CORPORACIÓN TAK, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 PRESENTACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>4</b>
1.2.1 Ubicación geográfica .....	4
1.2.2 Vías de acceso .....	5
1.2.3 Extensión territorial .....	5
1.2.4 Zona de vida .....	5
1.2.5 Condiciones climáticas .....	6
1.2.6 Suelo.....	7
1.2.7 Temperatura .....	7
1.2.8 Precipitación pluvial .....	7
1.2.9 Viento.....	7
1.2.10 Humedad relativa .....	8
1.2.11 Flora.....	8
1.2.12 Fauna.....	8
1.2.13 Maquinaria y equipo.....	9
1.2.14 Fuente de energía.....	9
1.2.15 Estación meteorológica.....	10
1.2.16 Manejo agronómico del cultivo en la región .....	10
<b>1.3 OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
1.3.1 General: .....	13
1.3.2 Específicos: .....	13
<b>1.4 METODOLOGÍA .....</b>	<b>14</b>
1.4.1 Fase de gabinete inicial .....	14
1.4.2 Fase de Campo .....	14
1.4.3 Fase de Observación.....	15
1.4.4 Materiales y equipo para la sistematización de la información .....	15
<b>1.5 RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
1.5.1 Generalidades de la finca .....	16
1.5.2 Antecedentes históricos.....	16
1.5.3 Atribuciones de los trabajadores.....	17
1.5.4 Problemas identificados.....	20
1.5.5 Análisis FODA.....	22
<b>1.6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>24</b>

	<b>PÁGINA</b>
<b>1.7 RECOMENDACIONES</b> .....	25
<b>1.8 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	26
<b>CAPÍTULO II. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICAS AL SUELO PARA INCREMENTAR LA BROTAÇÃO DEL RIZOMA DE LEATHER LEAF (<i>Rumohra adiantiformis</i>), EN LA FINCA TROPICULTIVOS III, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.</b> .....	27
<b>2.1 PRESENTACIÓN</b> .....	28
<b>2.2 MARCO CONCEPTUAL</b> .....	30
2.2.1 Morfología .....	30
2.2.2 Importancia económica en Guatemala.....	31
2.2.3 Principales países abastecedores de Europa .....	31
2.2.4 Exportadores de follajes para ramos.....	32
2.2.5 Requerimientos del cultivo .....	32
2.2.6 Manejo agronómico.....	34
2.2.7 Efecto de la incorporación de abonos orgánicos.....	41
2.2.8 Efecto de la incorporación de fuentes inorgánicas .....	42
2.2.9 Materiales evaluados.....	43
2.2.10 Características de los materiales evaluados según análisis de laboratorio.....	47
2.2.11 Antecedentes de investigaciones realizadas.....	49
<b>2.3 OBJETIVOS</b> .....	52
<b>2.3.1 Objetivo General</b> .....	52
<b>2.3.2 Objetivos Específicos</b> .....	52
<b>2.4. HIPÓTESIS</b> .....	52
<b>2.5 METODOLOGÍA</b> .....	53
<b>2.5.1 Factor de estudio</b> .....	53
<b>2.5.2 Tratamientos y repeticiones</b> .....	55
<b>2.5.3 Descripción de las variables</b> .....	56
<b>2.5.4 Unidad experimental</b> .....	59
<b>2.5.5 Unidad de muestreo</b> .....	59
<b>2.5.6 Croquis de campo</b> .....	61
<b>2.5.7 Manejo del experimento</b> .....	62
<b>2.5.8 Diseño experimental</b> .....	68
<b>2.5.9 Análisis de la información</b> .....	68
<b>2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	69
<b>2.6.1 Incidencia de brotación (brotes/tramo cuadrado/semana)</b> .....	69
<b>2.6.2 Calidad de la fronda (ramos por calidad/tramo cuadrado)</b> .....	77
<b>2.7 CONCLUSIONES</b> .....	83

	<b>PÁGINA</b>
<b>2.8 RECOMENDACIONES</b> .....	84
<b>2.9 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	85
<b>2.10 ANEXOS</b> .....	88
<b>CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA TROPICULTIVOS III, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.</b> .....	<b>93</b>
<b>3.1 PRESENTACIÓN</b> .....	94
<b>3.2 SERVICIO 1. MEDICIÓN DE AFORO Y PRESIONES DEL SISTEMA DE RIEGO</b> .....	95
3.2.1 Objetivos.....	95
3.2.2 Metodología .....	95
3.2.3 Resultados obtenidos .....	97
3.2.4 Conclusiones .....	99
3.2.5 Recomendaciones .....	100
<b>3.3 SERVICIO 2. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE HOJAS JUMBO EXPUESTAS EN FLOREROS Y CONSUMO DE AGUA.</b> .....	100
3.3.1 Objetivos.....	100
3.3.2 Metodología .....	100
3.3.3 Resultados obtenidos .....	102
3.3.4 Conclusiones .....	104
3.3.5 Recomendaciones .....	105
<b>3.4 SERVICIO 3. MONITOREO DE INCIDENCIA DE ANTRACNOSIS (COLLETOTRICHUM ACUTATUM)</b> .....	105
3.4.1 Objetivos.....	105
3.4.2 Metodología .....	105
3.4.3 Resultados obtenidos .....	107
3.4.4 Conclusiones .....	108
3.4.5 Recomendaciones .....	109
<b>3.5 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
Figura 1. Mapa de la ubicación geográfica de la finca .....	4
Figura 2. Fotografía del reservorio de agua de la finca Tropicultivos III.....	6
Figura 3. Esquema del material vegetal extraído por saneo. ....	12
Figura 4. Organigrama de la empresa Tropicultivos III. S.A.....	19
Figura 5. Esquema de las partes de un helecho. ....	30
Figura 6. Esquema del ciclo reproductor de los helechos. ....	36
Figura 7. Esquema de las partes del rizoma .....	37
Figura 8. Gráfica del comportamiento de la brotación del rizoma de hoja de cuero, después de las aplicaciones de abonos orgánicos, lixiviado de humus y humus sólido o lombricompost.....	50
Figura 9. Fotografía de la escala para determinar el tamaño de los brotes. ....	56
Figura 10. Fotografía de la identificación de brotes de acuerdo a la semana de emergencia. ....	57
Figura 11. Fotografía de la clasificación de los ramos en base a tamaño de las frondas. .	58
Figura 12. Fotografía de las unidades de muestreo. ....	60
Figura 13. Fotografía de la contabilización de muestras. ....	60
Figura 14. Gráfica del comportamiento de la incidencia de brotación, en Leather leaf ( <i>Rumohra adiantiformis</i> ).....	69
Figura 15. Gráfico del número de brotes promedio obtenidos por tratamiento.....	71
Figura 16. Gráfico de la cantidad de ramos obtenidos por tramo cuadrado, en Leather leaf ( <i>Rumohra adiantiformis</i> ).....	77
Figura 17. Gráfico del comportamiento de la cantidad de frondas de Leather leaf ( <i>Rumohra adiantiformis</i> ).....	78
Figura 18. Fotografía de la actividad de aforo del sistema de riego. ....	95
Figura 19. Fotografía de la actividad de medición de presión a través de manómetro .....	96
Figura 20. Fotografía de la prueba de floreros. ....	101
Figura 21. Fotografía de la determinación de presencia de hojas deshidratadas, amarillas o con manchas. ....	101
Figura 22. Gráfico del comportamiento de hojas en florero.....	103
Figura 23. Gráfico del consumo de agua total (ml).....	104
Figura 24. Fotografía de las banderas utilizadas para el monitoreo de Antracnosis. ....	106
Figura 25. Fotografía de foco detectado de Antracnosis.....	107
Figura 26. Gráfico del comportamiento de la incidencia de Antracnosis. ....	108

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1. Especies vegetales encontradas en la finca.....	8
Cuadro 2. Especies de mamíferos, reptiles y aves que se encuentran en la finca.....	8
Cuadro 3. Descripción de maquinaria, equipo y estado actual.....	9
Cuadro 4. Análisis FODA de la finca Tropicultivos III.....	22
Cuadro 5. Niveles críticos foliares para el Leather leaf (Rumohra adiantiformis) .....	39
Cuadro 6. Características de los materiales evaluados comparadas con el requerimiento del cultivo de Leather leaf .....	48
Cuadro 7. Cantidad de materiales evaluados.....	53
Cuadro 8. Factor A (material evaluado) .....	54
Cuadro 9. Factor B (peso en kg/m <sup>2</sup> ) .....	54
Cuadro 10. Combinaciones de los tratamientos.....	55
Cuadro 11. Descripción de los tratamientos.....	55
Cuadro 12. Parámetros establecidos para calidad de ramo.....	58
Cuadro 13. Distribución de las unidades experimentales en campo .....	61
Cuadro 14. Aplicación de arena blanca.....	62
Cuadro 15. Aplicación de lombricompost con lixiviado de humus .....	65
Cuadro 16. Aplicación de compost con lixiviado de humus.....	66
Cuadro 17. Análisis de la varianza de incidencia de brotación entre los tratamientos .....	71
Cuadro 18. Resumen de la varianza de incidencia de brotación entre tratamientos .....	72
Cuadro 19. Prueba de Tukey para el factor peso entre tratamientos .....	74
Cuadro 20. Análisis de varianza, incidencia de brotación entre tratamientos y testigo .....	74
Cuadro 21. Resumen de varianza, incidencia de brotación entre tratamientos y testigo ...	75
Cuadro 22. Prueba de Tukey para tratamientos y testigo .....	75
Cuadro 23. Análisis de la varianza de calidad de fronda.....	79
Cuadro 24. Resumen de la varianza de calidad de fronda.....	80
Cuadro 25. Análisis de varianza de calidad de fronda entre tratamientos y testigo .....	81
Cuadro 26. Resumen de la varianza de calidad de fronda entre tratamientos y testigo.....	81
Cuadro 27A. Análisis químico del suelo .....	88
Cuadro 28A. Análisis químico de material orgánico sólido.....	89
Cuadro 29A. Análisis físico de suelos .....	89
Cuadro 30A. Análisis químico de lixiviado de humus .....	89
Cuadro 31A. Resultados de incidencia de brotación (brotes/tramo cuadrado/semana).....	90
Cuadro 32. Datos de medición de aforo y presiones del sistema de riego de la sección A. ....	97
Cuadro 33. Datos de medición de aforo y presiones del sistema de riego de la sección B. ....	98
Cuadro 34. Datos de medición de aforo y presiones del sistema de riego de la sección C.....	99

**PÁGINA**

Cuadro 35. Datos semanales del comportamiento de hojas en flores .....	102
Cuadro 36. Datos semanales del consumo de agua total (ml) .....	103
Cuadro 37. Datos semanales de puntos de antracnosis detectados.....	107



## RESUMEN

El presente documento está dividido en tres capítulos, los cuales son el diagnóstico, la investigación y los servicios realizados en la empresa Tropicultivos III, S.A. y este forma parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en el año 2017. En el Capítulo I se describe el diagnóstico realizado sobre la finca Tropicultivos III, ubicada en San Jerónimo, Baja Verapaz la cual pertenece a la empresa Corporación TAK en el cual se logró describir las actividades realizadas por la finca para la producción de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*), así mismo se detectó una serie de problemas presentes en la finca con respecto a las actividades que se realizan, a los cuales se les plantea una posible solución.

La investigación realizada en la finca Tropicultivos III, es presentada en el Capítulo II: se evaluó el efecto de la aplicación de fuentes orgánicas e inorgánicas al suelo para incrementar la brotación del rizoma de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*), utilizando nueve tratamientos conformados por los siguientes pesos y materiales: 14 kg/m<sup>2</sup> de mezcla de arena blanca, 14 kg/m<sup>2</sup> de lombricompost con lixiviado de humus, 7 kg/m<sup>2</sup> de compost con lixiviado de humus, 28 kg/m<sup>2</sup> de mezcla de arena blanca, 28 kg/m<sup>2</sup> de lombricompost con lixiviado de humus, 14 kg/m<sup>2</sup> de compost con lixiviado de humus, 42 kg/m<sup>2</sup> de mezcla de arena blanca, 42 kg/m<sup>2</sup> de lombricompost con lixiviado de humus y 24 kg/m<sup>2</sup> de compost con lixiviado de humus. Se determinó que existió diferencia entre los tratamientos para incrementar el número de brotes vegetativos más no en mejorar la calidad de fronda. El tratamiento incorporado que obtuvo mejores resultados en la incidencia de brotación fue el tratamiento uno (14 kg de arena blanca) con una media de 75 brotes a las 20 semanas de haber iniciado la evaluación, en comparación al testigo que obtuvo una media de 42 brotes.

Los servicios realizados son presentados en el Capítulo III, se llevaron a cabo: la medición de aforo y presiones del sistema de riego, la determinación de vida de anaquel de frondas de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*) y el monitoreo de incidencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*).





**CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y MANEJO DEL CULTIVO DE LEATHER LEAF (*Rumohra adiantiformis*) EN LA FINCA TROPICULTIVOS III S.A., CORPORACIÓN TAK, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ.**

## 1.1 PRESENTACIÓN

Guatemala es un país con un potencial agrícola, debido a su expansión territorial y diversidad de ecosistemas. En el ramo de la agricultura, la producción para la exportación de plantas ornamentales ha crecido fuertemente, de manera que muchas especies de follajes conocidos como verdes, se han expandido tanto en áreas de siembra como en los mercados de Europa, Estados Unidos y Japón.

Los principales exportadores de follajes hacia Holanda son los Estados Unidos y América Central. El follaje tropical más importado en Europa es el helecho hoja de cuero o Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*) y que representa un 60 % de las importaciones de dicho tipo de follajes. Guatemala ocupa el tercer lugar de importación de este tipo de follaje siendo superado por Costa Rica y la República de Sudáfrica según estudio de factibilidad sobre producción y exportación de plantas ornamentales de follaje en Guatemala.

Las condiciones de luminosidad que requiere el cultivo no deben ser mayores al 73 % de luz, y sus necesidades de agua son altas, para un buen desarrollo del cultivo. (Stamps, 1994). En los últimos años derivado de la sobreexplotación del cultivo se han propagado enfermedades (fungosas como Antracnosis del género *Colletotrichum*, bacterias, virus y fitoplasmas), así como plagas (gusanos masticadores y barrenadores del tallo, de las especies; *Spodoptera frugiperda* y *Spodoptera exigua*), lo cual exige un control constante de las plantaciones, manejo agrícola eficiente para lograr la productividad, rentabilidad y un buen proceso de poscosecha para cumplir la demanda del mercado. (MAGA, 2001)

La empresa Tropicultivos III. S.A., se ubica en la finca "Santo Domingo", kilómetro 144.5 ruta principal que de la ciudad capital conduce al municipio de San Jerónimo del departamento de Baja Verapaz. Se encuentra a una distancia de 2 km de la cabecera municipal, es una empresa de producción y exportación de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*) principalmente, además de cultivar *Aspidistra* (*Aspidistra elatior*) y *Aralia* (*Fatsia japónica*). Cuenta con un área de producción de 41 ha.

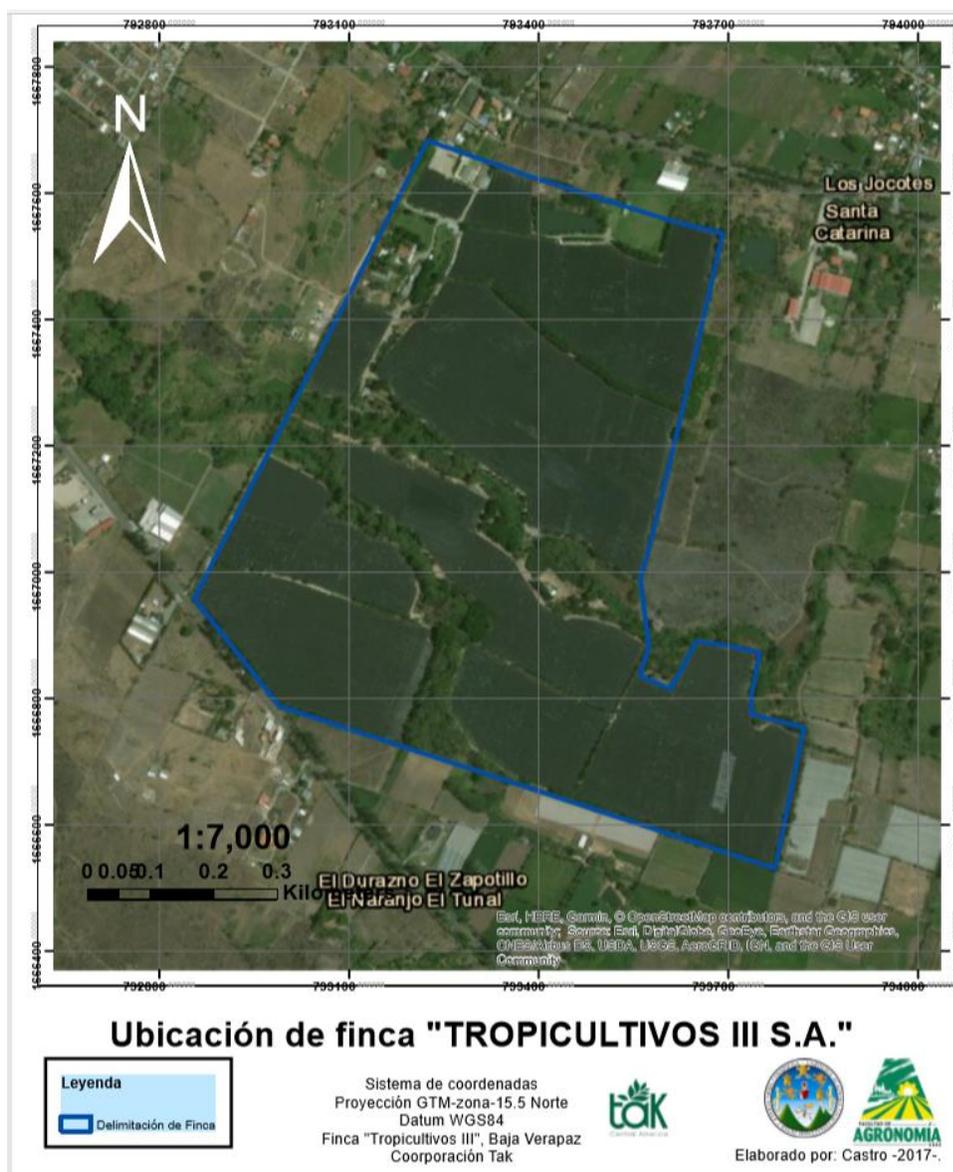
Para la realización del diagnóstico se hizo reconocimiento del área de trabajo, entrevistas a los encargados de los distintos departamentos de la empresa y la elaboración de un análisis FODA, identificando las principales fortalezas (experiencia en el manejo de los recursos humanos y características de los ramos de Leather leaf que se ofertan), oportunidades (mercado insatisfecho, necesidad del producto y fuerte poder adquisitivo), debilidades (falta de coordinación en los departamentos de producción, cosecha y poscosecha) y amenazas (competencia que ofrece los mismos productos a menor precio y cambios en la legislación para exportación del producto).

El objetivo principal del diagnóstico estuvo enfocado en una evaluación integral del cultivo de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*) ubicado en la finca Tropicultivos III. S.A. Los principales problemas identificados que afectan a la productividad de la empresa radican en: sistema de riego mal diseñado lo cual repercute en la cantidad de agua que se le provee al cultivo, áreas en producción con niveles bajos de brotación del rizoma y alta incidencia de la enfermedad Antracnosis (*Colletotrichum sp.*).

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

### 1.2.1 Ubicación geográfica

La empresa se encuentra ubicada en el km. 144.5 ruta principal que de la ciudad capital conduce al municipio de San Jerónimo del departamento de Baja Verapaz (figura 1), se encuentra a una distancia de 2 km de la cabecera municipal. Su altitud es de 1,000 m s.n.m. (Oficina Municipal de Planificación, 2017)



Fuente: google earth, 2017.

Figura 1. Mapa de la ubicación geográfica de la finca

### 1.2.2 Vías de acceso

Cuenta con vías de acceso en excelentes condiciones (ruta asfaltada) y por su ubicación justamente a la orilla de la misma. Además, existen caminos que conectan las secciones de cultivo, estos son de terracería los cuales se encuentran en buen estado.

### 1.2.3 Extensión territorial

La empresa Tropicultivos III S.A, cuenta con un área total de 67.68 ha la cual no toda se utiliza directamente para producción, teniendo desde áreas recreativas, área de crianza, producción de aves exóticas y locales.

Posee un área efectiva de producción de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*) de 404,700 m<sup>2</sup> (bajo sarán), el cual se exporta hacia Holanda, EE.UU. y Japón.

### 1.2.4 Zona de vida

El área se encuentra dentro de la zona de vida bosque seco subtropical (De la Cruz, 1969). Con un clima templado durante casi todo el año. La vegetación natural en sitios aledaños al cultivo está constituida mayormente por arbustos y plantas frutales como ornamentales y especies leñosas.

Los terrenos de la empresa como todo el valle de San Jerónimo, se abastecen del vital líquido a través del sistema de riego, administrado por la Asociación de Usuarios de Riego de San Jerónimo (AURSA). También pasa dentro de la finca el Rio la Estancia, el cual en todo el año posee caudal que beneficia a los agricultores del área.

El agua utilizada para el riego se obtiene del sistema de riego del valle, captándose en un reservorio muy amplio que tiene capacidad de almacenar aproximadamente 45,000 m<sup>3</sup> (figura 2). De este recurso se hace uso eficiente en el cultivo por medio del empleo de

riego por aspersión, teniendo definido los turnos para cada sector en un tiempo considerado según requerimiento.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 2. Fotografía del reservorio de agua de la finca Tropicultivos III

### 1.2.5 Condiciones climáticas

En el municipio, el clima es templado de vocación forestal, la temperatura máxima se produjo en el mes de mayo del 2017 con 29.4 °C, la media más alta se dio en el mes de noviembre del 2017 con 21.8 °C y la mínima más baja ocurrió en enero del año 2017 con 15.4 °C.

En el año 2017 la precipitación pluvial anual fue de 720 mm, con humedad máxima de 97 %, media 80 % y mínima de 55 %. La velocidad máxima del viento ocurrió en febrero del 2017 con 3.5 km/h y la mínima se produjo en junio del 2017 con 3.3 km/h. (Oficina Municipal de Planificación, 2017)

### 1.2.6 Suelo

Los suelos, edafológicamente son suelos jóvenes y que las diferencias principales se basan en el material original y drenaje, predominando los suelos francos arenosos con un pH de 4.6 (muy fuertemente ácido). Poseen una densidad aparente de 0.8333 gr/cm<sup>3</sup>. El porcentaje de materia orgánica es de 1.58 %, capacidad de intercambio catiónico de 17.43 meq/100 g y una conductividad eléctrica de 1.2 dS/m. El relieve del terreno en su mayoría es plano, en algunos campos se encuentran pendientes que van desde 3 % al 5 %. Una composición granulométrica de: 16.97 % arcilla, 31.12 % limo y 51.91 % arena. (Laboratorio de suelo-planta-agua Salvador Castillo Orellana, 2017)

### 1.2.7 Temperatura

La temperatura máxima se produjo en el mes de mayo del 2017 con 29.4°C, la media más alta se dio en el mes de noviembre del 2017 con 21.8 °C y la mínima más baja ocurrió en enero del año 2017 con 15.4 °C. (Oficina Municipal de Planificación, 2017).

### 1.2.8 Precipitación pluvial

Según registro del año 2017 la precipitación pluvial anual fue de 1605.1 mm.

### 1.2.9 Viento

La velocidad media del viento ocurrió en febrero del 2017 con 3.5 km/h y la mínima se produjo en junio del 2017 con 3.3 km/h. En el mes de octubre del 2017 la velocidad máxima alcanzó los 4.6 km/h. (Oficina Municipal de Planificación, 2017)

### 1.2.10 Humedad relativa

La humedad relativa registrada en el 2017 alcanzó una máxima de 97 %, media 70 % y mínima de 55 %.

### 1.2.11 Flora

Las especies que se encuentran dentro del área, son las que se mencionan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Especies vegetales encontradas en la finca.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre técnico</b>
Ficus	<i>(Ficus benjamina L.)</i>
Casuarina	<i>(Casuarina equisetifolia.)</i>
Madre cacao	<i>(Gliricidia sepium.)</i>
Grevillea	<i>(Grevillea robusta)</i>

Fuente: elaboración propia, 2017.

### 1.2.12 Fauna

Entre las especies que se pueden encontrar se mencionan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Especies de mamíferos, reptiles y aves que se encuentran en la finca.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre técnico</b>
Codorniz	<i>(Coturnix coturnix)</i>
Pavo real	<i>(Pavo cristatus)</i>
Venado	<i>(Cervidae)</i>
Rata	<i>(Heperomisteguma)</i>
Conejo	<i>(Oryctolagus cuniculus)</i>
Ardilla	<i>(Sciurillus pusillus)</i>
Faisán	<i>(Phasianus torquatus)</i>
Iguana	<i>(Conolophus subcristatus)</i>

Fuente: elaboración propia, 2017.

### 1.2.13 Maquinaria y equipo

Tropicultivos III. S.A. cuenta con diferente clase de maquinaria entre la cual se puede mencionar: tractores, carretones, etc. Además, cuenta con diferentes equipos para la aplicación de agroquímicos como: bombas Hypro, bombas de riego estacionarias, aguilones, etc. (cuadro 3)

Cuadro 3. Descripción de maquinaria, equipo y estado actual.

<b>Maquinaria y equipo</b>	<b>Estado actual</b>	<b>Observaciones</b>
1 tractor Daedong L201	No.1=buen estado	
3 Bombas Hypro D-904	No.1=buen estado No. 2 = buen estado No.3=mezcla de aceite con la mezcla.	Necesita cambio de Kit de Oring
2 Carretones	No.1=buen estado No.2=buen estado	
2 carros	No.1 = buen estado No.2 = buen estado	
2 Aguilones para aspersión 1 Aguilón para aplicaciones en Drench 1 Aguilón para aplicaciones en Aralia	Todos los aguilones se encuentran en buen estado.	

Fuente: administración Tropicultivos III, 2017.

### 1.2.14 Fuente de energía.

La fuente de energía eléctrica es proporcionada por la empresa DEORSA, ubicada en el municipio de Salamá, departamento de Baja Verapaz, ésta además abastece de energía a otras empresas en el área.

### 1.2.15 Estación meteorológica.

La empresa cuenta con estación meteorológica, los datos obtenidos son tomados por una persona encargada, tomando datos 1 vez al día; los cuales son tabulados en un banco de datos en la planta. Los instrumentos que se encuentran en la estación son:

- Aspiropsicrometro.
- Termohidrografo.
- Heliógrafo.
- Geotermómetro.
- Veleta simple.
- Fluviógrafo.

### 1.2.16 Manejo agronómico del cultivo en la región

#### 1.2.16.1 Preparación del terreno

El terreno posteriormente a establecerse la estructura o umbráculo se mecaniza, utilizando arado de disco, para mejorar las condiciones estructurales del suelo. El proceso de desinfección del suelo se realiza por la metodología de solarización o aplicaciones de productos como cianamida cálcica CN<sub>2</sub> y miragefe 75WP.

Seguido se levantan camas a 0.30 m de alto por 1.2 m de ancho por la longitud deseada, frecuentemente es de 68.67 m a 91.56 m, (las dimensiones varían en base a los requerimientos de las secciones en cuanto a distribución). El distanciamiento entre bancas está comprendido por 0.32 m. (Gordillo, 2013)

#### 1.2.16.2 Condiciones donde se cultiva

Es por naturaleza una planta de ambientes sombreados. Por lo tanto, aunque requiere cierta intensidad lumínica, no debe ser expuesta directamente al sol. La luz

demasiado fuerte induce una coloración verde clara y una consistencia frágil en las hojas, ambas, características indeseables desde el punto de vista comercial.

Para producciones intensivas con fines comerciales el umbráculo proporciona mejor calidad y aumenta la productividad. (Atehortúa, 1999)

#### 1.2.16.3 Selección del rizoma

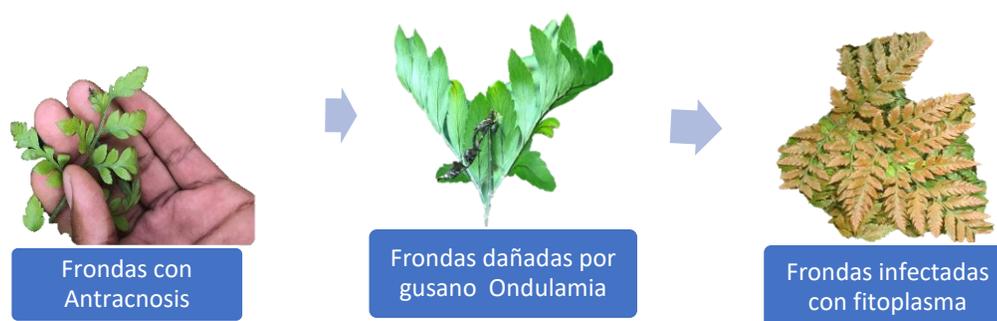
Al momento de hacer una propagación de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis*) por medio de rizomas, se toma la porción del mismo y se selecciona de ellos los que tengan yemas vegetativas o meristemos apicales activos para garantizar la propagación, se toma la porción que se considere funcional del rizoma y se hará una selección posterior por tamaños, para hacer una distribución según la misma en el área a sembrar. (Gordillo, 2013)

#### 1.2.16.4 Cobertura de broza o aserrín de rizoma en la siembra

La cobertura tiene la función primordial y específica de cubrir el rizoma de manera superficial, para evitar el ataque de elementos externos, como lo son roedores, insectos y daño por el clima. La capa generalizada aplicada sobre los rizomas consta de un centímetro de espesor, ya sea de broza o aserrín dependiendo de la época del año cuando se realice la siembra, posterior a la misma se aplican turnos de riego diarios. (Gordillo, 2013)

#### 1.2.16.5 Saneos

Al implementar un saneo de acuerdo a la prioridad se retiran frondas torcidas o aquellas que no presentan sus características para comercializarse, o se retira material enfermo tomado en cuenta las condiciones climáticas y de mercado con las que se cuenten. (figura 3) El material vegetal se retira con la ayuda de una tijera podadora, la cual se mantiene en constante desinfección con virkon´S y los desechos se van retirando con ayuda de bolsas o sacos plásticos. (Gordillo, 2013)



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 3. Esquema del material vegetal extraído por saneo.

#### 1.2.16.6 Fertilización

El proceso de fertilización se hace en base a un programa de nutrición cimentado en análisis foliar de las frondas que se realiza con periodicidad, dejando aproximadamente un intervalo de seis meses entre análisis. La fertilización del cultivo se realiza con lapsos de treinta días. (Gordillo, 2013)

#### 1.2.16.7 Manejo de malezas

El control de las malezas se lleva a cabo como un programa integrado de control, el cual incluye la implementación de aplicaciones de productos químicos como Atrazina 40 WP a una dosis de 3 g/L, utilizado por ser un herbicida selectivo. De igual manera también se desarrolla el proceso de desmalezado, que se realiza dependiendo de la incidencia, al igual que las aplicaciones de herbicidas. (Gordillo, 2013)

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 General:

Analizar la situación actual de la finca Tropicultivos III. S.A. corporación TAK, en el municipio de San Jerónimo del departamento de Baja Verapaz, dedicada a la producción y exportación del cultivo de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*).

### 1.3 2 Específicos:

1. Identificar los principales problemas en la finca Tropicultivos III, S.A.
2. Identificar las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que posee la finca Tropicultivos III, S.A. a través de un análisis FODA.
3. Analizar la problemática actual de la finca para la elaboración de un proyecto de investigación y un plan de servicios.

## 1.4 METODOLOGÍA

Para la obtención de la información, se utilizó el método mixto, en donde se hizo una observación del entorno y el dialogo con los trabajadores de la finca, con el fin de determinar las posibles problemáticas existentes en el cultivo de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*) ubicado en la finca Tropicultivos III. S.A. Así mismo se realizó un análisis FODA, para identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas con las que cuenta la empresa.

### 1.4.1 Fase de gabinete inicial

En la fase inicial de gabinete se recopiló información de la producción y manejo del cultivo a través de consultas bibliográficas como: libros, manuales, documentos pdf, tesis relacionadas al cultivo e investigaciones realizadas en otros países. Así mismo se recabó información de la constitución de la empresa, el impacto que ha tenido en la región.

Se indagó información del lugar en donde esta implementado el cultivo como: ubicación geográfica, extensión territorial, vías de acceso, zona de vida, recursos hídricos, condiciones climáticas y recursos naturales (suelo, flora y fauna).

### 1.4.2 Fase de Campo

La fase de campo se realizó a través de recorridos por las áreas de plantación y conversaciones con los trabajadores de la finca, esto con la finalidad de recabar información sobre el estado actual de las plantaciones y sobre qué problemas están afectando al cultivo.

### 1.4.3 Fase de Observación

A través de la observación se pretendió conocer acerca de las actividades que realizan en la finca las áreas de producción, manejo, cosecha, poscosecha y almacenamiento.

### 1.4.4 Materiales y equipo para la sistematización de la información

- Libreta de campo
- Lapicero
- Computadora
- Teléfono celular
- Cámara fotográfica
- Material bibliográfico (documentos pdf, libros, manuales, etc)

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Generalidades de la finca

La empresa Tropicultivos III. S.A., es una empresa centroamericana de la corporación TAK, corporación a la cual pertenecen empresas reconocidas en Guatemala y El Salvador en el ámbito de producción y exportación de helechos, mencionando entre ellas: Agrosak, Holanda, Agroferns, San José, Costa Sol, Tropicultivos I, Tropicultivos II, Tropicultivos III, Helechos I, Helechos II, La labranza, Niño perdido, La zona, Arizona y Bélgica.

Actualmente la empresa Tropicultivos III S.A, posee un área total de 1.5 Caballerías la cual no toda se utiliza directamente para producción, cuenta con áreas recreativas, área de crianza, producción de aves exóticas y locales. Teniendo un área efectiva de producción de 404,700 m<sup>2</sup> (bajo sarán).

### 1.5.2 Antecedentes históricos

A mediados de la década de los 80's, justamente años después de la caída de los precios del cultivo de algodón, el licenciado Alfredo Mirón (empresario guatemalteco) decide iniciar la búsqueda de nuevas alternativas que generan utilidades y que a su vez marquen trascendencia para un futuro en el mercado de las exportaciones. Siendo este el punto de partida en el que visitando regiones de Europa se logra contactar con personas emprendedoras en el viejo continente quienes muestran su interés de trabajar en equipo mediante la producción, comercialización y exportación de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*), un helecho en su momento "desconocido" por la mayoría de productores de la región. Se hacen los contactos necesarios y por medio de una sociedad anónima se logra iniciar operaciones de expansión en puntos estratégicos del territorio nacional por encontrar en nuestro país las condiciones adecuadas para la producción del mismo.

Se contacta con personas de Costa Rica, Miami y EE.UU. (lugares donde se producía el mismo) teniendo como idea principal según el análisis de mercado realizado en su momento la exportación del mismo al mercado internacional.

Para consolidar ese negocio antes de proceder a la expansión se realizaron estudios como: estudio de mercado y estudio financiero. Siendo los resultados positivos y con grandes expectativas.

Un año después se inició el proceso de producción en fincas del departamento de Guatemala (Fraijanes y San José Pínula) luego la demanda fue creciendo al mercado europeo (Holanda para ser más específico) por lo que a través del ministerio de agricultura ganadería y alimentación (MAGA) a través de la unidad de normas y regulaciones se logra el derecho de expansión llegando al área de Salamá por las condiciones edafoclimáticas que el área presentaba, adecuados para la implementación del cultivo.

### 1.5.3 Atribuciones de los trabajadores

#### 1.5.3.1 Personal administrativo

- 2 bodegueros
- Jefa de recursos humanos
- 1 planillero
- Jefe administrativo

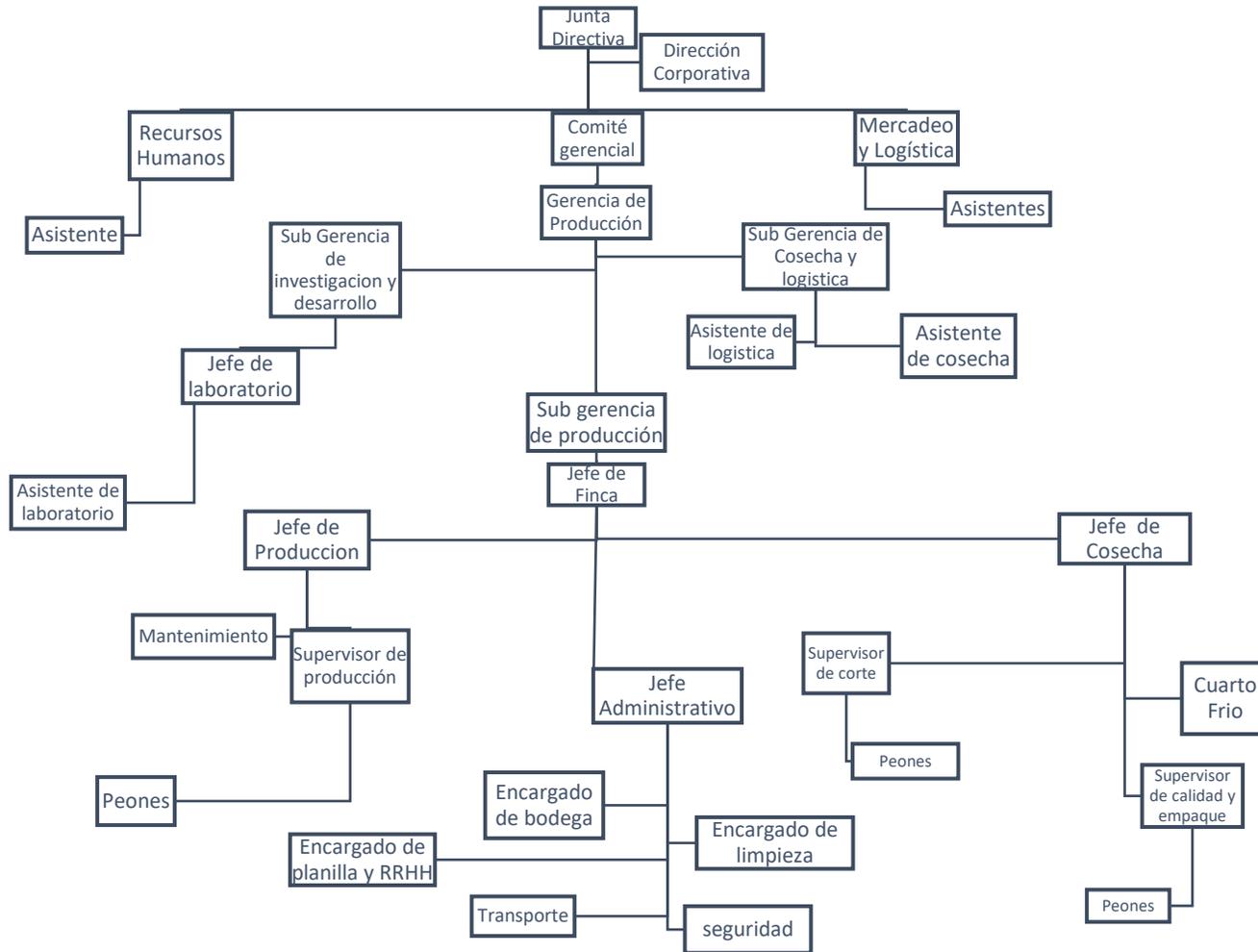
#### 1.5.3.2 Personal operativo

- 4 plagueros
- 6 regadores
- 2 fertirregadores
- 16 en control de antracnosis
- 11 fumigadores
- 4 en aplicación de herbicidas
- 2 en mantenimiento de sarán
- 18 en saneo

- 6 en desmonte
- 1 tractorista
- 1 chofer
- 1 soldador
- 5 en mantenimiento
- 1 cocinera
- 1 fontanero
- 2 asistentes de producción
- 2 supervisores de producción
- Jefe de producción

#### 1.5.3.3 Personal Gerencial

- Gerente administrativo
- Gerente general área norte
- Jefe de finca



Fuente: administración Tropicultivos III, 2017.

Figura 4. Organigrama de la empresa Tropicultivos III. S.A.

#### 1.5.4 Problemas identificados

Dentro del diagnóstico se lograron identificar los siguientes problemas que afrontaba la finca Tropicultivos III. S.A.

##### 1.5.4.1 Sistema de riego

Este sistema se divide en diferentes sectores que son regados constantemente debido al almacenamiento de agua a través del reservorio, accionados por combustión y también por electricidad (la bomba que abastece de agua de pozo a las instalaciones) el pozo arroja un caudal de 54 GPM, que abastecen a las oficinas y servicios aledaños. El riego se lleva a cabo por medio de riego por aspersión.

El riego por la naturaleza del cultivo se implementa diariamente, por turnos de riego por aspersión. La descarga por turno es de 0.6 L/min a 0.7 L/min (cada turno tiene una duración de 50 min), siendo el radio de cobertura de 5 m por aspersor. La cantidad de aspersores por llave varía entre 50 a 60 aspersores.

En el departamento de producción se identificó que las áreas establecidas con el cultivo de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*), el sistema de riego estaba mal diseñado, provocando de esta manera que la cantidad de agua proporcionada al cultivo no fuera la requerida por el mismo, las llaves de riego no contaban con numeración, impidiendo mayor control al momento de realizar esta actividad.

##### 1.5.4.2 Incidencia de brotación

Otro de los problemas identificados, quizás el que requería mayor atención era el de la baja incidencia de brotes emergidos por el rizoma, se encontraba en promedios de 35 brotes por semana, afectando de esta manera las proyecciones de venta.

### 1.5.4.3 Plagas y enfermedades

Como todos los cultivos, existen plagas y enfermedades que afectan la productividad, pero las que más requieren control por el daño que llegan a causar en la plantación del Leather leaf son: gusano (*Spodoptera sp*) y Antracnosis (*Colletotrichum sp*)

Los monitoreos con respecto al factor plaga son constantes, dedicando una vez por semana a la detección de algún tipo de incidencia, dependiendo de ésta se retiran manualmente los brotes o se procede a la aplicación de insecticidas, dependiendo si es época seca o lluviosa, para garantizar la efectividad del producto.

Las condiciones de alta humedad que requiere el cultivo de Leather leaf, también son propicias para el desarrollo de varias enfermedades. Durante la época lluviosa en Guatemala la humedad relativa en los umbráculos para cultivo de Leather leaf puede ser superior al 70 %, bajo estas condiciones hongos tales como *Colletotrichum spp*, se desarrollan rápidamente.

## 1.5.5 Análisis FODA

Cuadro 4. Análisis FODA de la finca Tropicultivos III.

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Experiencia en el manejo de los recursos humanos.</li> <li>2. Procesos administrativos para alcanzar los objetivos.</li> <li>3. Características de los ramos de Leather leaf que se ofertan.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de coordinación en los departamentos de producción, cosecha y poscosecha.</li> <li>2. Falta de documentación de las investigaciones para la toma de decisiones.</li> <li>3. Algunos problemas con la calidad de los ramos de Leather leaf.</li> <li>4. Falta de capacitación</li> <li>5. Deficientes habilidades gerenciales.</li> </ol>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mercado mal atendido.</li> <li>2. Necesidad del producto.</li> <li>3. Fuerte poder adquisitivo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Competencia que ofrece los mismos productos a menor precio.</li> <li>2. Cambio en la legislación para exportación del producto.</li> <li>3. Tendencias desfavorables en el mercado.</li> </ol>

La finca Tropicultivos III. S.A. ha alcanzado las fortalezas, debido al trabajo que desde hace años ha emprendido, logrando así mayor experiencia en el manejo de los recursos humanos, realizando mejoras en los procesos administrativos para alcanzar los objetivos propuestos como la producción y comercialización de helechos para la exportación a mercados estadounidenses, europeos y asiáticos.

Dentro de las oportunidades que la finca ha aprovechado se deben al mercado insatisfecho por la calidad de los ramos de Leather leaf exportados por la competencia, en

consecuencia, en los últimos 10 años Tropicultivos III. S.A. ha tomado mayor poder adquisitivo en la exportación de helechos.

Como toda empresa Tropicultivos III. S.A cuenta con debilidades debido a la falta de coordinación entre los departamentos de producción, cosecha y poscosecha. Es de vital importancia documentar investigaciones para la toma de decisiones futuras, hasta la fecha no se cuenta con un sistema establecido.

Actualmente por el crecimiento del mercado en Europa, Asia y Estados Unidos, se han enfrentado amenazas como: el ofrecimiento de los mismos productos a menor precio, cambios en la legislación para exportación del producto y tendencias desfavorables en el mercado.

## 1.6 CONCLUSIONES

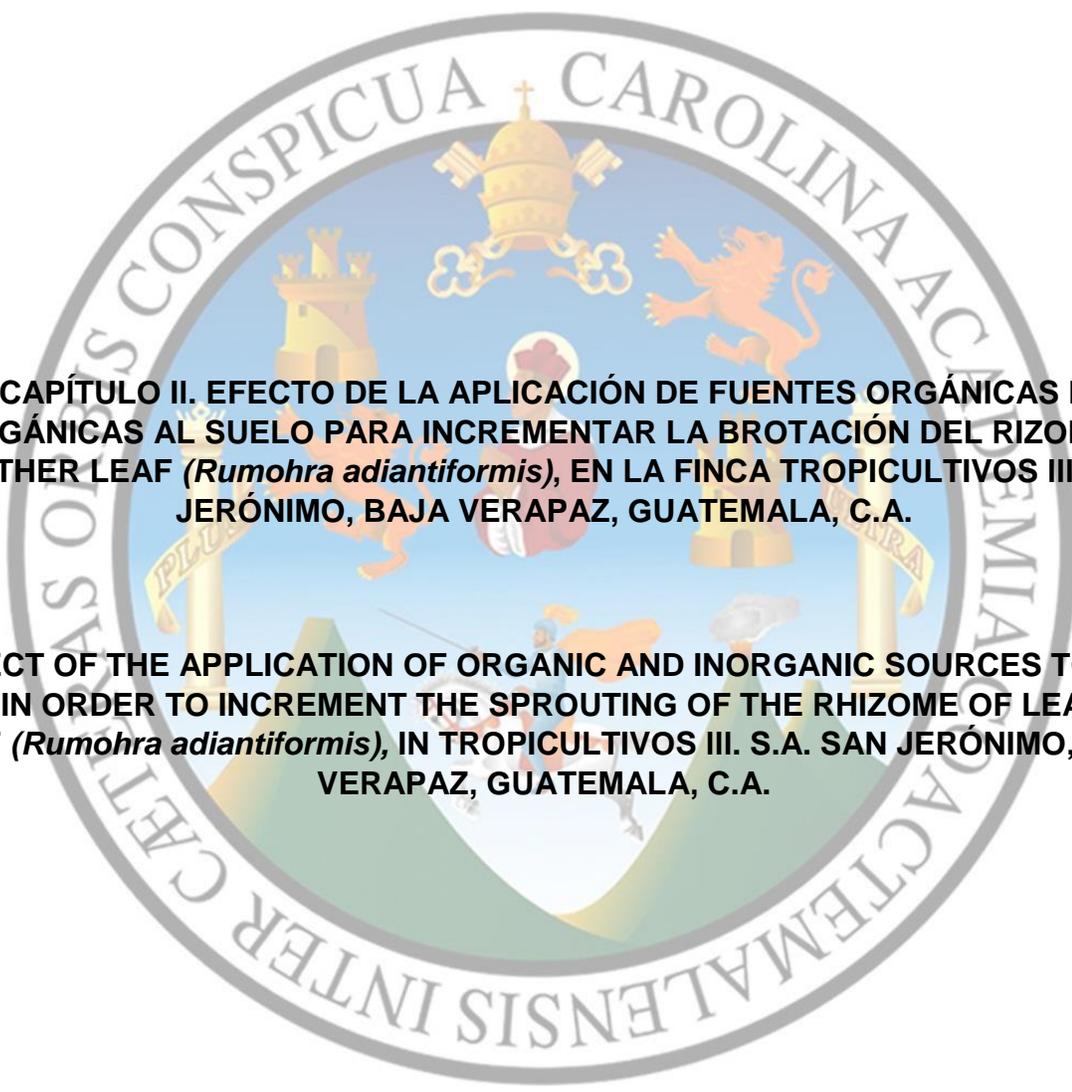
1. En cuanto a infraestructura, maquinaria y equipo la finca posee lo necesario para llevar a cabo los procesos de producción, cosecha y poscosecha. Como en todo cultivo existen problemas de plagas y enfermedades que afectan el rendimiento del mismo, pero actualmente se realiza el control adecuado para que estos problemas no incrementen y sean los causantes de una baja producción.
2. Los principales problemas que se lograron identificar en la finca Tropicultivos III, S.A. fueron: sistema de riego mal diseñado debido a que el posicionamiento de los aspersores no era el adecuado para regar el cultivo, esto repercute en la cantidad de agua que se le provee al cultivo, así mismo los turnos de riego no contaban con llaves enumeradas para su control. Existen áreas que se ven afectadas por baja brotación con promedios de 35 brotes del rizoma, influyendo en los rendimientos de frondas. Respecto a plagas y enfermedades la plaga que más afecta al cultivo de Leather leaf es el gusano (*Spodoptera sp*) y la enfermedad que causa mayor problema en el cultivo es Antracnosis (*Colletotrichum sp*)
3. Dentro de las fortalezas existen procesos administrativos para alcanzar los objetivos y características de los ramos de Leather leaf que se ofertan. Debilidades: algunos problemas con la calidad de los ramos de Leather leaf y falta de capacitación en base a el porque de las metodologías implementadas en los departamentos de producción y cosecha. Oportunidades: mercado mal atendido y existe necesidad del producto. Amenazas: competencia que ofrece los mismos productos a menor precio y cambio en la legislación de exportación.
4. En base a los problemas identificados se plantea elaborar un proyecto de investigación que permita incrementar el número de brotes en el cultivo de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*), un plan de servicios que contribuya a la mejora del sistema de riego y apoyar en las diferentes actividades de manejo y producción

## 1.7 RECOMENDACIONES

1. Realizar aforos del sistema de riego para determinar la descarga y así poder proporcionarle al cultivo lo requerido.
2. Enumerar los turnos de riego, debido a que algunas llaves no lo están y se hace difícil para su control.
3. Incrementar monitoreos de plagas y enfermedades, enfocados en la plaga del gusano (*Spodoptera sp*) y la enfermedad Antracnosis (*Colletotrichum sp*)
4. Realizar una investigación para corregir el problema de baja brotación del rizoma, lo cual repercute en los rendimientos de frondas.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. De la Cruz S, JR. 1969. Definiciones de los estratos de bosques nativos del inventario forestal (en línea). Consultado 12 mar. 2017. Disponible en [http://www.infona.gov.py/application/files/1714/3766/6323/ESTRATOS\\_DE\\_BOSQ\\_UES\\_DEL\\_IFN.pdf](http://www.infona.gov.py/application/files/1714/3766/6323/ESTRATOS_DE_BOSQ_UES_DEL_IFN.pdf)
2. MAGA (Ministerio de Ambiente Ganadería y Alimentación) 2001. Manual técnico sobre el manejo de viveros en plantas ornamentales y follajes. (en línea). Consultado 26 feb. 2017. Disponible en <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/oirsa/50000078.pdf>
3. OPM (Oficina Municipal de Planificación) San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala. 2017. La tierra con sabor a azúcar morena. Monografía del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala 32 p.sta
4. Stamps, R. Nell, T. and Barret, J. Production temperaturas influence growth and physiology of leather lef. Estados Unidos. 1994. (en línea). Consultado 20 mar. 2017. Disponible en [http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/4339/lopez\\_karem.pdf](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/4339/lopez_karem.pdf)



**CAPÍTULO II. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICAS AL SUELO PARA INCREMENTAR LA BROTAÇÃO DEL RIZOMA DE LEATHER LEAF (*Rumohra adiantiformis*), EN LA FINCA TROPICULTIVOS III, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

**EFFECT OF THE APPLICATION OF ORGANIC AND INORGANIC SOURCES TO THE SOIL IN ORDER TO INCREMENT THE SPROUTING OF THE RHIZOME OF LEATHER LEAF (*Rumohra adiantiformis*), IN TROPICULTIVOS III. S.A. SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

## 2.1 PRESENTACIÓN

La evaluación del efecto de la aplicación de arena blanca, compost, lombricompost y lixiviado de humus en la brotación del rizoma de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*) se realizó dentro del marco del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPS), apoyando las actividades de manejo para la producción que requiere la finca Tropicultivos III. S.A., con la finalidad de cumplir con sus mercados, por lo que se consideró evaluar la baja producción de brotes y la variabilidad de la calidad de fronda a través de una alternativa viable que permitiera mejorar los niveles de brotación por área, debido a que el cultivo se encuentra establecido en suelos franco arenosos, estos presentan baja disponibilidad de nutrientes, y poca capacidad de retención de agua.

Para tratar de alcanzar el objetivo de incrementar los niveles de brotación se evaluaron nueve tratamientos y 1 testigo por bloque, conformados por la aplicación de arena blanca, lombricompost, compost y lixiviado de humus. Estos tratamientos fueron aplicados en diferentes pesos, seleccionados por las prácticas y antecedentes que se tenían en la finca y que fueron distribuidos uniformemente en las áreas de evaluación.

La productividad y rentabilidad del cultivo se basa principalmente en el número de ramos por calidad de frondas por tramo cuadrado, que se obtienen al final de cada ciclo de producción que dura alrededor de 4 semanas. Es sumamente importante lograr una mayor brotación que garantice elevar los niveles de producción que actualmente se encuentran en promedio de 64 ramos por calidad en un tramo cuadrado.

La importancia de aplicar abonos orgánicos e inorgánicos radica en la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo, la producción y productividad del cultivo, mejora las diversas características físicas, químicas, biológicas del suelo y aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber distintos elementos nutritivos. Se presupone que habrá un impacto económico sobre los costos de producción y rentabilidad para que la finca sea beneficiada. La finca cuenta con la capacidad de producir lombricompost y compost, originando que los costos por la incorporación de estos materiales sean relativamente bajos.

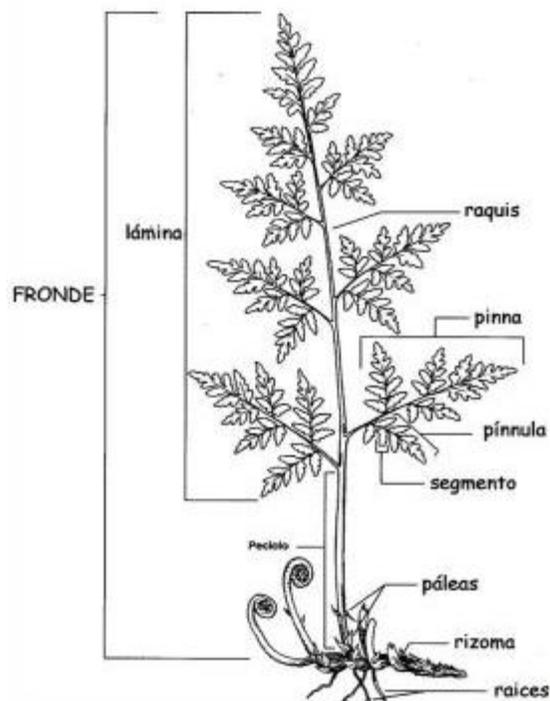
La aplicación de arena blanca, lombricompost con lixiviado de humus y compost con lixiviado de humus tuvo efecto en lograr incrementar el número de brotes vegetativos más no en mejorar la calidad de fronda del cultivo de Leather leaf. El tratamiento incorporado que obtuvo mejores resultados en la incidencia de brotación fue el tratamiento 1 (14 kg de arena blanca) con una media de 75 brotes a las 20 semanas de haber iniciado la evaluación. Los 14 kg de arena blanca influyeron a resultados positivos gracias a la composición granulométrica que poseía la arena: 8.57 % arcilla, 43.72 % limo y 47.71 % arena, permitiendo mayor capacidad de aireación, facilitando que los brotes emergieran.

Para obtener una mayor cantidad de brotes vegetativos y alcanzar promedios de hasta 75 brotes a las 20 semanas de la aplicación, se deben hacer aplicaciones de 14 kg de arena blanca por tramo/cuadrado. Es recomendable continuar con el uso de arena blanca empleada, por la calidad de su composición granulométrica.

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 Morfología

Los helechos (figura 5), son plantas pteridófitas, es decir, carentes de flores, frutos o semillas verdaderas. Su reproducción se lleva a cabo a través de esporas, formadas 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. Son plantas perennes, por lo general herbáceas, aunque existen especies arbóreas, con rizomas escamosos. En su mayoría son originarias de zonas tropicales cálidas y húmedas. (González. B, 1998)



Fuente: González. B, 1998.

Figura 5. Esquema de las partes de un helecho.

### 2.2.2 Importancia económica en Guatemala

La exportación de hojas ornamentales a Centroamérica y el resto del mundo, representa para el país, una importante fuente de ingreso anual de hasta US\$84 millones. (AGEXPORT, 2012)

El sector de plantas ornamentales, follajes y flores integra a productores y exportaciones de plantas vivas, follajes cortados y flores cultivadas. Su producción abarca más de 40 especies y 200 variedades de plantas, más de 10 especies de flores y más de 10 especies de follaje.

El rubro de las ornamentales, follajes y flores posee una gran importancia económica para el país, cultivándose en forma comercial más de 40 especies y 200 variedades de plantas, más de 10 especies de flores y de 10 especies de follaje. Dentro de las especies que se cultivan se encuentra el Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*) (Bruch, 1990)

Para las importaciones de Estados Unidos, Guatemala es su principal proveedor de Leather leaf, luego sigue Costa Rica, las ventas comparadas en años anteriores han crecido constantemente, la gremial de exportadores ha tomado la delantera en materia de inspecciones de fincas y monitoreo fitosanitario en colaboración con funcionarios de APHIS del departamento de agricultura de EE.UU. esto con el fin de mejorar los productos e incrementar la exportación a ese país. (AGEXPORT, 2012)

### 2.2.3 Principales países abastecedores de Europa

Para 1996 los principales países proveedores de Europa en productos ornamentales son Israel, Colombia, Estados Unidos, Costa Rica y Kenia Zimbabue, Tailandia, República Sudafricana, Guatemala y Ecuador. América Latina representa más del 30 % de las importaciones extraeuropeas de productos ornamentales. (Aguilar, 1991)

## 2.2.4 Exportadores de follajes para ramos

Los principales exportadores de follajes hacia Europa son los EE.UU. y América Central ya que representan casi las tres cuartas parte de las exportaciones de dichos productos a Europa.

Holanda y Alemania representan los dos países más importantes con un 40 % - 45 % y un 30 % - 35 % del valor total, respectivamente.

El follaje tropical más importado en Europa es el helecho hoja de cuero (Leather leaf) y que representa un 60% de las importaciones de dicho tipo de follajes.

Guatemala ocupa el tercer lugar de importación de este tipo de follaje siendo superado por Costa Rica y la República de Sudafricana según la Eurostatistical.

El helecho hoja de cuero, como ya se mencionó, corresponde al follaje de ramos más utilizado. Es el follaje con la mejor relación de calidad respecto a la dirección de vida, rigidez. El Leather Leaf es apreciado más bien para los ramos redondos. (Aguilar, 1991)

## 2.2.5 Requerimientos del cultivo

### 2.2.5.1 Suelo

Por el reducido tamaño del sistema radicular, la textura del soporte edáfico habrá de ser muy suelta para que la parte hipogea de la planta crezca y se desarrolle sin problemas; siendo los suelos arenosos los que reúnen estas condiciones, sin embargo algunos autores han sugerido que suelos arcillosos con gran contenido de materia orgánica pueden utilizarse para su cultivo con buenos resultados, se requiere de suelos que tengan un buen drenaje, para evitar la asfixia radicular y el buen desarrollo de la planta. (Castilblanco, 2012)

Requiere suelos de alto contenido de materia orgánica, muy bien drenado y aireado y con buena capacidad de retención de agua. Crece bien en suelos de pH entre 5.5 y 6.5 (ligeramente ácidos). (Atehortúa, 1999)

#### 2.2.5.2 Salinidad

Planta muy sensible, no toleraría niveles mayores a 0,6 g de sales totales por L de agua. En caso de aumentar el contenido salino del suelo por uso de fertilizantes, por ejemplo, se puede lavar periódicamente con agua libre de sales para disminuir la concentración de éstos. (Atehortúa, 1999)

#### 2.2.5.3 Temperatura y humedad

Se desarrolla bien en climas templados y cálidos. El rango de temperaturas óptimo se ubica entre 15 °C – 30 °C, siendo las temperaturas cercanas a las mínimas las que permiten un crecimiento más lento con buena calidad. El crecimiento es más rápido con temperaturas cercanas a 30 °C – 32 °C, sin embargo, las frondas tienden a tener menor duración y calidad después del corte. Cabe señalar que la esporulación ocurre más rápidamente a altas temperaturas y ésta se considera perjudicial para la calidad de las frondas. El helecho es altamente susceptible a bajas temperaturas (cercanas a los 0 °C), que retardan su crecimiento y definitivamente queman las frondas, por lo que su cultivo, en zonas con riesgos de heladas no es posible al aire libre, sólo bajo invernadero. El rizoma es bastante tolerante y puede sobrevivir hasta –5 °C. (Atehortúa, 1999)

#### 2.2.5.4 Luz

Esta especie requiere ambientes sombreados. No debe ser expuesta directamente al sol. La luz intensa induce coloración verde clara y una frágil consistencia de las frondas. La sombra se puede proporcionar naturalmente bajo árboles en ambientes cálidos o bajo mallas de sombra en invernaderos. (Atehortúa, 1999)

## 2.2.6 Manejo agronómico

### 2.2.6.1 Sistema de plantación

En lugares de clima tropical es cultivado tanto al aire libre como bajo sombra natural de árboles o sombra artificial con mallas de sombreo, o en invernadero.

Las instalaciones pueden ser a través de umbráculos, parte de la infraestructura la constituye el sarán establecido a tres metros de altura, otorgándole a la planta un 73 % de filtrado de los rayos solares, está constituido por una malla de polietileno de alta densidad que funciona como filtro regulador, que protege de los rayos U.V., proporciona protección al ser realizado el corte y evitar radiaciones directas sobre el cultivo, además de crear un microclima. Los rollos de sarán cuentan con una dimensión 7.31 m de ancho por 91.44 m de longitud. (Gordillo, 2013)

Éste es implementado como un sistema de sombra artificial, tratando de ésta manera semejar las condiciones adecuadas de sombra en las que se desarrolla el cultivo, tomando en cuenta la ecología original de la hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis*) en el bosque húmedo de diversas partes, especialmente de Nueva Zelanda y Brasil. (Gordillo, 2013)

### 2.2.6.2 Forma de propagación

El mecanismo natural de propagación de los helechos es la reproducción sexual, que implica recombinación genética y por ende, variabilidad en la descendencia. Este método no es el preferido a escala comercial, donde se busca homogeneidad en la producción. Las esporas se forman en los soros del envés de las frondas. Una vez que éstas maduran (soros de color café) son liberadas y caen al suelo donde germinan a los pocos días, formando estructuras llamadas rizoides que se fijan al sustrato. Luego de unos meses éstos evolucionan a una estructura verde, acorazonada y plana, similar a una hoja, que recibe el nombre de prótalo y que corresponde al gametofito haploide.

Una vez maduro, el prótalo produce órganos sexuales masculinos y femeninos sobre la superficie inferior. Bajo condiciones apropiadas de humedad y luz los gametos femenino

y masculino se unen en el proceso de fertilización, luego de la cual se desarrolla un esporofito diploide que inicialmente depende del prótalo para nutrirse. Poco después el esporofito desarrolla hojas, tallos y raíces, y el prótalo muere. La raíz primaria también desaparece y se forman las secundarias a partir de los tallos. La formación de una pequeña planta desde la germinación de la espora que la inició tarda entre 6 a 12 meses. Al ser el helecho una planta de lento desarrollo necesitará de otro año para producir esporas y así iniciar un nuevo ciclo biológico. (González. B, 1998)

La propagación asexual es el tipo de propagación más utilizado para plantas ornamentales que crecen bajo sárán, debido a que con este tipo de propagación las especies conservan las características fenotípicas deseadas de cada cultivar. Como se mencionó anteriormente, con los costos tan elevados de la infraestructura de invernaderos, los productores prefieren este tipo de reproducción para asegurar un producto final de buena calidad, que sea aceptado en el mercado. Existen diferentes técnicas de propagación asexual: la propagación de órganos de mínimas dimensiones, la división de la planta, secciones de tallos son algunas de ellas. Los helechos tienen numerosas formas de propagarse vegetativamente (figura 6), en el caso del helecho de cuero, es usual hacerlo a través de la división del rizoma, lo cual es generalizado para este tipo de plantas. Con respecto al tamaño del rizoma se ha comprobado que los mayores de 15 cm de longitud son los óptimos. Cuando las dimensiones son menores, el tiempo necesario para constituir una planta con posibilidades productivas se alarga entre dos y medio y hasta tres años. (VIFINEX, 2001)

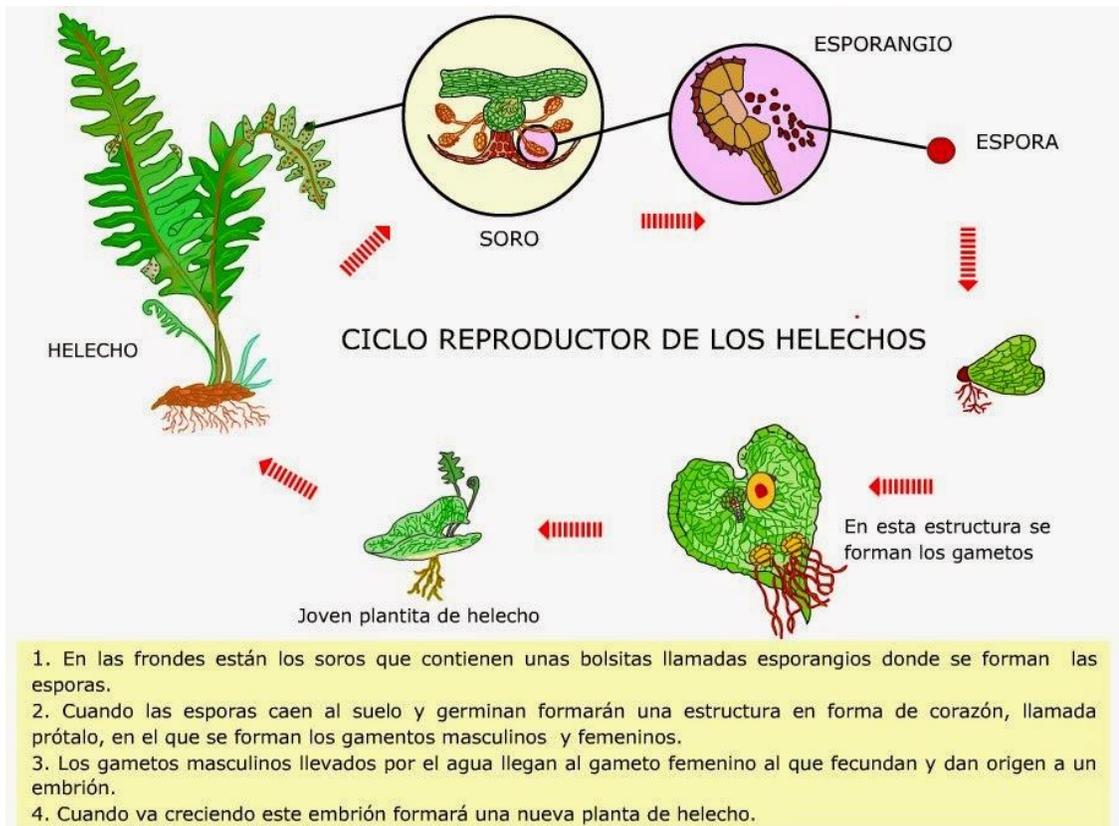
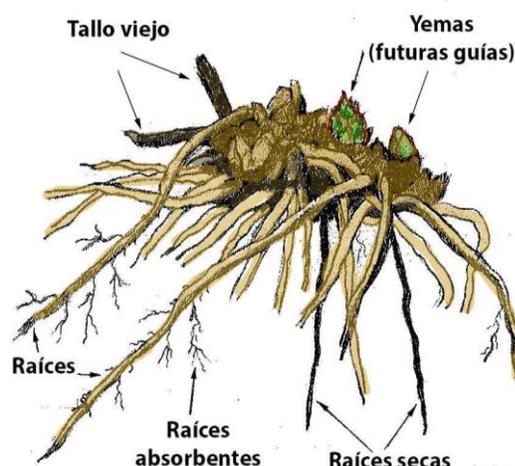


Figura 6. Esquema del ciclo reproductor de los helechos.

Los tallos de Leather leaf en realidad son rizomas escamosos a partir de los cuales se forman las hojas (figura 7), cubiertos inicialmente por escamas blancas las que se tornan cafés más adelante. El rizoma es bastante tolerante y puede sobrevivir hasta  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se consideran rizomas óptimos de 10 cm a 15 cm de longitud, con dos a tres yemas, la profundidad de plantación es de 2 cm a 5 cm. (Atehortúa, 1999)



Fuente: Atehortúa, 1999.

Figura 7. Esquema de las partes del rizoma

#### 2.2.6.3 Desinfección del rizoma

Si se va a establecer el cultivo a través de rizomas provenientes de división de las plantas, es necesario desinfectar los rizomas sumergiéndolos por media hora en una solución fungicida e insecticida previo a la plantación. Esta puede ser, por ejemplo: mancozeb (4 g) + nemacur (4 cm<sup>3</sup>) + surfactante por 1 L de agua. (Atehortúa, 1999)

#### 2.2.6.4 Características de los rizomas

Para la selección de rizomas usualmente se seleccionan plantas madres vigorosas, con buen estado fitosanitario. Los rizomas seleccionados deben de tener yemas vegetativas o meristemos apicales con crecimiento activo, esto nos garantiza su buen desarrollo.

Al momento de ir seleccionando y cosechando los meristemos, se tendrán rizomas de varios tamaños, que posteriormente se clasificarán en tres categorías: los rizomas de primera tienen una longitud mínima de 15 cm, poseen varias yemas meristemáticas, se

deben sembrar en la parte central del camellón. Los rizomas de segunda tienen una longitud entre 7 cm y 15 cm, con meristemos apicales en menor rango que el de las de primera, se deben sembrar en el centro del camellón y los rizomas de tercera son de longitud menor a 7 cm, usualmente estos rizomas tienen una menor brotación de meristemos apicales, al momento de la siembra se colocan en forma transversal y a la orilla del camellón. (Atehortúa, 1999)

#### 2.2.6.5 Densidad

Los marcos de plantación pueden ser de 30 cm x 30 cm o 30 cm x 45 cm. En cultivo protegido con densidades de aproximadamente 9 plantas/m<sup>2</sup>. El cultivo se establece principalmente en camas de 0,9 m a 1,2 m de ancho. A partir de la tercera temporada la superficie se cubre completamente con el cultivo y es necesario dividir plantas desde la quinta temporada para evitar problemas por mala aireación del cultivo y por competencia entre las plantas. (Atehortúa, 1999)

#### 2.2.6.6 Fertilización

La literatura sugiere los siguientes rangos de nutrientes: N: 450 kg/ha a 670 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 225 kg/ha a 335 kg/ha, K<sub>2</sub>O: 450 kg/ha a 670 kg/ha, Mg: 55 kg/ha a 165 kg/ha. Se recomienda utilizar cal para corregir el pH y/o enriquecer el suelo con este elemento. Existen estándares foliares para esta especie (cuadro 5), por lo cual se recomienda realizar análisis químicos a las frondas antes de su cosecha. (Atehortúa, 1999)

Cuadro 5. Niveles críticos foliares para el Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*)

Elemento (ppm)	Deficiente	Bajo	Medio	Alto
Nitrógeno	16,000	25,000	35,000	45,000
Fósforo	1,500	2,200	4,000	5,000
Potasio	15,000	20,000	30,000	40,000
Azufre	1,500	2,000	3,000	4,000
Calcio	3,000	5,000	10,000	15,000
Magnesio	1,500	2,500	7,000	10,000
Hierro	15	25	100	200
Manganeso	20	50	200	300
Cobre	3	5	10	25
Boro	15	20	50	100
Zinc	20	25	100	150
Sodio	0	100	600	1200

Fuente: Atehortúa, 1999.

#### 2.2.6.7 Riego

Al establecimiento se recomiendan riegos por aspersión para aumentar la humedad relativa en esta primera etapa de desarrollo, también se utiliza para control de heladas. Si bien es cierto que es una planta que requiere de bastante humedad, un exceso conduce a la falta de oxígeno y favorece la pudrición de los rizomas, y por ende la pérdida de plantas. El helecho tolera aguas con concentraciones de sales hasta 600 ppm, sobre estos niveles deben realizarse lavados periódicos para que no causen fitotoxicidad en el cultivo. Una vez establecido el cultivo, se debe preferir un sistema de riego localizado al suelo, para evitar mojar el follaje y con ello favorecer el desarrollo de enfermedades foliares. (Atehortúa, 1999)

#### 2.2.6.8 Producción

El helecho cuero presenta producción activa de frondas durante todo el año, bajo condiciones adecuadas de cultivo. Los productores reportan un ciclo vital de entre tres y cinco años para las plantas, pero con un manejo adecuado debe ser posible prolongarlo

mucho más, pues lo helechos son plantas perennes. Aunque la productividad varía con las condiciones climáticas y otros factores, se reporta un valor promedio de 2000,000 tallos/ha. Según los factores mencionados varían la proporción de tallo de calidad de exportación. (González. C, 2004)

El helecho de cuero debiera producir durante todo el año, siempre y cuando se den las condiciones adecuadas de cultivo, sobre todo las que dicen relación a temperaturas. Se pueden llegar a obtener rendimientos promedios de: 67, 101, 152 y 164 frondas/m<sup>2</sup> para la primera, segunda, tercera y cuarta temporada, respectivamente. La literatura señala rendimientos de 114 frondas/m<sup>2</sup> a 155 frondas/m<sup>2</sup> para el segundo y tercer año de cultivo en Costa Rica, hasta un máximo de 200 frondas/m<sup>2</sup> en zonas más templadas. También se indican rendimientos promedios de 3,5 frondas/planta/año. (Atehortúa, 1999)

#### 2.2.6.9 Cosecha y poscosecha

En el proceso de cosecha y el manejo post-cosecha se realizan varias actividades, desde la selección de las áreas que han alcanzado la madurez y poseen frondas con las características de una fronda adecuada para su corte, hasta cargar los contenedores para su exportación.

Inicialmente el encargado de la labor de cosecha en la finca traslada al personal que se encargará de realizar el corte de las frondas a las áreas que están listas para cosecha. Usualmente la planta tiene un ciclo de cosecha de 5 semanas, por lo que cada semana se corta un área diferente en la finca, es decir, el área de total de la finca deberá estar dividida en 5 secciones y una sección es la que se cosecha semanalmente. (Zamora, 2016)

La cosecha se realiza manualmente con la ayuda de una tijera podadora. Se debe de cortar únicamente las frondas con las características físicas descritas anteriormente.

Una persona cosecha en promedio un total de 5,750 frondas que equivale a 230 manojos de 25 frondas. Para facilitar el trabajo, los trabajadores dejan los manojos de frondas sobre los camellones donde van cortando y al finalizar de cortar el camellón los

transportan hacia la calle de la plantación donde se ubican canastas especiales cuyas dimensiones son 80 cm de longitud x 70 cm de ancho y 60 cm de altura. Estas canastas están elaboradas de sarán.

Posteriormente se realiza una hidratación de las frondas, esto se hace aplicando agua hasta provocar escurrimiento de la canasta, el agua se aplica con una manguera. El objetivo de esta práctica es evitar la deshidratación de las frondas. Seguidamente con un vehículo se transporta las frondas hacia la planta empacadora. (Zamora, 2016)

En el área de empaque una persona encargada, con la ayuda de un polipasto toma las canastas en grupos de dos, y las sumerge en el tanque de prelavado para eliminar cualquier impureza que pudieran llevar las frondas. El tanque de prelavado tiene un volumen de 1200 litros de agua.

Después del prelavado las canastas con frondas de Leather leaf se sumergen en un tanque de desinfección. El tanque de desinfección tiene un volumen de 600 litros de una solución de bicarbonato de sodio a una concentración de 5 g/L de agua. Después del proceso de desinfección de las frondas son clasificadas y empaquetadas en grupos de 20 frondas del mismo tamaño. El grupo de 20 frondas se llama manojo o bunche. La clasificación requiere de mucha práctica ya que se toman en cuenta varios aspectos tales como la longitud de la fronda, el ancho de la fronda, la intensidad del color verde de la fronda. Las frondas se clasifican en tres grupos que son los siguientes: junior tienen una longitud de 42 cm a 47 cm, mediano tienen una longitud de 48 cm a 54 cm y jumbo tienen una longitud de 55 cm a 62 cm. (Zamora, 2016)

#### 2.2.7. Efecto de la incorporación de abonos orgánicos

El abono orgánico es un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixto, que tiene la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo y por ende la producción y productividad de los cultivos. En las zonas de cultivo, el humus se agota por la sucesión de cosechas, y el equilibrio orgánico se restaura

añadiendo humus al suelo en forma de compost o estiércol. Se les considera como productos fertilizantes de lenta liberación cuya acción se prolonga en el tiempo (acción residual) que contribuyen a mejorar la calidad del medio ambiente y favorecer la producción sostenible de alimentos (Matheus, 2007)

La importancia está en que mejora las 13 diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos. Actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades: físicas, el abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes; el abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos; mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste; disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento; aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega y retienen durante mucho tiempo el agua en el suelo durante el verano.

Las propiedades químicas de los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste; aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad. Las propiedades biológicas de los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios; los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente. (Matheus, 2007)

#### 2.2.8 Efecto de la incorporación de fuentes inorgánicas

La aplicación de hierro y arena reducen el contenido carbonato. Los nutrientes esenciales (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn) se encuentran abrumadoramente en forma inorgánica en su estado natural. Solamente una pequeña porción se encuentra en forma orgánica en un momento dado. Colocándose en la perspectiva de tiempo geológico,

los elementos existen solo momentáneamente en estado orgánico y pronto regresan a su más abundante estado inorgánico, sin embargo, ambos estados son naturales. (Havlin, 1999)

Como el N, todos los otros nutrientes pasan a través de ciclos naturales, siguiendo varias trayectorias hacia su destino final de ser absorbidos y utilizados por las plantas que producen todos los alimentos para humanos y animales. En el proceso, ciertos nutrientes como N, P y S se mueven alternadamente entre las fases orgánica e inorgánica. En las plantas, las deficiencias se controlan entregando estos nutrientes con fertilizantes, los cuales pueden provenir de la abundante fuente inorgánica o de la pequeña fuente orgánica, dependiendo de la disponibilidad, costo y conveniencia. A menudo, el uso de las fuentes en forma conjunta es la solución más eficiente y económica. (Havlin, 1999)

Cuando se suplementan los nutrientes en forma orgánica, estos nutrientes todavía deben pasar los ciclos de conversión para llegar a la fase inorgánica antes de que estén disponibles para las plantas. Por otro lado, los fertilizantes inorgánicos se suplementan en forma soluble o lentamente soluble, de modo que la planta puede tomar los nutrientes cuando los necesita. (Havlin, 1999)

## 2.2.9 Materiales evaluados

### 2.2.9.1 Arena blanca

Su granulometría más adecuada oscila entre 0.5 mm y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. (Farias, 1994)

Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8 % -10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es

elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores. (Farias, 1994)

#### 2.2.9.2 Compost

El compostaje es el proceso de descomposición controlada de la materia orgánica. En lugar de permitir que el proceso suceda de forma lenta en la propia naturaleza, puede prepararse un entorno optimizando las condiciones para que los agentes de la descomposición proliferen. Estas condiciones incluyen una mezcla correcta de Carbono (C), Nitrógeno (N), y Oxígeno (O), así como control de la temperatura, pH o humedad. Si alguno de estos elementos abundase o faltase, el proceso se produciría igualmente, pero quizás de forma más lenta e incluso desagradable por la actuación de microorganismos anaerobios que producen olores. (García, 2001)

A) Son fuentes de carbono: la paja y hojas secas, astillas y aserrín, y algunos tipos de papel y cartón sin tintas.

B) Son fuentes de nitrógeno: la materia vegetal verde (residuos de cosecha, césped, ramas), estiércol, restos de frutas y verduras, algas, pulpa de café, etc. (García, 2001)

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación.

La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0 - 7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5 - 8,0. El rango ideal es de 5,8 - 7,2. (García, 2001)

La relación C: N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (% C total) sobre el contenido de N total (% N total) de los materiales a compostar. Esta relación también varía a lo longitud del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1

El compost contiene elementos fertilizantes para las plantas, aunque en forma orgánica y en menor proporción que los fertilizantes minerales de síntesis. Una de las mayores ventajas del uso de compost como aporte de materia orgánica es que en él se encuentran presentes nutrientes tanto disponibles como de lenta liberación, útiles para la nutrición de las plantas. Por otra parte, el compost presenta un alto contenido de materia orgánica con las ventajas que ello conlleva. Se recomienda, antes de hacer aplicaciones tanto de compost o materia orgánica, como de fertilizantes minerales, realizar un análisis de suelo para controlar los niveles de nutrientes y ajustar la fertilización en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo. (García, 2001)

### 2.2.9.3 Lombricompost

La lombricultura o vermicultura como también se le denomina, es una técnica o más bien una biotecnología, mediante la cual se puede producir proteína animal y un abono de excelente calidad a partir de desechos orgánicos, y que en muchos casos, representan un verdadero problema ecológico tanto por la importancia como por la contaminación que los mismos representan, pero que producto de la presencia de las lombrices en el medio, estimula la actividad de billones de microorganismos descomponedores que también habitan en el suelo y en el caso de la lombriz, más específicamente, como consecuencia de un proceso biotransformador que ocurre a todo lo longitud y ancho del intestino de esta, no tan solo se obtiene el humus, sino que además con esta práctica se puede producir proteína animal la cual estaría conformada por el cuerpo de la lombriz con un comprobado valor proteico y aminoácidos esenciales para la dieta humana y animal, y por último, se puede producir el denominado humus líquido utilizable a través del riego en plantaciones agrícolas y jardines. (Mirabeli, 2008)

Propiedades del lombricompost: pH neutro, en un rango entre 6.7 a 7.5, contenidos en materia orgánica superiores a 28 %, nivel de nitrógeno superior a 2 %, relación C/N en un rango entre 9 % y 13 %. Contenidos de cenizas no superiores a 27 %.

Un alto contenido de cenizas nos permite concluir que el manejo del proceso no ha sido el adecuado y que ha habido mucha contaminación con tierra. Lo que se quiere es

mejorar el suelo y no aumentar su volumen. El humus de lombriz además de ser un excelente fertilizante, es un mejorador de las características físico-químicas del suelo. Es de color café oscuro a negruzco, granulado e inodoro. Sus características más importantes son:

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- Alta carga microbiana (+/- 40 mil millones/g seco) que restaura la actividad biológica del suelo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Es un fertilizante bioorgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos. (Mirabeli, 2008)

#### 2.2.9.4 Lixiviado de humus

El lixiviado de humus favorece la formación de micorrizas, acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez y color. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y patógenos así como la resistencia a las heladas. (Mirabeli, 2008)

Los hongos y las bacterias que se encuentran inmersos en el humus de lombriz, facilitan de gran forma a las plantas a controlar ciertas plagas, debido a que dichas plantas poseen la potestad de absorber los nutrientes por medio de los estomas, los cuales se hallan en la parte superior de sus hojas.

El humus de lombriz líquido puede fácilmente emplearse como fertilizante líquido en los denominados o conocidos sistemas de fertirrigación, a su vez puede utilizarse como abono foliar, en tanto a que este se caracteriza por ser un producto completamente natural, lo cual acarrea los beneficios de ser más eficiente y mucho menos dañino o perjudicial para el campo y la floricultura.

Es suma importancia mencionar que el humo de lombriz líquido posee los elementos de carácter soluble con más importancia, los cuales se encuentra contenidos en el humus de lombriz sólido, en los cuales están los humatos de gran vitalidad como lo son los ácidos fúlvicos, úlmicos, húmicos. Seguidamente es conocido que el alto contenido de ácidos fúlvicos y húmicos aumenta la reabsorción de los minerales que se encuentran en el suelo, como los son: fosforo, nitrógeno, potasio, hierro, magnesio, molibdeno, entre otros. (Mirabeli, 2008)

#### 2.2.10 Características de los materiales evaluados según análisis de laboratorio.

##### 2.2.10.1 Arena blanca (cuadro 27A)

La arena blanca es extraída de terrenos propios de la finca Tropicultivos ubicados en aldea el Tunal, Salamá Baja Verapaz. Al sur de la afluencia del río Payaque en el río La Estancia y al oeste del río Sibabaj, en la parte sur del valle de Salamá, sierra de Chuacús. lat. 15°03'40", Long. 90°17'30". Posee una composición granulométrica de: 8.57 % arcilla, 43.72 % limo y 47.71 % arena.

##### 2.2.10.2 Compost (cuadro 28A)

El compost utilizado en el experimento proveniente de Leather leaf y con 37 semanas en proceso de descomposición, combinado por los siguientes materiales incorporados en el mismo orden:

- 20 cm de cobertura de materia verde de hoja de cuero
- 40 L de humus líquido de coqueta roja

- 20 cm de cobertura de materia seca de hoja de cuero
- 5 kg de UREA + estiércol de aves (relación 1:2)
- 20 cm de cobertura de materia verde de hoja de cuero
- 5 kg de UREA + estiércol de aves (relación 1:2)
- 20 cm de cobertura de materia seca de hoja de cuero
- 5 kg de UREA + estiércol de aves (relación 1:2)
- 20 L de melaza
- 20 cm de suelo

### 2.2.10.3 Lombricompost (cuadro 28A)

El lombricompost utilizado en el experimento proveniente de las aboneras de producción de abonos orgánicos de la finca y con 90 días en proceso de descomposición debido al clima cálido del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.

En el cuadro 6 se comparan los niveles de pH, conductividad eléctrica, macronutrientes y micronutrientes de la arena blanca, compost, lombricompost y lixiviado de humus utilizado en la investigación con los niveles óptimos que requiere el cultivo de Leather leaf.

Cuadro 6. Características de los materiales evaluados comparadas con el requerimiento del cultivo de Leather leaf

Material	pH	Conductividad eléctrica (mS/cm)	NT (%)	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	Cu ppm	Zn ppm	Fe ppm	Mn ppm
Requerimiento del cultivo	5.5-6.0	<500	3.5	4,000	30,000	10,000	7,000	10	100	100	200
Arena blanca	5.7	0.1	0.12	8.64	120	1.56	0.57	1.0	0.1	13.5	3.0
Compost	4.9	11.80	1.72	2,900	8,100	16,300	3,300	15	300	2,950	240
Lombricompost	9.2	17.75	0.88	4,100	12,500	10,600	2,100	10	45	2,800	220
Lixiviado de humus	8.4	13.56	0.02	93.20	4,250	150	138.75	0.3	0.4	5.1	1.0

Fuente: elaboración propia, 2017.

## 2.2.11 Antecedentes de investigaciones realizadas

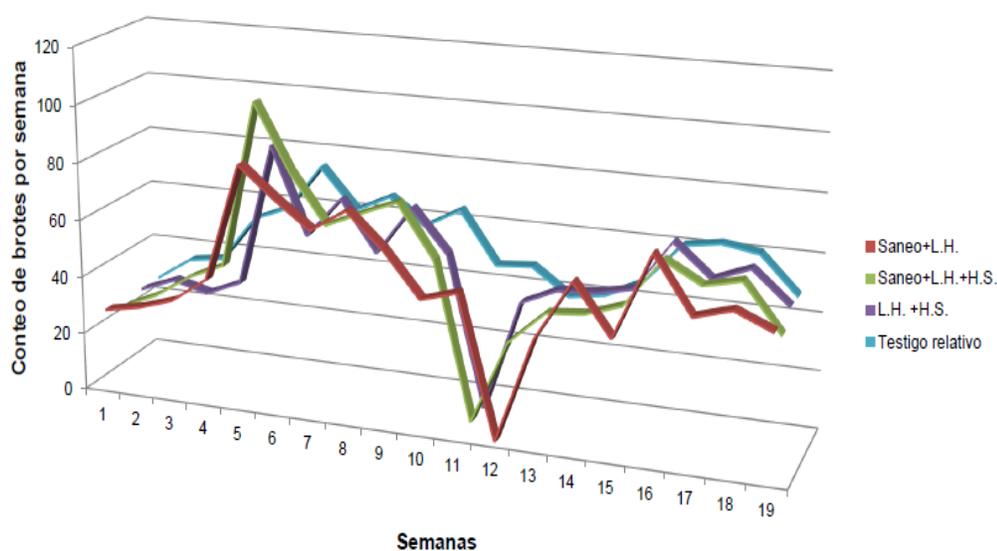
### 2.2.11.1 Evaluación del efecto de las aplicaciones de lombricompost y lixiviado de humus en la brotación del rizoma de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) Guatemala, C.A.

En base al análisis de varianza efectuado para la respuesta de la brotación del rizoma a las aplicaciones de fertilizantes orgánicos, se establece que no existió diferencia significativa entre tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 7.65 %

En la figura 8 se puede observar la respuesta que tuvo la brotación bajo la influencia de abonos orgánicos, siendo el tratamiento dos que involucraba saneo (poda que se realiza para la eliminación de frondas con deformaciones, amarillamiento y frondas muertas), lixiviado de humus y lombricompost, el que dio mejores resultados manteniendo una media de 52 brotes, superior sobre los demás tratamientos. Éste presenta diferencia significativa para las semanas 5, 6 y 8, como se observa en el comportamiento en la figura 8. El resultado es debido al aporte nutricional proporcionado por los abonos orgánicos debido a que los mismos incrementa el porcentaje de materia orgánica en los suelos, aumenta la disponibilidad de nutrientes que pueden ser absorbidos por las plantas, permitiendo un mejor desarrollo y crecimiento de los brotes. (Gordillo, 2013). El tratamiento uno (saneamiento y lixiviado de humus) con una media de 42 brotes, fue el segundo en la evaluación en el que sólo se observa una mínima diferencia en la semana ocho, como se observa en la figura 8. Se puede decir que el saneamiento no tuvo una influencia directa sobre la brotación, la única observación relevante es que le proporcionó un panorama más despejado al lixiviado de humus dejándolo actuar como un proveedor de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, que los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo al aumentar la superficie activa de los mismos. (Gordillo, 2013)

Para el tratamiento tres conformado por lixiviado de humus y lombricompost, se observó una media de 48 brotes, sin tener diferencia significativa entre tratamientos. En sí los fertilizantes orgánicos además del alto contenido de macro y micronutrientes, contiene

compuestos orgánicos importantes entre los que están: ácidos húmicos y fúlvicos, aminoácidos y alcoholes que pueden nutrir al rizoma, incentivando la brotación, disminuye la contaminación y contribuye a disminuir costos debido a que se aprovechan los subproductos de la finca. (Gordillo, 2013)



Fuente: Gordillo, 2013.

Figura 8. Gráfica del comportamiento de la brotación del rizoma de hoja de cuero, después de las aplicaciones de abonos orgánicos, lixiviado de humus y humus sólido o lombricompost.

#### 2.2.11.2 Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana.

El análisis de 43 muestras recolectadas en cuatro localidades dedicadas a la producción agrícola de la República Dominicana sobre diferentes tipos de enmiendas orgánicas (compost, bokashi, humus de lombriz, materiales de origen animal y vegetal) demostró la existencia de variaciones en las características físicas, químicas y biológicas de los parámetros evaluados por tipo de enmienda y materiales utilizados en su elaboración. (Pérez. A, 2008)

Proporción de mezcla de materiales en diferentes compost:

- (“CJP”): 640 kg de estiércol vacuno, 640 kg de tierra de bosque, 640 kg pulpa de café y 80 kg de diferentes restos vegetales.
- (“CV”): 2182 kg de pedúnculos de bananos picados, 773 kg de estiércol bovino, 273 kg de estiércol caprino, 1000 kg de tierra de bosque, 273 kg de aserrín de madera, 45 kg de ceniza de madera, 227 kg de gramíneas y 200 L de lixiviado de pedúnculos de banano.
- (“CFCJ”): 150 kg pulpa de café, 150 kg residuos de la poda de musáceas y residuos de malezas, 300 kg de suelo, 150 kg de gallinaza, 50 kg de cal y 900 L agua.
- (“CEP”): 21810 kg de estiércol vacuno, 10909 kg de estiércol caprino, 3600 kg de pedúnculos de banano, 1681 kg de aserrín de madera, 980 kg de ceniza de cascarilla de arroz, 113 L de melaza y 800 L de agua.
- (“CALC”): 1136 kg de estiércol bovino, 682 kg de gallinaza, 445 kg de afrecho de arroz, 909 kg cascarilla de arroz, 445 kg cascarilla de arroz quemada, 409 kg desperdicios de cosecha, 191 kg leguminosa, 9 kg de materiales inoculados con microorganismos eficientes. (Pérez. A, 2008)

Análisis físico-químico de los diferentes tipos de compost:

Los resultados muestran diferencias en el contenido nutricional de los distintos tipos de compost, donde el mayor porcentaje de materia orgánica se registró en el compost tipo Justino Peguero (“CJP”) con 52 %, siendo superior al compost tipo Victorina “CV” con un 20 %. El compost tipo “CJP” se caracterizó por contener una mezcla de estiércol de animales vacunos, tierra de bosque, pulpa de café y restos vegetales, lo que produjo los mayores contenidos de MO. Mientras que el compost “CV” incluyó en la mezcla pedúnculos de bananos picados, estiércol bovino, estiércol caprino, tierra de bosque, aserrín de madera, ceniza de madera, residuos de gramíneas y lixiviado de pedúnculos de banano, cuyo contenido de MO es mucho menor, lo que explica los resultados. (Pérez. A, 2008)

En cuanto a los tres nutrientes principales considerados en la nutrición de los cultivos (NPK), se observa que el menor contenido en N y K correspondió al compost tipo finca el Cafecito Jarabacoa (“CFCJ”) (0.82 % y 0.21 %, respectivamente) y de P para el compost tipo Ernesto Portela (“CEP”) con 0.57 %, el cual mostró el mayor contenido de N (2.28 %).

## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto de la aplicación de 3 materiales de fuentes orgánicas e inorgánicas y 6 mezclas entre sí, a suelos sembrados con Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*), con la finalidad de incrementar el número de brotes vegetativos y mejorar la calidad de la fronda.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

1. Incrementar el número de brotes vegetativos, en los diferentes tratamientos evaluados.
2. Determinar el efecto de los tratamientos evaluados sobre la calidad de fronda a través del vigor de su desarrollo (tamaño, presencia de esporas y forma del tallo)

## **2.4. HIPÓTESIS**

Se puede incrementar el número de brotes vegetativos y mejorar la calidad de fronda del cultivo de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*), mediante la aplicación de alguna de las siguientes fuentes orgánicas e inorgánicas: arena blanca, combinación de compost con lixiviado de humus y combinación de lombricompost con lixiviado de humus.

## 2.5 METODOLOGÍA

La plantación está contenida estructuralmente hablando bajo una cobertura de sarán que es un mecanismo de sombra que filtra el 73 % de la radiación solar, establecido con la ayuda de postes o polines distanciados a 7,63 m entre sí y cables de acero tensados horizontalmente de 1/4, calibres 10 y 16, con los cuales se forma la estructura.

La plantación cuenta con una edad de 14 años y con una densidad de siembra de 9 plantas/m<sup>2</sup>.

El área de cada unidad experimental era de 7.5 m<sup>2</sup> distribuidos por cada tratamiento, y la recolección de datos de brotación se hizo por medio de conteo semanal, donde se utilizó la metodología de identificación con hules de diferente color por semana para hacer los conteos respectivos. Para la evaluación de brotes se definieron las variables de: incidencia en la brotación y calidad de fronda.

La cantidad de cada material evaluado fue definida para cubrir 9 unidades experimentales con un área de 7.5 m<sup>2</sup> cada una (cuadro 7)

Cuadro 7. Cantidad de materiales evaluados

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Arena blanca	37 qq
Compost	23 qq
Lombricompost	25 qq
Lixiviado de humus	10 cm <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia, 2017.

### 2.5.1 Factor de estudio

Los tratamientos estuvieron compuestos por dos factores, siendo estos: El factor A (material a evaluar) y el factor B (peso en kg/m<sup>2</sup>) de estos materiales (cuadro 8). El peso de los materiales se obtuvo a través de cuantificar en un metro cuadrado cuantos kg de material cubrían 3, 5 y 8 cm respectivamente (cuadro 9). Por razones de ser más cuantificable y

práctico se utilizó el factor  $\text{kg/m}^2$  y no  $\text{cm/m}^2$ . Además de estos tratamientos se incorporó  $10 \text{ cm}^3$  de lixiviado de humus/L de agua al lombricompost y al compost. Las aplicaciones de lixiviados se hicieron semanalmente.

Cuadro 8. Factor A (material evaluado)

<b>Factor</b>	<b>Material evaluado</b>
A1	Arena blanca
A2	Lombricompost + lixiviado de humus
A3	Compost + lixiviado de humus

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 9. Factor B (peso en  $\text{kg/m}^2$ )

<b>Factor</b>	<b>Peso de arena blanca (<math>\text{kg/m}^2</math>)</b>	<b>Peso de lombricompost (<math>\text{kg/m}^2</math>)</b>	<b>Peso de compost (<math>\text{kg/m}^2</math>)</b>
B1	14	14	7
B2	28	28	14
B3	42	42	24

Fuente: elaboración propia, 2017.

Número de combinaciones = tratamientos factor A \* tratamientos factor B

Número de combinaciones = 3 tratamientos factor A \* 3 tratamientos factor B

Número de combinaciones = 9 + 1 testigo

Número de tratamientos = 10

Cuadro 10. Combinaciones de los tratamientos

<b>A/B</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>
<b>A1</b>	A1B1	A1B2	A1B3
<b>A2</b>	A2B1	A2B2	A2B3
<b>A3</b>	A3B1	A3B2	A3B3

Fuente: elaboración propia, 2017.

## 2.5.2 Tratamientos y repeticiones

Se evaluaron 10 tratamientos con 3 repeticiones nombrados en el cuadro 11.

Cuadro 11. Descripción de los tratamientos

<b>T1</b>	14 kg/m <sup>2</sup> de mezcla de arena blanca
<b>T2</b>	14 kg/m <sup>2</sup> de lombricompost + lixiviado de humus
<b>T3</b>	7 kg/m <sup>2</sup> de compost + lixiviado de humus
<b>T4</b>	28 kg/m <sup>2</sup> de mezcla de arena blanca
<b>T5</b>	28 kg/m <sup>2</sup> de lombricompost + lixiviado de humus
<b>T6</b>	14 kg/m <sup>2</sup> de compost + lixiviado de humus
<b>T7</b>	42 kg/m <sup>2</sup> de mezcla de arena blanca.
<b>T8</b>	42 kg/m <sup>2</sup> de lombricompost + lixiviado de humus
<b>T9</b>	24 kg/m <sup>2</sup> de compost + lixiviado de humus
<b>T10</b>	Testigo

Fuente: elaboración propia, 2017.

La razón por la cual se seleccionaron estos tratamientos fue por parámetros que la finca Tropicultivos III S.A. necesitaba evaluar.

### 2.5.3 Descripción de las variables

#### A. Incidencia de brotación (brotes promedio/tramo cuadrado/semana)

Esta variable se obtuvo a través del conteo promedio de brotes por tramo cuadrado por semana, es decir el número de brotes que emergían del rizoma en cada tratamiento aplicado, para la obtención de estos datos se aplicó la metodología siguiente:

- Previo a la aplicación de los tratamientos se hizo un conteo inicial de brotes en la parcela a evaluar con área de 7.5 m<sup>2</sup>. De acuerdo a los registros de brotación de 3 meses anteriores se obtuvo un registro del número de brotes promedio/tramo cuadrado/semana.
- A partir de la aplicación de los tratamientos se procedió a realizar el conteo semanal de los brotes que emergían por semana en una parcela de 7.5 m<sup>2</sup>/tratamiento. La principal característica de los brotes contados era el tamaño (figura 9). El conteo de brotes inició el 3 de julio y finalizó el 9 de octubre del 2017.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 9. Fotografía de la escala para determinar el tamaño de los brotes.

- Para el conteo de brotes se utilizó un hule de diferente color por semana (figura 10) y así poder diferenciar los brotes emergidos por cada semana.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 10. Fotografía de la identificación de brotes de acuerdo a la semana de emergencia.

- De acuerdo a los registros que se fueron obteniendo se realizó la curva de comportamiento de la producción de brotes en cada tratamiento evaluado.

### **B. Calidad de la fronda (ramos por calidad/tramo cuadrado)**

La calidad se definió con el vigor de desarrollo que la fronda tenía al momento de ser cosechada, recordando que el vigor podría incidir directamente en el tamaño de fronda para exportación (jumbo, mediano y junior) y otras características como: frondas japon y frondas con espora. (figura 11) Para ello se realizó la siguiente metodología.

Se evaluó la calidad de fronda de acuerdo al número de ramos por tratamiento que se contabilizaron al final de cada corte. Cada ramo contaba con 20 frondas y se clasificaron en base a los parámetros establecidos para su exportación. (cuadro 12)

Cuadro 12. Parámetros establecidos para calidad de ramo

Calidad del ramo	Tamaño (cm)	Presencia de esporas	Forma del tallo
Jumbo japon	53 - 60	NO	Completamente recto.
Jumbo normal	53 - 60	NO	No influye la forma
Mediano normal	48 - 52	NO	No influye la forma
Junior normal	42 - 47	NO	No influye la forma
Espora	*Esta calidad posee los tres tamaños (jumbo, mediano y junior)	SI, color verde, gris y naranja.	No influye la forma

Fuente: elaboración propia, 2017.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 11. Fotografía de la clasificación de los ramos en base a tamaño de las frondas.

#### **2.5.4 Unidad experimental**

Cada unidad experimental estaba representada como una banca de 7.5 m de longitud por 1 m de ancho. Considerando el experimento con 10 tratamientos (t) y 3 repeticiones (r) para cada tratamiento, el número total de unidades experimentales incluidas en el experimento era de:

$$t \times r = 10 \times 3 = 30 \text{ unidades experimentales.}$$

Las 30 unidades experimentales fueron aleatorizadas.

#### **2.5.5 Unidad de muestreo**

La unidad de muestreo era un tramo cuadrado, equivalente a 7.5 m de longitud por 1 m de ancho para cada variable de estudio (figura 12). Los muestreos se empezaron a realizar a los 15 días después de haber aplicado los tratamientos.

##### **2.5.5.1 Unidad de muestreo para incidencia en la brotación**

Para la determinación de la incidencia se tomaron datos cada ocho días; exactamente los días lunes, a través del conteo de brotes emergidos por semana e identificándolos con un hule de diferente color por semana. Se tomaron 7.5 m<sup>2</sup> por unidad experimental. El total de unidades de muestreo para incidencia en la brotación fueron 10, el resto de unidades eran muestreadas para calidad de fronda. La causa de esta segmentación se debía a que, al momento de muestrear calidad de fronda en las parcelas de incidencia, los resultados no serían confiables por motivo de que gran cantidad de brotes se pierden por quebraduras procedentes de las prácticas de cosecha.

### 2.5.5.2 Unidad de muestreo para calidad de fronda

El muestreo se realizó a partir de la semana 4 posterior a las aplicaciones de los tratamientos. Se realizaron tres muestreos, cada uno a cada 4 semanas. A través de los estándares de exportación se definió la calidad de fronda dependiendo del tamaño, forma del tallo y contenido de esporas (cuadro 12). El muestreo se realizó en una parcela de 7.5 m<sup>2</sup> y se contabilizaron todas las frondas comerciales (figura 13)



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 12. Fotografía de las unidades de muestreo.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 13. Fotografía de la contabilización de muestras.

### 2.5.6 Croquis de campo

El diseño seleccionado fue bifactorial combinatorio con un proceso de aleatorización en bloques completamente al azar, haciendo un análisis de varianza para cada una de las variables de estudio. Se seleccionó este arreglo debido a que las condiciones prevalecientes eran homogéneas, cada bloque contaba con 10 bancas, cada banca medía 7.5 m de longitud \* 1 m de ancho.

Cuadro 13. Distribución de las unidades experimentales en campo



BLOQUE 1	T3	Banca 1 *Conteo y medición de brotes
	T7	Banca 2 *Cosecha
	T1	Banca 3 *Conteo y medición de brotes
	T10	Banca 4 *Cosecha
	T6	Banca 5 *Cosecha
	T9	Banca 6 *Cosecha
	T8	Banca 7 *Cosecha
	T2	Banca 8 *Conteo y medición de brotes
	T5	Banca 9 *Cosecha
	T4	Banca 10 *Cosecha
BLOQUE 2	T5	Banca 1 *Conteo y medición de brotes
	T6	Banca 2 *Conteo y medición de brotes
	T2	Banca 3 *Cosecha
	T7	Banca 4 *Cosecha
	T1	Banca 5 *Cosecha
	T3	Banca 6 *Cosecha
	T9	Banca 7 *Cosecha
	T4	Banca 8 *Conteo y medición de brotes
	T8	Banca 9 *Cosecha
	T10	Banca 10 *Cosecha
BLOQUE 3	T1	Banca 1 *Cosecha
	T8	Banca 2 *Conteo y medición de brotes
	T5	Banca 3 *Cosecha
	T4	Banca 4 *Cosecha
	T10	Banca 5 *Conteo y medición de brotes
	T9	Banca 6 *Conteo y medición de brotes
	T7	Banca 7 *Conteo y medición de brotes
	T6	Banca 8 *Cosecha
	T3	Banca 9 *Cosecha
	T2	Banca 10 *Cosecha

7.5 metros de longitud

Banca # (tramo cuadrado)

1 metro de ancho

**\*Cosecha:** fueron las bancas muestreadas para determinar calidad de fronda.

**\*Conteo de brotes:** fueron las bancas muestreadas para determinar incidencia de la brotación.

Fuente: elaboración propia, 2017.

## 2.5.7 Manejo del experimento

Cada tratamiento consistía en la aplicación a la plantación de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*) de: arena blanca, lombricompost con lixiviado de humus y compost con lixiviado de humus en el área con mayor problema de brotación, siendo esta de 225 m<sup>2</sup>. La aplicación de arena blanca, lombricompost y compost se realizó al voleo de forma uniforme en cada unidad experimental y la aplicación de lixiviado de humus se realizó de manera asperjada con bomba de mochila.

### 2.5.7.1 Aplicación de arena blanca

La aplicación de arena blanca se realizó en los tres bloques al azar implementados en el área del cultivo.

Cuadro 14. Aplicación de arena blanca

Tratamiento	Ubicación de la aplicación	Cantidad aplicada
T1	Bloque 1 (Banca 3)	14 kg/m <sup>2</sup>
	Bloque 2 (Banca 5)	
	Bloque 3 (Banca 1)	
T4	Bloque 1 (Banca 10)	28 kg/m <sup>2</sup>
	Bloque 2 (Banca 8)	
	Bloque 3 (Banca 4)	
T7	Bloque 1 (Banca 2)	42 kg/m <sup>2</sup>
	Bloque 2 (Banca 4)	
	Bloque 3 (Banca 7)	

Fuente: elaboración propia, 2017.

### 2.5.7.2 Aplicación de lombricompost con lixiviado de humus

La aplicación de lombricompost de coqueta roja se realizó en los tres bloques, mediante una combinación de 1.19 L de solución de lixiviado de humus con agua. Las aplicaciones de lixiviado de humus se realizaron cada 8 días, exactamente los días miércoles.

- **Cálculo de la cantidad de lixiviado utilizado.**

1 acre = 4047 m<sup>2</sup>

Densidad de siembra = 9 plantas/m<sup>2</sup>

Solución = 10 cm<sup>3</sup> de lixiviado/L de agua

Parcelas con aplicaciones de lixiviados = 18 parcelas

40 bombas de mochila (16 L) son aplicadas en 1 acre.

*Área experimental = parcelas con aplicaciones de lixiviados \* área de una parcela*

*Área experimental = 18 parcelas \* 7.5 m<sup>2</sup>*

*Área experimental = **135 m<sup>2</sup>***

40 bombas	-----	4047 m <sup>2</sup>	} 1.33 bombas aplicadas en el experimento
X	-----	135 m <sup>2</sup>	

*Número de plantas en el experimento = área experimental \* densidad de siembra*

*Número de plantas en el experimento = 135 m<sup>2</sup> \* 9 plantas/m<sup>2</sup>*

*Número de plantas en el experimento = **1215 plantas***

*Cantidad de solución/planta =  $\frac{\text{número de bombas a aplicar} * \text{L/bomba} * 1000}{\text{número de plantas en el experimento}}$*

$$\text{Cantidad de solución/planta} = \frac{1.33 \text{ bombas} * 16 \text{ L} * 1000}{1215 \text{ plantas en el experimento}}$$

$$\text{Cantidad de solución/planta} = \mathbf{17.51 \text{ cm}^3/\text{planta}}$$

$$\text{Número de plantas en una parcela} = \text{área de una parcela} * \text{densidad de siembra}$$

$$\text{Número de plantas en una parcela} = 7.5 \text{ m}^2 * 9 \text{ plantas/m}^2$$

$$\text{Número de plantas en una parcela} = \mathbf{67.5 \text{ plantas} = 68 \text{ plantas}}$$

$$\text{Cantidad de solución/parcela} = \text{Cantidad de solución/planta} * \text{número de plantas en el experimento}$$

$$\text{Cantidad de solución/parcela} = 17.51 \text{ cm}^3/\text{planta} * 68 \text{ plantas}$$

$$\text{Cantidad de solución/parcela} = 1,190.68 = \mathbf{1,191 \text{ cm}^3} = \mathbf{1.19 \text{ L}}$$

$$\text{Cantidad de solución aplicadas en el experimento/semana} = \text{número de parcelas con aplicaciones de lixiviados} * \text{cantidad de solución/parcela}$$

$$\text{Cantidad de solución aplicadas en el experimento/semana} = 18 \text{ parcelas} * 1.19 \text{ L}$$

$$\text{Cantidad de solución aplicadas en el experimento/semana} = \mathbf{21.42 \text{ L}}$$

Cuadro 15. Aplicación de lombricompost con lixiviado de humus

<b>Tratamiento</b>	<b>Ubicación de la aplicación</b>	<b>Cantidad aplicada de lombricompost y lixiviado de humus</b>
T3	Bloque 1 (Banca 1)	14 kg/m <sup>2</sup> + 1.19 L
	Bloque 2 (Banca 6)	
	Bloque 3 (Banca 9)	
T6	Bloque 1 (Banca 5)	28 kg/m <sup>2</sup> + 1.19 L
	Bloque 2 (Banca 2)	
	Bloque 3 (Banca 8)	
T9	Bloque 1 (Banca 6)	42 kg/m <sup>2</sup> + 1.19 L
	Bloque 2 (Banca 7)	
	Bloque 3 (Banca 6)	

Fuente: elaboración propia, 2017.

### 2.5.7.3 Aplicación de compost de Leather leaf con lixiviado de humus.

La aplicación de compost se realizó en los tres bloques al azar, mediante una combinación de 10 cm<sup>3</sup> de lixiviado de humus/L de agua. Las aplicaciones de lixiviado de humus se realizaron cada 8 días, exactamente los días miércoles.

Cuadro 16. Aplicación de compost con lixiviado de humus

Tratamiento	Ubicación de la aplicación	Cantidad aplicada de lombricompost y lixiviado de humus
T2	Bloque 1 (Banca 8)	7 kg/m <sup>2</sup> + 1.19 L
	Bloque 2 (Banca 3)	
	Bloque 3 (Banca 10)	
T5	Bloque 1 (Banca 9)	14 kg/m <sup>2</sup> + 1.19 L
	Bloque 2 (Banca 1)	
	Bloque 3 (Banca 3)	
T8	Bloque 1 (Banca 7)	24 kg/m <sup>2</sup> + 1.19 L
	Bloque 2 (Banca 9)	
	Bloque 3 (Banca 2)	

Fuente: elaboración propia, 2017.

#### 2.5.7.4 Monitoreo para el control de plagas y enfermedades

El monitoreo se realizó a través de recorridos por la plantación 3 veces por semana para controlar Antracnosis (*Colletotrichum sp*) principal limitante que afecta los niveles de producción. El Control de antracnosis se realizó a través de aplicaciones de Polyram, Dithane NT 80 WP, Antracol 70 WP en los puntos identificados con el hongo.

La plaga más común monitoreada fue: gusano (*Spodoptera sp*). El control de esta plaga se realizó a través de aplicaciones de Proclaim en las áreas que presentaban el daño.

#### 2.5.7.5 Control de malezas y fitocontrol

Una vez trazada el área experimental debido a las condiciones de los bancales se realizó el desmalezado, saneo de fitoplasma, extracción de hoja amarilla y extracción de material vegetal seco con la finalidad que las unidades experimentales no fueran afectadas en sus resultados finales. Los saneos de fitoplasma se realizaron a cada 45 días.

#### 2.5.7.6 Fertirriego

El fertirriego se realizó semanalmente con aplicaciones de Nitran 34 %, Nitrato de K, Nitrato de Mg, MAP (12-61-0), Ca y melaza en la primera semana y a los 15 días se aplicó Nitran 34 %, Nitrato de K, Nitrato de Mg, MAP (12-61-0), Ca y Amidas. Estas aplicaciones se hicieron durante todo el ciclo de la investigación.

#### 2.5.7.7 Fertilización

La fertilización se realizó a cada 45 días a través de aplicaciones de Hydran Plus (19-4-19), Novatek y Blaukorn. Las aplicaciones se realizaron al voleo con el fin de distribuir homogéneamente el fertilizante y no provocar quemaduras en la plantación.

#### 2.5.7.8 Riego

El riego fue por aspersión y se regó 40 min todos los días. El sistema de riego utilizado en la finca está seccionado por áreas, utilizando aspersores de impacto con diseño de una sola boquilla, para máximo alcance y un caudal de 1.12 GPM a 1.28 GPM (216 L/h a 246 L/h). El sistema de riego es accionado por una bomba hidráulica.

### **2.5.8 Diseño experimental**

Debido a que se estudió simultáneamente el efecto de dos factores, y donde los tratamientos se formaron por la combinación de los diferentes niveles de cada uno de los factores, se empleó un diseño experimental bifactorial combinatorio con un proceso de aleatorización de bloques al azar, obteniendo un total de 9 combinaciones de los tratamientos más un testigo con el fin de alcanzar mayor eficiencia en el uso de los recursos experimentales disponibles, al estudiar dos o más factores en un único experimento.

### **2.5.9 Análisis de la información**

Se obtuvieron los datos de número de brotes por tratamiento y el número de ramos por tratamiento de acuerdo a los estándares de clasificación. Se trasladaron los datos a una tabla de excel y posteriormente se realizó un análisis de varianza a través de INFOSTAT para determinar si dichos tratamientos diferían significativamente entre sí.

Una vez aceptada la existencia de diferencias entre los efectos del factor A (material a evaluar) y el factor B (peso), en conocer qué tratamientos concretos producen mayor efecto o cuáles son los tratamientos diferentes entre sí, se realizaron prueba de medias de Tukey.

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1 Incidencia de brotación (brotes/tramo cuadrado/semana)

En la figura 14 se observa el comportamiento de la incidencia de brotación a través del tiempo durante el periodo de la evaluación. Los datos que respaldan este gráfico se encuentran en el cuadro 31A.

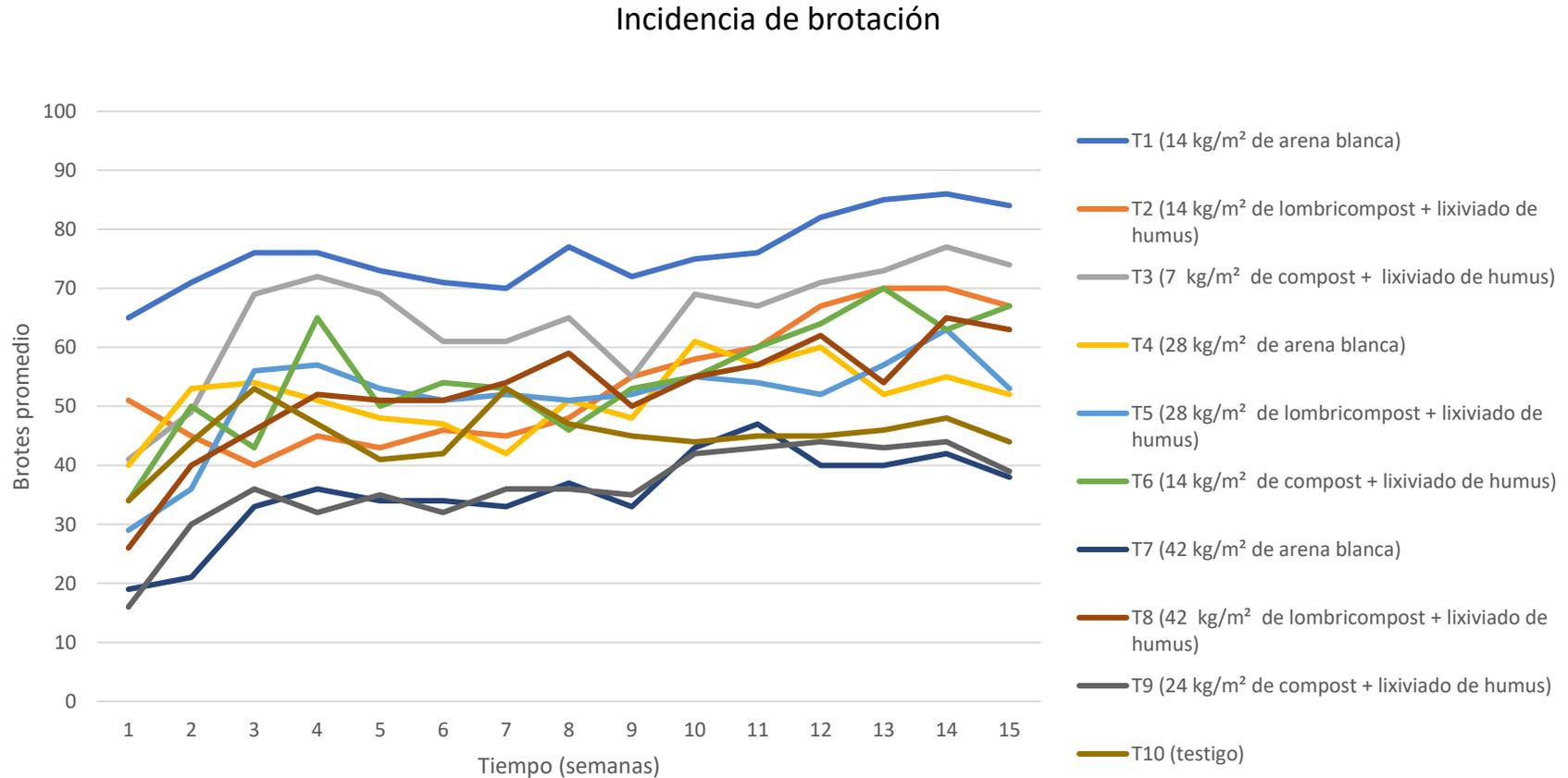


Figura 14. Gráfica del comportamiento de la incidencia de brotación, en Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*)

En la figura 14, se observa que el tratamiento 1 referente a 14 kg/m<sup>2</sup> de arena blanca muestra un comportamiento de incremento en incidencia de brotación a partir de la semana 12, 13, 14, y 15. Se obtuvo mayor incidencia por varios factores: la composición granulométrica que poseía la arena blanca, el pH, niveles de macro y micronutrientes. La composición de la arena blanca comprendida en: 8.57 % arcilla, 43.72 % limo y 47.71 % de arena (cuadro 29A), como ventaja la arena tiene mayor capacidad de aireación y así facilitó la emergencia de brotes, pero tiene la desventaja de que esta fuente inorgánica posee una capacidad de retención del agua media (20 % del peso y más del 35 % del volumen). El pH de la arena blanca: 5.7 (moderadamente ácido) influyó en el desarrollo del cultivo de Leather leaf, siendo el rango adecuado de 5.5 – 6.0, según Atehortúa, 1999. Las cantidades disponibles de N, K, Cu, Zn, Fe y Mn se encuentran por debajo de los niveles que requiere el cultivo (cuadro 6).

El tratamiento 3 (7 kg/m<sup>2</sup> de compost con lixiviado de humus) obtuvo un comportamiento de incidencia inestable a causa de que el pH del compost era de 4.9 (muy fuertemente ácido) y el lixiviado con pH de 8.4 (moderadamente alcalino) siendo estos, no aptos para el cultivo de Leather leaf. Según análisis de laboratorio los niveles de N, P, K, Mg se encuentran en niveles inferiores y los micronutrientes en niveles superiores de lo requerido por el cultivo (cuadro 6) factores que pudieron intervenir en la incidencia inestable de brotación.

En el tratamiento 7 (42 kg/m<sup>2</sup> de arena blanca) se observa la menor incidencia de brotes durante toda la evaluación debido a que esta parcela presentaba el mayor peso del tratamiento (42 kg/m<sup>2</sup>) y que los niveles de N, K, Cu, Zn, Fe, y Mn proporcionados por la arena blanca se encontraban por debajo de lo requerido por el cultivo (cuadro 6), impidiendo así que los brotes emergieran con facilidad.

En la figura 15 se presenta el gráfico correspondiente a incidencia de brotación para los 10 tratamientos evaluados.

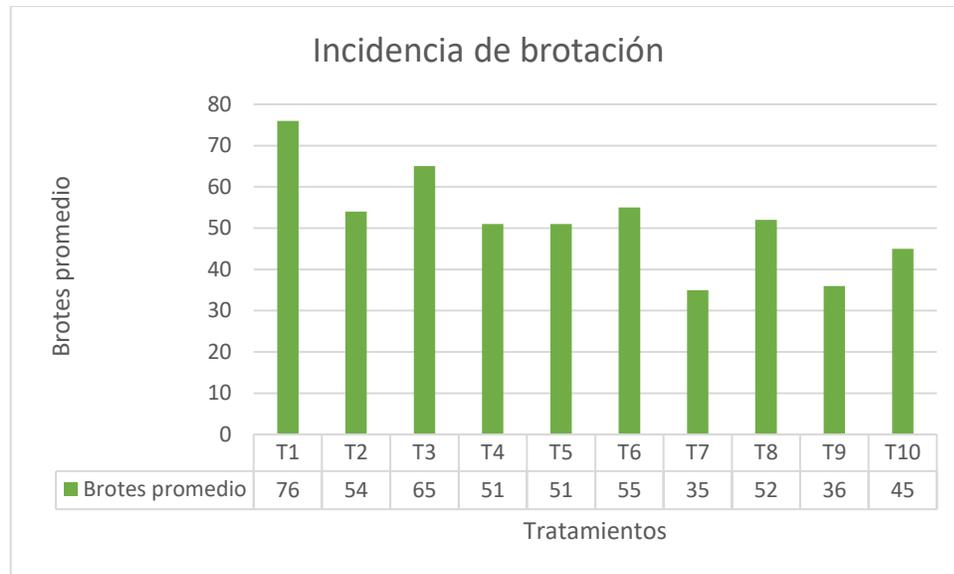


Figura 15. Gráfico del número de brotes promedio obtenidos por tratamiento

En la figura 15, se observa que el tratamiento 1 referente a  $14 \text{ kg/m}^2$  de arena blanca muestra mayor producción de brotes, como se mencionó anteriormente la arena blanca influyó gracias a su composición granulométrica: 8.57 % arcilla, 43.72 % limo y 47.71 % de arena y la capacidad de aireación que esta brinda al cultivo.

En el tratamiento 7 referente a  $42 \text{ kg/m}^2$  de arena blanca se observa la menor cantidad de brotes promedio obtenidos durante la evaluación. La razón se debe a que este tratamiento poseía el mayor peso, impidiendo que los brotes emergieran.

Se realizó análisis de varianza a los datos de incidencia de brotación, cuyos resultados se presentan en el cuadro 17.

Cuadro 17. Análisis de la varianza de incidencia de brotación entre los tratamientos

Variable	N	$R^2$	$R^2 \text{ Aj}$	CV
Incidencia de brotación	27	0.58	0.39	27.71

N corresponde al número de unidades experimentales entre los tratamientos y las repeticiones, para esta variable fueron 27 unidades experimentales.

$R^2$  es de 58 % de la variabilidad total de los datos de incidencia de brotación, como es menor al 100 % puede considerarse un buen ajuste al modelo.

El nivel estimado del coeficiente de variación es de 20 %, para la variable incidencia de brotación el CV está por arriba de lo estimado (27.71 %) indica un alto error experimental, como consecuencia poca capacidad del experimento para detectar diferencias significativas entre los tratamientos. El hecho de que el coeficiente de variación sea alto puede deberse no solamente al mal manejo del experimento, sino también a: tipo de variable de respuesta (escala de medición), tipo de tratamientos y errores en el análisis de la información.

El factor que posiblemente influyó en la existencia de alto error experimental para la variable incidencia en la brotación, se presentó al momento de realizar el conteo de los brotes en donde no se contabilizaron brotes de 1 cm que eventualmente estaban cubiertos por cualquier tipo de material vegetal.

Se realizó un resumen de la varianza a los datos de incidencia de brotación entre tratamientos, cuyos resultados se presentan en el cuadro 18.

Cuadro 18. Resumen de la varianza de incidencia de brotación entre tratamientos

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	4615.41	8	576.93	3.11	0.0218
FACTOR A	115.63	2	57.81	0.31	0.7363
FACTOR B	3237.85	2	1618.93	8.72	0.0023
FACTOR A*FACTOR B	1261.93	4	315.48	1.70	0.1941
Error	3342.67	18	185.70		
Total	7958.07	26			

Según el análisis de varianza efectuado con un nivel de significancia del 5 % se puede discutir:

Como el p-valor del factor A “material evaluado” (0.7363) es mayor a 0.05 indica que no existe diferencia significativa entre la arena blanca, lombricompost, compost y lixiviado de humus, seguramente por las cantidades de macro y micronutrientes que estos materiales aportaban y que no cumplían con lo requerido por el cultivo.

Como el p-valor del factor B “peso” (0.0023) es menor a 0.05 indica que existe diferencia significativa entre los pesos evaluados para la incidencia de brotación. Por ende, fue necesario realizar una prueba de Tukey para identificar que tratamiento producía mayor efecto. Se presentó diferencia significativa entre los pesos debido a que existía gran divergencia entre el menor peso (7 kg) y el mayor peso (42 kg) esto influía en la facilidad que tenía el brote de emerger.

Como el p-valor de la interacción del material evaluado y el peso (0.1941) es mayor a 0.05 indica que no existe interacción entre el material y el peso evaluado para la incidencia de brotación. No existió diferencia significativa en consecuencia de que el factor A (material evaluado) no tuvo significancia y el factor B (peso) si tuvo significancia entre los diferentes pesos aplicados.

En base a que no existió diferencia significativa en el uso de arena blanca, lombricompost, compost y lixiviado de humus, pero si existió diferencia significativa en los pesos evaluados (7 kg, 14 kg, 28 kg y 42 kg) se puede definir que los pesos si influyen y son determinantes al momento de realizar la aplicación de cualquier tipo de material.

Se realizó una prueba de Tukey para el factor peso entre tratamientos, dichos resultados se presentan en el cuadro 19.

Cuadro 19. Prueba de Tukey para el factor peso entre tratamientos

<b>FACTOR B</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E.</b>	
B1	63.56	9	4.54	A
B2	47.00	9	4.54	B
B3	37.00	9	4.54	B

Estadísticamente y con una confianza del 95 %, se puede decir que para el factor B1 (14 kg) existe una diferencia significativa en cuanto a la incidencia de brotación con media de 63.56 brotes, siendo el tratamiento que generó mayor cantidad de brotes acumulada a través del tiempo.

Se realizó un análisis de varianza para la variable incidencia de brotación entre tratamientos y el testigo, dichos resultados se presentan en el cuadro 20.

Cuadro 20. Análisis de varianza, incidencia de brotación entre tratamientos y testigo

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
Incidencia de brotación	6	0.86	0.82	14.23

Para fines prácticos se realizó un resumen de varianza para la variable incidencia de brotación entre tratamientos y el testigo, dichos resultados se presentan en el cuadro 21.

Cuadro 21. Resumen de varianza, incidencia de brotación entre tratamientos y testigo

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	1700.17	1	1700.17	24.52	0.0078
TRATAMIENTOS	1700.17	1	1700.17	24.52	0.0078
Error	277.33	4	69.33		
Total	1977.50	5			

Según el análisis de varianza efectuado con un nivel de significancia del 5 % se puede discutir:

Como el p-valor de los tratamientos (0.0078) es menor a 0.05 indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo para la incidencia de brotación. Los tratamientos presentaron diferencia significativa sobre el testigo debido que al momento de aplicar los tratamientos se estaba aportando cantidades de macronutrientes, micronutrientes y porcentaje de materia orgánica respecto a los tratamientos de compost y lombricompost. Estas aportaciones no las recibía el testigo, estaba establecido en suelos franco arenosos con pH de 4.6 (cuadro 27A) siendo no ideal para el Leather leaf, repercutiendo así en la incidencia de brotación.

Se realizó una prueba de Tukey para comparar el mejor tratamiento con el testigo, dichos resultados se presentan en el cuadro 22.

Cuadro 22. Prueba de Tukey para tratamientos y testigo

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E.</b>	
A1B1	75.33	3	4.81	A
TESTIGO	41.67	3	4.81	B

Estadísticamente y con una confianza del 95 %, se puede decir que entre el tratamiento A1B1 (14 kg de arena blanca) y el testigo, existe una diferencia significativa en cuanto a la incidencia de brotación con media de 75.33 brotes, siendo el tratamiento que generó mayor incidencia de brotes acumulada a través del tiempo.

El tratamiento de 14 kg de arena blanca presentó mayores resultados gracias a la combinación de ambos factores (material evaluado y peso). La arena influyó en cuanto a proporcionarle al suelo las siguientes características químicas: pH de 5.7 (moderadamente ácido) requerido por el cultivo, 0.12 % N, 8.64 ppm de P, 120 ppm de K, 1.56 ppm de Ca, 0.57 ppm de Mg, 1 ppm de Cu, 0.1 ppm de Zn, 13.5 ppm de Fe y 3 ppm de Mn, estos nutrientes contribuyeron al proceso de fotosíntesis, respiración, formación de paredes celulares y actuando en el metabolismo de los carbohidratos en la frondas del Leather leaf. Sin embargo, el porcentaje de CIC (5.39 %) es muy bajo debido a que está por debajo del 10 % establecido, indicando que este material necesita aporte de materia orgánica para elevar las CIC. La conductividad eléctrica es de 0.1 dS/cm, cantidad de sales necesaria para el buen desarrollo del cultivo. El peso de 7 kg influyó a que el brote emergiera con facilidad, brindándole mayor capacidad de aireación.

### 2.6.2 Calidad de la fronda (ramos por calidad/tramo cuadrado)

Para la determinación de esta variable se seleccionaron 20 parcelas de 7.5 m<sup>2</sup>, cada un equivalente a un tramo cuadrado (un tramo cuadrado es semejante a un tratamiento), en las mismas se contabilizó la totalidad de frondas clasificadas en base a la calidad obtenida por tratamiento en cada cosecha, posteriormente se tabularon los datos y se estimó el número de ramos/tramo cuadrado de acuerdo a la calidad de las frondas (figura 16)

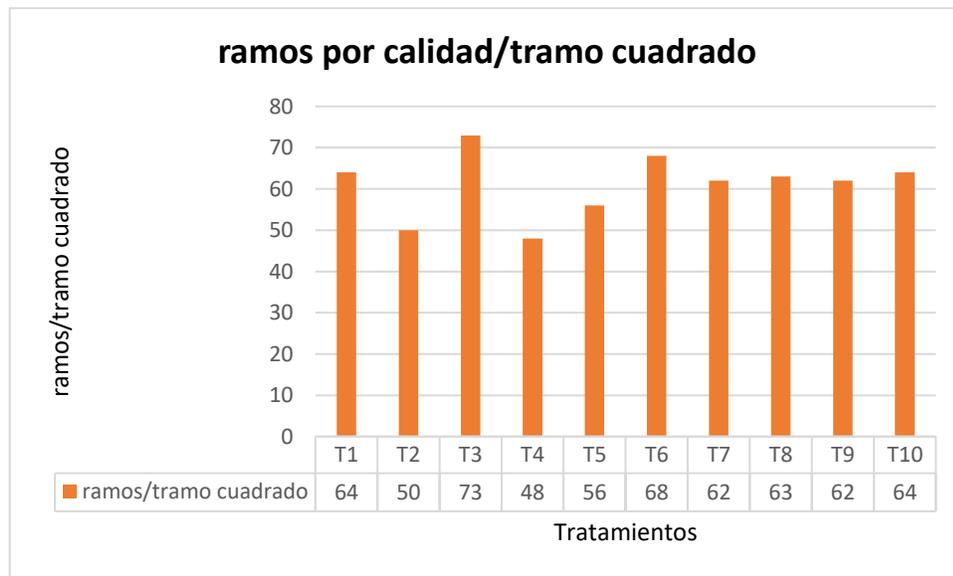


Figura 16. Gráfico de la cantidad de ramos obtenidos por tramo cuadrado, en Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*)

En la figura 16, se observa que el tratamiento 3 referente a 7 kg/m<sup>2</sup> de compost con lixiviado de humus muestra un comportamiento mayor respecto al número de ramos/tramo cuadrado en comparación con los demás tratamientos.

En el tratamiento 4 referente a 28 kg/m<sup>2</sup> de arena blanca se observa la menor cantidad de ramos/ tramo cuadrado.

Se realizó un gráfico para determinar el comportamiento de las frondas con respecto a los estándares de clasificación para su exportación (figura 17)

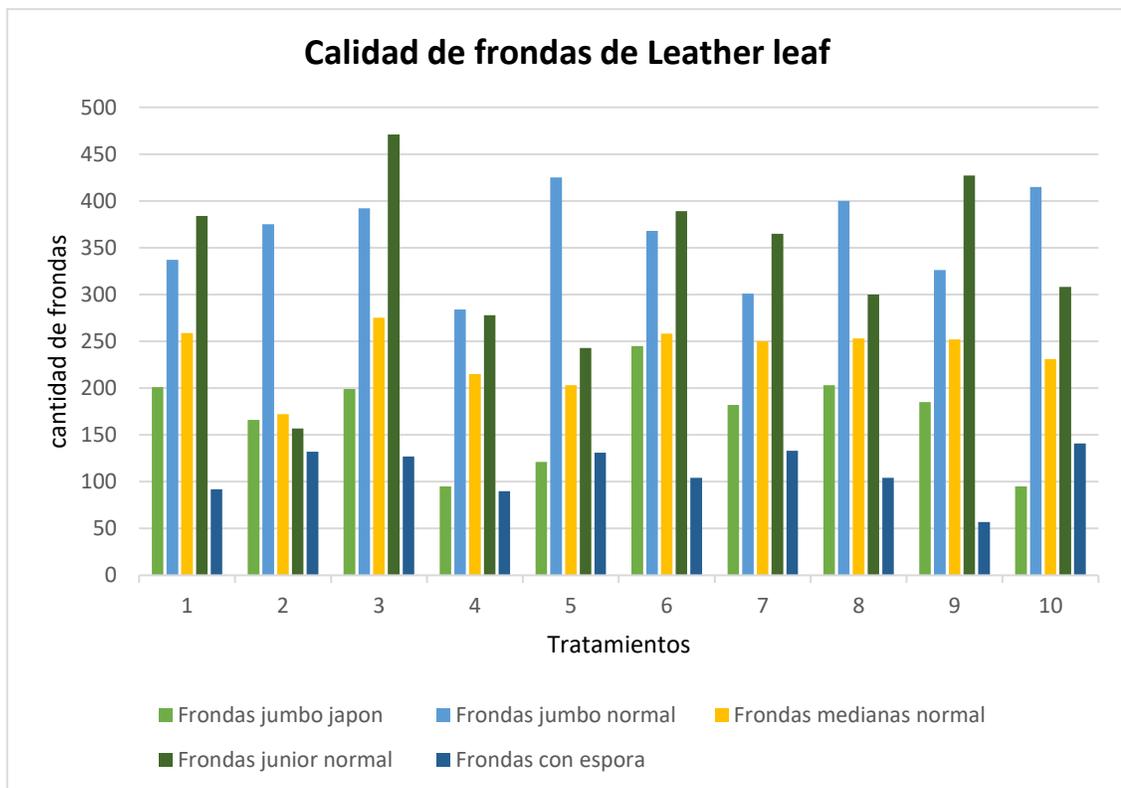


Figura 17. Gráfico del comportamiento de la cantidad de frondas de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*)

En la figura 17, se observa que el tratamiento 6 (14 kg de compost con lixiviado de humus) obtuvo la mayor cantidad de frondas calidad jumbo japon, alcanzando una producción de 245 frondas, la calidad jumbo normal está reflejada en el tratamiento 5 (28 kg de lombricompost con lixiviado de humus) alcanzando una producción de 425 frondas. El tratamiento 3 referente a 7 kg/m<sup>2</sup> de compost con lixiviado de humus muestra la mayor cantidad de frondas de calidad junior y medianas, a diferencia del resto de los tratamientos. Los factores incidentes del porque los tamaños obtenidos en este tratamiento (frondas junior y medianas) se debe a que el compost presentaba niveles bajos de N, P, K, Mg (cuadro 28A) y los niveles de Na, Cu, Zn, Fe y Mn se encontraban por arriba de lo requerido por el cultivo. Sumando a estos factores el pH tanto del compost (4.9) como del lixiviado (8.4) no son los óptimos para el desarrollo del Leather leaf (pH de 5.5 – 6.0)

En el tratamiento 6 referente a 14 kg/m<sup>2</sup> de compost con lixiviado de humus se observa la mayor cantidad de frondas calidad japon. La calidad japon es la mejor calidad de frondas que se pueden obtener en este cultivo, se caracterizan por ser frondas con tallos rectos y frondas libres de esporas. Los factores influyentes en haber obtenido esta cantidad de frondas japon fueron: cantidad de kg aplicados, niveles de macronutrientes bajos y niveles de micronutrientes por arriba de lo requerido por el Leather leaf. (cuadro 28A)

En el tratamiento 5 referente a 28 kg/m<sup>2</sup> de lombricompost con lixiviado de humus se observa la mayor cantidad de frondas calidad jumbo esto debido a que el lombricompost presentaba niveles óptimos de P, Ca, Cu, Mn (cuadro 24A) requeridos por el cultivo. Se hubiera obtenido mayor cantidad de frondas jumbo pero por los bajos niveles de N, K, Mg y Zn no sucedió de esta manera. (cuadro 28A)

En el T10 referente al testigo se observa la mayor cantidad de frondas con espora, este es un factor limitante de comercialización debido a que la demanda de frondas con espora no es frecuente. Los factores influyentes en la presencia de frondas con esporas son el clima, la variedad del helecho y la alta cantidad de K disponible en el suelo, elemento que contribuye al crecimiento y reproducción de las plantas.

Se realizó un análisis de varianza para la variable calidad de fronda, dichos resultados se presentan en el cuadro 23.

Cuadro 23. Análisis de la varianza de calidad de fronda

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
Calidad de fronda	27	0.10	0.00	43.95

N corresponde al número de unidades experimentales entre los tratamientos y las repeticiones, para esta variable fueron 27 unidades experimentales.

R<sup>2</sup> es de 10 % de la variabilidad total de los datos de calidad de fronda, como es menor al 100 % puede considerarse un buen ajuste al modelo.

El nivel estimado del coeficiente de variación es de 20 %, para la variable calidad de fronda el CV está por arriba de lo estimado (43.95 %) indica un alto error experimental, como consecuencia poca capacidad del experimento para detectar diferencias significativas entre los tratamientos. El hecho de que el coeficiente de variación sea alto puede deberse no solamente al mal manejo del experimento, sino también a: tipo de variable de respuesta (escala de medición), tipo de tratamientos y errores en el análisis de la información.

Los factores que posiblemente influyeron en la existencia de alto error experimental para la variable calidad de fronda, fueron: el corte de frondas por calidad, que probablemente al momento de ser cosechadas, los cortadores no extraían de las unidades experimentales todas las frondas que estaban a punto de corte. La contabilización de las frondas cosechadas también pudo ser uno de estos factores, logrando confundir las frondas con otro tipo de calidad.

Con fines prácticos se realizó un resumen de la varianza para la variable calidad de fronda, dichos resultados se presentan en el cuadro 24.

Cuadro 24. Resumen de la varianza de calidad de fronda

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	163.33	8	20.42	0.25	0.9735
FACTOR A	74.00	2	37.00	0.46	0.6396
FACTOR B	13.56	2	6.78	0.08	0.9198
FACTOR A*FACTOR B	75.78	4	18.94	0.23	0.9152
Error	1453.33	18	80.74		
Total	1616.67	26			

Según el análisis de varianza efectuado con un nivel de significancia del 5 % se puede discutir:

Como el p-valor del factor A “material evaluado” (0.6396) es mayor a 0.05 indica que no existe diferencia significativa entre los materiales evaluados para la incidencia de brotación.

Como el p-valor del factor B “peso” (0.9198) es mayor a 0.05 indica que no existe diferencia significativa entre los pesos aplicados para la incidencia de brotación.

Como el p-valor de la interacción material evaluado y peso (0.9152) es mayor a 0.05 indica que no existe interacción entre el material evaluado y el peso para la incidencia de brotación. Por tal razón de no existir diferencia significativa entre los tratamientos, no es necesario realizar la prueba de Tukey. Se realizó un análisis de varianza para la variable calidad de fronda entre tratamientos y el testigo, dichos resultados se presentan en el cuadro 25.

Cuadro 25. Análisis de varianza de calidad de fronda entre tratamientos y testigo

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
Calidad de fronda	6	0.59	0.49	23.30

Con fines prácticos se realizó un resumen de la varianza para la variable calidad de fronda, entre tratamientos y el testigo, dichos resultados se presentan en el cuadro 26.

Cuadro 26. Resumen de la varianza de calidad de fronda entre tratamientos y testigo

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	140.17	1	140.17	5.76	0.0744
TRATAMIENTOS	140.17	1	140.17	5.76	0.0744
Error	97.33	4	24.33		
Total	237.50	5			

Según el análisis de varianza efectuado con un nivel de significancia del 5 % se puede discutir lo siguiente: Como el p-valor de los tratamientos (0.0744) es mayor a 0.05 indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo para la calidad de fronda (cuadro 26). Por ende, no es necesario realizar la prueba de Tukey. Los factores incidentes en que no existiera diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo se deben a que ningún tratamiento aportaba significativamente (Macronutrientes, micronutrientes y materia orgánica) sobre el testigo. Otro factor influyente fue la textura del suelo: franco arenoso con pH de 4.6 no óptimos del Leather leaf.

La disponibilidad de los macronutrientes es esencial para el adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo de Leather leaf y para obtener rendimientos elevados. El porcentaje de NT requerido por el cultivo es de 3.50, la arena blanca aportaba 0.12 %, el compost 1.72 %, el lombricompost 0.88 % y el lixiviado de humus 0.02 %. Estos niveles inferiores perjudicaron los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal de las frondas. La cantidad de P requerido por el cultivo es de 4,000 ppm, la arena blanca aportaba 8.64 ppm, el compost 2,900 ppm, y el lixiviado de humus 93.2 ppm, estos materiales contenían niveles inferiores requerido por el cultivo impidiendo la participación de este elemento en todas las reacciones energéticas del metabolismo. La cantidad de K requerido por el cultivo es de 30,000 ppm, en los materiales evaluados estaba contenido de la siguiente manera: 120 ppm en la arena blanca, 8,100 ppm en el compost, 12,500 ppm en el lombricompost y 4,250 ppm en el lixiviado de humus, todos por debajo de lo requerido impidiendo que el K funcionará como activador de numerosas enzimas de crecimiento.

## 2.7 CONCLUSIONES

1. La aplicación de los 10 tratamientos evaluados conformados por arena blanca, lombricompost con lixiviado de humus y compost con lixiviado de humus tuvieron efecto en lograr incrementar el número de brotes vegetativos más no en mejorar la calidad de fronda del cultivo de Leather leaf. El tratamiento que reflejó mayor significancia en la variable incidencia en la brotación fue el tratamiento conformado por 14 kg de arena blanca.
2. El tratamiento incorporado que obtuvo mejores resultados en la incidencia de brotación fue el tratamiento 1 (14 kg de arena blanca) con una media de 75 brotes a las 20 semanas de haber iniciado la evaluación, en comparación al testigo que obtuvo una media de 42 brotes. El incremento en la brotación se hizo notorio debido a que el cultivo inicialmente contenía 35 brotes promedio y al finalizar la evaluación se alcanzaron 75 brotes. Los factores que influyeron en estos resultados fueron: composición granulométrica que poseía la arena, cantidad de macro y micronutrientes, pH y textura, permitiendo mayor capacidad de aireación y facilitando la emergencia de brotes.
3. Los resultados de calidad de fronda no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, sin embargo, los tratamientos que obtuvieron mayor número de frondas fueron los siguientes: calidad jumbo japonés fue el tratamiento 6 (14 kg de compost con lixiviado de humus) alcanzando en producción las 245 frondas, calidad jumbo normal fue el tratamiento 5 (28 kg de lombricompost con lixiviado de humus) alcanzando en producción las 425 frondas. En comparación el testigo obtuvo la mayor cantidad de frondas con espora. Los factores incidentes en que no existiera diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo se deben a que ningún tratamiento aportaba cantidades significativas de macronutrientes, micronutrientes y materia orgánica.

## 2.8 RECOMENDACIONES

1. Para obtener una mayor cantidad de brotes vegetativos y alcanzar promedios de hasta 75 brotes a las 20 semanas de la aplicación, se deben hacer aplicaciones de 14 kg de arena blanca con la siguiente composición granulométrica: 8.57 % arcilla, 43.72 % limo y 47.71 % arena. Las aplicaciones se deben hacer por tramo cuadrado.
2. Realizar un estudio del efecto de incrementar la dosis de lixiviado de humus con los 7 kg de compost, para identificar si de esta forma se logra obtener diferencia significativa en la mejora de la calidad de fronda. La razón de incrementar la dosis a los 7 kg de compost se debe a que fue el tratamiento que obtuvo mayor cantidad de ramos/tramo cuadrado.
3. Realizar un análisis económico para identificar si es factible para la finca proceder con las aplicaciones de compost.
4. Continuar con el uso de arena blanca extraída de terrenos propios de la finca Tropicultivos ubicados en aldea el Tunal, Salamá Baja Verapaz. Al sur de la afluencia del río Payaque en el río la estancia y al oeste del río Sibabaj, en la parte sur del valle de Salamá, sierra de Chuacús, por la calidad de su composición granulométrica.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPORT (Asociación Gremial de Exportadores, Guatemala). 2011. Ventajas competitivas (en línea). Consultado 25 feb. 2017. Disponible en <http://www.export.com.gt/Portal/Entities/ShowContent.aspx?Eid=1890&Path=Documents/ImgLinks/2007-09/1890/ViewImgLinks.doc.NUEVO.doc&ContentType=application/msword&lid=572>.
2. Aguilar Asturias, C. 1991. Exportación de plantas ornamentales. Tesis Lícda. Admin. Empres. Guatemala, Universidad Francisco Marroquín, Facultad de Ciencias Económicas. 101 p.
3. Atehortúa, L; López, L; Pizano, M. 1999. Follajes: Helecho cuero, tree fern. Bogotá, Colombia, Hortitecnia. 56 p.
4. Bruch, D; Castillo, A; Tijia, B. 1990. Estudio de factibilidad sobre producción y exportación de plantas ornamentales de follaje en Guatemala. Guatemala, ProdeCorp / Agridec. s.p.
5. Castilblanco Flores, MJ. 2012. Plan de inversión para la producción de helecho hoja de cuero *Rumohra adiantiformis* para la exportación de Nicaragua a Holanda (en línea). Consultado 7 abr. 2018. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/943/1/AGN-2012-T012.pdf>
6. Farías, E. 1994. Física de suelos con enfoque agrícola. México, Trillas. 195 p.
7. García, S. 2001. Mitigación del impacto ambiental que generan los residuos sólidos del beneficio del café a partir de la producción de abono orgánico Cuba (en línea). Consultado 15 mar. 2017. Disponible en [http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar/articulos\\_05.htm](http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar/articulos_05.htm)
8. Gill, S; Clement, D. 2001. Plagas y enfermedades de los cultivos de flores, estrategias biológicas. Bogotá, Colombia, Hortitecnia. p. 223-225.
9. González Benavente-García, A; Bañón Arias, S; Fernández Hernández, JA. 1998. Cultivos ornamentales para complementos del ramo de flor: Helecho de cuero (capítulo 4). España, MundiPrensa. p. 155-196.

10. González Castiblanco, GP. 2004. Factibilidad de exportación de follaje helecho cuero para ramos o adornos frescos (en línea). Consultado 15 abr. 2017. Disponible en <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis151.pdf>
11. Gordillo Arriola, CC. 2013. Aporte a la producción de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) (en línea). Consultado 12 mar. 2017. Disponible en [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2855.pdf](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2855.pdf)
12. Havlin, JL; Beaton, JD; Tisdale, SL; Nelson, WL. 1999. Soil fertility and fertilizers, an introduction to nutrient management. 6 ed. Upper Saddle River, New Jersey, USA, Prentice Hall. 528 p.
13. Holdridge, L. 1969. Definiciones de los estratos de bosques nativos del inventario forestal (en línea). Consultado 12 mar. 2017. Disponible en [http://www.infona.gov.py/application/files/1714/3766/6323/ESTRATOS\\_DE\\_BOSQUES\\_DEL\\_IFN.pdf](http://www.infona.gov.py/application/files/1714/3766/6323/ESTRATOS_DE_BOSQUES_DEL_IFN.pdf)
14. Instituto de Educación Superior “Mariano Baquero”. 2015. Biología y geología (en línea). Consultado 26 mar. 2017. Disponible en <http://exxiccnn1iesmb.blogspot.com/2015/05/exxi-cn1eso-ud08-los-hongos-y-las.html>
15. Matheus, L. 2007. Eficiencia agronómica relativa e tres abonos orgánicos (vermicompost, compost, y gallinaza) en plantas de maíz (*Zea mays* L.). Perú, Laboratorio de Investigación de Suelos. p. 31-32.
16. Mirabelli, E. 2008. Lombricompostaje (en línea). Colombia. 4 p. Consultado 15 mar. 2017. Disponible en <http://www.lombricompostaje.com.ar/index.php>
17. OPM (Oficina Municipal de Planificación, San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala. 2017. La tierra con sabor a azúcar morena: Monografía del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala. 32 p.
18. Pérez, A; Céspedes, C; Núñez, P. 2008. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana (en línea). Consultado 12 mar. 2017. Disponible en <http://www.scielo.cl/pdf/rcsuelo/v8n3/art02.pdf>

19. VIFINEX, Guatemala. 2001. Manual técnico – manejo de viveros en plantas ornamentales y follajes (en línea). Consultado 15 mar. 2017. Disponible en <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/oirsa/50000078.pdf>
  
20. Zamora Figueroa, JM. 2016. Sistematización de experiencias en la producción de leather leaf como follaje cortado para exportación (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Consultado 15 abr. 2017. Disponible en [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_3050.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_3050.pdf)

## 2.10 ANEXOS

**Finca:** Tropicultivos III  
**Tipo de muestra:** Suelo  
**Fecha de recepción:** 04/05/2017  
**Análisis:** Químico del suelo

Cuadro 27A. Análisis químico del suelo

Corr	Identificación de muestras	%		Disponibles en ppm				Relación de cationes				Disponibles en ppm				Intercambiables en meq/100 gr					C.E.		
		pH	NT	P	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Mg/k	Ca/k	CaMg/k	Cu	Zn	Fe	Mn	M.O.	CIC	Ca	Mg	Na		K	%
	FCA Tropicultivos III																						
<b>1</b>	<b>Arena blanca</b>	5.7	0.12	8.64	120	1.56	0.57	2.7	1.9	5.1	6.9	1	1	13.5	3	0.03	5.39	0.75	0.58	0.23	0.59	39.89	0.1
<b>2</b>	<b>Suelo</b>	4.6	0.23	497	258	5.93	1.75	3.4	2.7	9	11.6	1.5	42.5	62	12.5	1.58	17.43	0.25	0.23	0.23	0.46	6.71	1.2

Fuente: laboratorio de Suelo-Planta-Agua "Salvador Castillo Orellana", 2017.

Niveles para interpretación	pH	NT	P	K	Ca	Mg	A	B	C	D	Cu	Zn	Fe	Mn
<b>Rango inferior</b>	5.5	0.2	45	200	8	2	4	3.9	15.6	19.6	1.5	4	10	10
<b>Rango superior</b>	6.5	0.4	60	250	12	4	3	6.3	18.8	25	2	6	15	15
<b>Promedio</b>	6	0.3	52.5	225	10	3	3.5	5.1	17.20488	22.3	1.75	5	12.5	12.5

### REFERENCIAS:

A= Relación Ca/Mg en meq/100 ml de suelo  
 B= Relación Mg/K en meq/100 ml de suelo  
 C= Relación Ca/K en meq/100 ml de suelo  
 D= Relación (Ca + Mg) K en meq/100 ml de suelo

Niveles de interpretación según Plan Analysis Handbook II. Harry A. Mills- J Benton Jones Jr. Micro-Macro Publishing Inc. 1996.

Cuadro 28A. Análisis químico de material orgánico sólido

IDENT	pH	mS/cm C.E.	%				ppm						%		C:N
			P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn	C.O.	NT		
Lombricompost	9.2	17.75	0.41	1.25	1.06	0.21	2,950	10	45	2,800	220	6.78	0.88	7.7:1	
Compost de Leather leaf	4.9	11.8	0.29	0.81	1.63	0.33	850	15	300	2,950	240	9.36	1.72	5.4:1	

Fuente: laboratorio de Suelo-Planta-Agua "Salvador Castillo Orellana", 2017.

Cuadro 29A. Análisis físico de suelos

IDENTIFICACION	Gr/cc Da	% HUMEDAD		%			CLASE TEXTURAL	
		1/3	15	Arcilla	Limo	Arena		
M-1	Arena blanca	0.8696	7.57	4.03	8.57	43.72	47.71	Franco
M-2	Suelo	0.8333	32.27	20.65	16.97	31.12	51.91	Franco Arenoso

Fuente: laboratorio de Suelo-Planta-Agua "Salvador Castillo Orellana", 2017.

Cuadro 30A. Análisis químico de lixiviado de humus

IDENTIFICACION	pH	mS/cm C.E.	Ppm									% NT
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	
M-3	8.4	13.56	93.2	4,250	150	138.75	0.3	0.4	5.1	1	560	0.02

Fuente: laboratorio de Suelo-Planta-Agua "Salvador Castillo Orellana", 2017.

Cuadro 31A. Resultados de incidencia de brotación (brotes/tramo cuadrado/semana)

<b>Semana</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>
1	65	51	41	40	29	34	19	26	16	34
2	71	45	49	53	36	50	21	40	30	44
3	76	40	69	54	56	43	33	46	36	53
4	76	45	72	51	57	65	36	52	32	47
5	73	43	69	48	53	50	34	51	35	41
6	71	46	61	47	51	54	34	51	32	42
7	70	45	61	42	52	53	33	54	36	53
8	77	48	65	51	51	46	37	59	36	47
9	72	55	55	48	52	53	33	50	35	45
10	75	58	69	61	55	55	43	55	42	44
11	76	60	67	57	54	60	47	57	43	45
12	82	67	71	60	52	64	40	62	44	45
13	85	70	73	52	57	70	40	54	43	46
14	86	70	77	55	63	63	42	65	44	48
15	84	67	74	52	53	67	38	63	39	44

Fuente: elaboración propia, 2017.

## GLOSARIO

- Brote vegetal: un brote vegetal surge a través de una yema dando paso a un nuevo tallo o una nueva porción de hojas que súbitamente aparecen; esta yema son partes del vegetal en donde existe la posibilidad de rápida división celular y por lo tanto un crecimiento relativamente significativo en función del tiempo.
- Camellón: es el área en donde está establecido el cultivo. Sus dimensiones son: 7.5 m de longitud por 1 m de ancho.
- Diploide: es una célula, un organismo o un tejido que cuenta con dos juegos de cromosomas. Los cromosomas, por su parte, son corpúsculos con aspecto de bastón en los cuales se distribuye la cromatina perteneciente al núcleo celular en el proceso de la meiosis y la mitosis.
- Espora: cuerpo microscópico unicelular o pluricelular que se forma con fines de dispersión y supervivencia por longitud tiempo (dormancia) en condiciones adversas, y que generalmente es una célula haploide.
- Esporofito: fase diploide pluricelular propia de las plantas, produce por meiosis esporas haploides (meiosporas), de cuyo desarrollo derivan individuos haploides, llamados gametófitos.
- Frondas: la fronda o el fronde es la única hoja grande que presentan los helechos verdaderos o esporofitos, está dividida en numerosos folíolos sésiles. Cada folíolo en su envés presenta corpúsculos marrones denominados soros que contienen a los esporangios.
- Gametofito: fase haploide de un vegetal destinada a producir gametos; es propio de las plantas de generación alternante, sexual y asexual.
- Haploide: poseen la mitad de la dotación completa de material genético, es decir de cromosomas.
- Helecho: planta herbácea, arbustiva o arborescente, según la especie, de frondes (hojas) lanceolados, provistos de nervadura abundante y unidos entre sí por la base; se reproduce mediante esporas.

- Meristemo: tejido joven o embrionario de los vegetales superiores que se halla en los lugares de crecimiento de la planta y está formado por células que se dividen continuamente para originar otros tejidos.
- Poder tampón: cantidad de ácido o base necesaria para modificar una unidad de pH y se estima como el recíproco de la pendiente de la curva de titulación con ácido o base.
- Polipasto: máquina compuesta por dos o más poleas y una cuerda, cable o cadena que alternativamente va pasando por las diversas gargantas de cada una de estas poleas.
- Prótalo: gametofito de las plantas pteridofitas; es una pequeña lámina verde, de forma acorazonada y fijada al suelo por pelos rizoides.
- Rizoma: tallo subterráneo con varias yemas que crecen de forma horizontal emitiendo raíces y brotes herbáceos de sus nudos. Los rizomas crecen indefinidamente.
- Rizoides: estructura equivalente a la raíz o parte inferior de las plantas que realiza la fijación al sustrato en algunos organismos acuáticos sésiles, tales como algas, crinoideos, cnidarios coloniales y esponjas.. Los rizoides varían en forma y función dependiendo de la especie y del tipo de sustrato.
- Soros: agrupación de esporangios localizado en los bordes o envases de una fronda fértil en helechos verdaderos y en la superficie de hongos y líquenes. En muchas especies de helechos los soros están protegidos por una cubierta llamada indusio.
- Tramo cuadrado: medida utilizada para nombrar el área de 1 m de ancho por 7.5 m de longitud en donde está establecido el cultivo de Leather leaf.
- Yema: órgano complejo de las plantas que se forma habitualmente en la axila de las hojas formado por un meristemo apical, (células con capacidad de división), a modo de botón escamoso (catáfilos) que darán lugar a hojas (foliíferas) y flores (floríferas)

**CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA TROPICULTIVOS III, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**



### 3.1 PRESENTACIÓN

El presente trabajo se realizó en la Finca Tropicultivos III, S.A. ubicada en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, tuvo como objetivo principal desarrollar una serie de servicios que proporcionaron apoyo a la finca y al mismo tiempo contribuyeron con la solución de algunos problemas.

La finca cuenta con varias unidades productivas, generando en cada una de ellas actividades tanto en el departamento de producción, cosecha y postcosecha.

Los servicios que se describen a continuación se hicieron en base a un diagnóstico elaborado de la finca, en el cual se identificó la priorización de los problemas. Tomando en cuenta esta información se determinaron los servicios siguientes: medición de aforo y presiones del sistema de riego, determinación de vida de anaquel de frondas de *Leather leaf (Rumohra adiantiformis)* y monitoreo de incidencia de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*)

Estos servicios se hicieron con el propósito de apoyar técnicamente a la finca, tratando de lograr que se reduzcan sus costos de producción y aumentar sus ingresos; así como mejorar sus técnicas de producción, cosecha y postcosecha.

Para el caso de la medición de aforo y presiones del sistema de riego se realizó debido a que la cantidad de agua que demanda el cultivo de *Leather leaf (Rumohra adiantiformis)* en algunas áreas no era suficiente y en otras sobrepasaba los requerimientos.

La determinación de vida de anaquel de frondas de *Leather leaf (Rumohra adiantiformis)* se realizó ante la problemática de deshidratación de hojas, amarillamiento y mancha foliar ya que esta se acelera o disminuye dependiendo si la temperatura aumenta o disminuye.

El monitoreo de incidencia de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) se realizó debido a que es la enfermedad que afecta mayormente al cultivo, precisamente en la época de invierno.

## 3.2 SERVICIO 1. MEDICIÓN DE AFORO Y PRESIONES DEL SISTEMA DE RIEGO

### 3.2.1 Objetivos

1. Determinar las descargas (L/min) de los turnos de riego de las secciones A, B y C.
2. Determinar las presiones (PSI) de los turnos de riego de las secciones A, B y C.

### 3.2.2 Metodología

1. Inicialmente se determinaron los turnos de riego de acuerdo a cada sección de las diferentes áreas (A, B, C). Esto se logró de acuerdo a la numeración de llaves y orden de los turnos de riego con que se regaba regularmente.
2. Posteriormente se determinó y actualizó el número de aspersores por turno de riego. Se logró de acuerdo a los registros que se tienen en la finca.
3. Seguidamente se realizaron los aforos de los turnos de riego a través de la medición de cuantos L/min se recolectaban en un beacker de 5 L. La selección de los aspersores para el aforo fue al azar, en donde se seleccionaron 3 aspersores por llave de riego. (figura 18)



Figura 18. Fotografía de la actividad de aforo del sistema de riego.

4. Después se realizaron las mediciones de presión de los turnos de riego a través de un manómetro, los aspersores seleccionados para las lecturas de presión fueron los mismos que se utilizaron para el aforo. (figura 19)



Figura 19. Fotografía de la actividad de medición de presión a través de manómetro

5. Finalmente se tabularon los datos recolectados en campo.

## 3.2.3 Resultados obtenidos

Cuadro 32. Datos de medición de aforo y presiones del sistema de riego de la sección A.

<b>Sección</b>	<b>No. turno</b>	<b>Aforo (L/min)</b>	<b>Presión (PSI)</b>	<b>No. aspersores</b>
A1-A3	1	3.8	18	164
A2	2	3.8	22	148
A3	3	4	22	172
A3-A4	4	3.8	14	149
A4	5	4.2	24	162
A4	6	5.2	30	168
A5	7	3.6	17	148
A5	8	4.6	28	114
A5	9	4.2	24	154
A5 Aspidistra	10	3.2	15	154
A6	11	4	20	146
A6	12	4.6	26	174
A6	13	4.5	22	166
A6	14	4	22	147
A7-A4	15	5.6	38	169
A7	16	5.2	38	157
A8	17	4.2	24	213
A8-A10	18	4.5	26	232
A9	19	4.4	24	164
A9	20	3.8	20	126
A10-A7	21	2.8	12	160
A10-A11	22	3.4	20	182
A11	23	5.2	30	114
A11	24	3.2	12	110
A12	25	3.8	18	123
A12	26	4.2	20	110

Cuadro 33. Datos de medición de aforo y presiones del sistema de riego de la sección B.

<b>Sección</b>	<b>No. turno</b>	<b>Aforo (L/min)</b>	<b>Presión</b>	<b>No. aspersores</b>
B1-B2	1	4.4	21	224
B2	2	5	27	213
B3	3	5	29	161
B4	4	4.4	24	231
B5-B6	5	4	18	220
B5 Aralia	6	4.8	19	169
B6	7	4	20	154
B7	8	5	30	163
B7	9	4.4	28	163
B8	10	3.8	19	278
B8	11	3.4	15	233
B9	12	3.4	16	224
B9-B10	13	3.2	15	210
B10	14	3.6	16	230
B11	15	4	22	208
B12	16	4.6	27	170
B12	17	4.54	27	193
B13	18	4	20	206

Cuadro 34. Datos de medición de aforo y presiones del sistema de riego de la sección C.

<b>Sección</b>	<b>No. turno</b>	<b>Aforo (L/min)</b>	<b>Presión</b>	<b>No. aspersores</b>
C1	1	2.8	12	243
C2	2	4	20	169
C2-C3	3	4.4	21	178
C2-C3	4	4.8	25	129
C2-C3	5	4.4	25	168
C3-C4-C5	6	3.2	19	176
C4	7	4	19	166
C5	8	3.8	21	157

### 3.2.4 Conclusiones

1. Se determinaron las descargas (L/min) de los turnos de riego de las secciones A, B y C mediante el aforo de 3 aspersores por llave de riego, los cuales fueron seleccionados al azar. La sección A presentó una descarga mínima de 2.8 L/min y una máxima de 5.6 L/min, la sección B presentó una descarga mínima de 3.2 L/min y una máxima de 5 L/min, la sección C presentó una descarga mínima de 2.8 L/min y una máxima de 4.8 L/min.
2. Se determinaron las presiones (PSI) de los turnos de riego de las secciones A, B y C a través de un manómetro en donde se seleccionaron 3 aspersores al azar por llave de riego para realizar la medición. La sección A presentó una presión mínima de 12 PSI y una máxima de 38 PSI, la sección B presentó una presión mínima de 15 PSI y una máxima de 30 PSI, la sección C presentó una presión mínima de 12 PSI y una máxima de 25 PSI.

### 3.2.5 Recomendaciones

1. Realizar 1 vez por semana mediciones de presión en 1 aspersor por área establecida a través de manómetro para identificar si la presión del sistema de riego por aspersión es la adecuada para el cultivo de Leather leaf.
2. Continuar con la numeración de las llaves para los turnos de riego y así lograr un mejor control.

## **3.3 SERVICIO 2. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE HOJAS JUMBO EXPUESTAS EN FLOREROS Y CONSUMO DE AGUA.**

### 3.3.1 Objetivos

1. Determinar el comportamiento de hojas en floreros a través del estado que estas presenten (amarillamiento, deshidratación o mancha foliar)
2. Cuantificar el consumo de agua por semana de las hojas en floreros.

### 3.3.2 Metodología

1. Inicialmente se determinaron las semanas en las cuales se tomarían los datos para evaluar el comportamiento de hojas en floreros y el consumo de agua de un ramo/semana, siendo estas comprendidas de la semana 27 a la semana 38.
2. Semanalmente se tenía una caja de muestreo que contenía ramos de diferentes tamaños (jumbo, mediano, junior) en donde se escogía un ramo de jumbo por semana, el cual sería tomado para evaluar el comportamiento de hojas en floreros y consumo de agua.

3. Cada ramo estaba conformado por 20 palmas de Leather leaf (*Rumohra adiantiformis*)
4. Seguidamente se colocaba el ramo/semana en un florero que contenía 800 ml de agua. (figura 20)



Figura 20. Fotografía de la prueba de floreros.

5. Después se realizaban lecturas todos los días para cuantificar palmas que se perdían por: amarillamiento, deshidratación o mancha foliar. Cada florero tenía un tiempo de evaluación de 15 días. (figura 21)



Figura 21. Fotografía de la determinación de presencia de hojas deshidratadas, amarillas o con manchas.

6. Posteriormente todos los días se realizaban lecturas de consumo de agua, en donde a través de una probeta se cuantificaba la cantidad de ml que absorbía el ramo por día.
7. Finalmente se tabularon los datos en base al comportamiento de hojas en floreros y consumo de agua, para realizar las respectivas gráficas.

### 3.3.3 Resultados obtenidos

Cuadro 35. Datos semanales del comportamiento de hojas en flores

<b>Semana</b>	<b>Amarillamiento (No. de hojas)</b>	<b>Deshidratación (No. de hojas)</b>	<b>Mancha foliar (No. de hojas)</b>
27	7	13	0
28	9	8	3
29	7	10	3
30	9	6	5
31	4	12	4
32	1	15	4
33	3	14	3
34	6	4	10
35	1	14	5
36	4	7	9
37	7	10	3
38	1	19	0

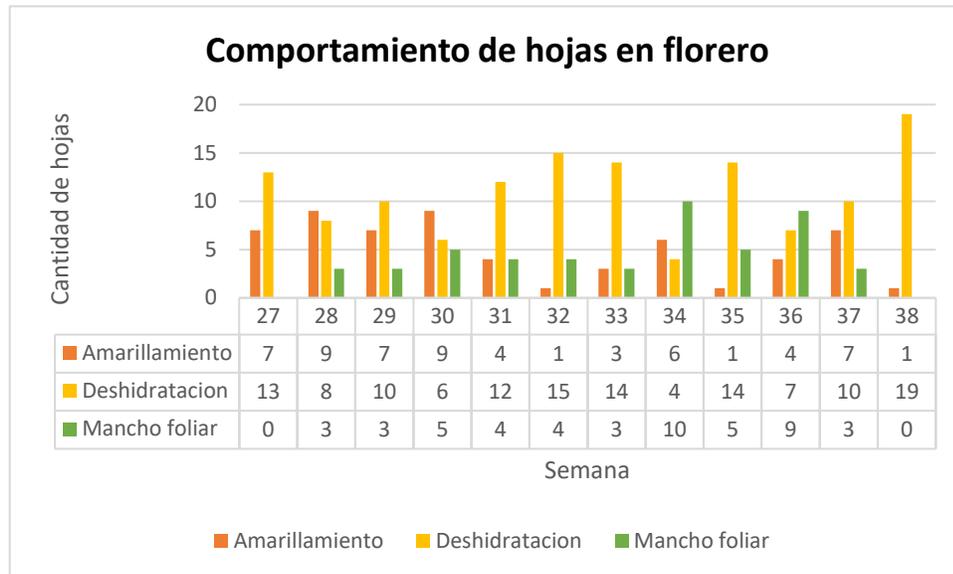


Figura 22. Gráfico del comportamiento de hojas en florero.

Cuadro 36. Datos semanales del consumo de agua total (ml)

<b>Semana</b>	<b>Consumo de agua total (ml)</b>
27	280
28	370
29	250
30	550
31	400
32	230
33	540
34	500
35	270
36	430
37	370
38	110

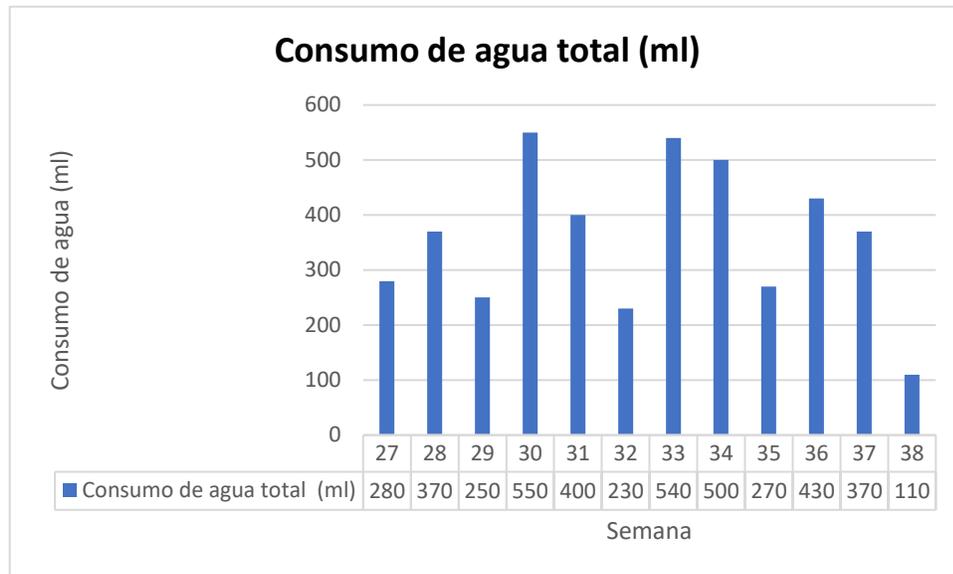


Figura 23. Gráfico del consumo de agua total (ml)

### 3.3.4 Conclusiones

1. Se determinó el comportamiento de hojas en floreros a través de cuantificar cuantas hojas tenían amarillamiento, deshidratación o mancha foliar. El mayor problema que presentaron las hojas fue deshidratación en las semanas 27, 29, 31, 32, 33, 35, 37,38. Seguidamente por amarillamiento en las semanas: 28, 30 y finalmente por mancha foliar en las semanas 34 y 36.
2. Se cuantificó el consumo de agua por semana de las hojas en floreros a través de una probeta que determinaba la cantidad de ml que absorbía el ramo por día. El mayor consumo de agua (550 ml) se obtuvo en la semana 30 y el menor consumo de agua (110 ml) se obtuvo en la semana 38.

### 3.3.5 Recomendaciones

1. Realizar la evaluación del comportamiento de hojas medianas y junior en floreros y consumo de agua, debido a que en esta evaluación solo se realizó para el tamaño jumbo.
2. En los resultados se muestra que la mayor cantidad de hojas se pierde por deshidratación, es recomendable mantener la temperatura ideal en cuarto frío, siendo esta de 4 °C.

## **3.4 SERVICIO 3. MONITOREO DE INCIDENCIA DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum acutatum*)**

### 3.4.1 Objetivos

1. Identificar las áreas que presentan mayor incidencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*)
2. Determinar el tiempo en que la incidencia de antracnosis empieza a decrecer.

### 3.4.2 Metodología

1. Inicialmente se determinaron las áreas en las cuales se estaría realizando el monitoreo de incidencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*), las áreas fueron seleccionadas en base a que presentaban mayor problema, siendo estas: A2, A4, A5, A6, A9, A10, A12 y B13. El monitoreo se realizó de la semana 33 a la semana 44 (la semana 33 a 44 comprende los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre)

2. La práctica de monitoreo consistía en recorrer las áreas seleccionadas con el objetivo de buscar frondas que presentaban síntomas de antracnosis de manera que se cubriera toda el área, haciendo el recorrido por las bancas de la plantación y dejando una banca de por medio.
3. Seguidamente se identificaban los focos de antracnosis por medio de una bandera de bambú. Se debe tener en cuenta al momento de identificar los focos de antracnosis que esta se puede confundir con daños mecánicos y daños de fitotoxicidad de productos químicos como fertilizantes, insecticidas y fungicidas. (figura 24)



Figura 24. Fotografía de las banderas utilizadas para el monitoreo de Antracnosis.

4. Después de identificar los puntos, se reportaban a los encargados de hacer el saneo y control a través de productos químicos como: Polyram, Antracol 70 WP y Mancozeb. Se utilizaban varios productos con el objetivo de evitar desarrollo de resistencia a los fungicidas. (figura 25)



Figura 25. Fotografía de foco detectado de Antracnosis.

5. Finalmente se tabularon los datos recolectados en campo para realizar la gráfica del comportamiento de la incidencia de antracnosis.

### 3.4.3 Resultados obtenidos

Cuadro 37. Datos semanales de puntos de antracnosis detectados.

	Semana											
Área	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
	# Puntos											
A-2	46	66	44	42	45	58	48	256	140	115	325	183
A-4	81	65	76	63	72	79	81	386	185	194	285	246
A-5	34	40	39	26	29	35	38	43	55	62	46	40
A-6	49	54	55	49	57	72	283	462	362	210	262	292
A-9	21	18	16	22	19	21	61	48	53	47	53	52
A-10	117	92	86	52	54	53	210	143	245	225	152	161
A-12	98	108	99	77	72	77	213	282	342	290	190	114
B-13	63	60	52	72	75	59	83	178	372	363	421	318

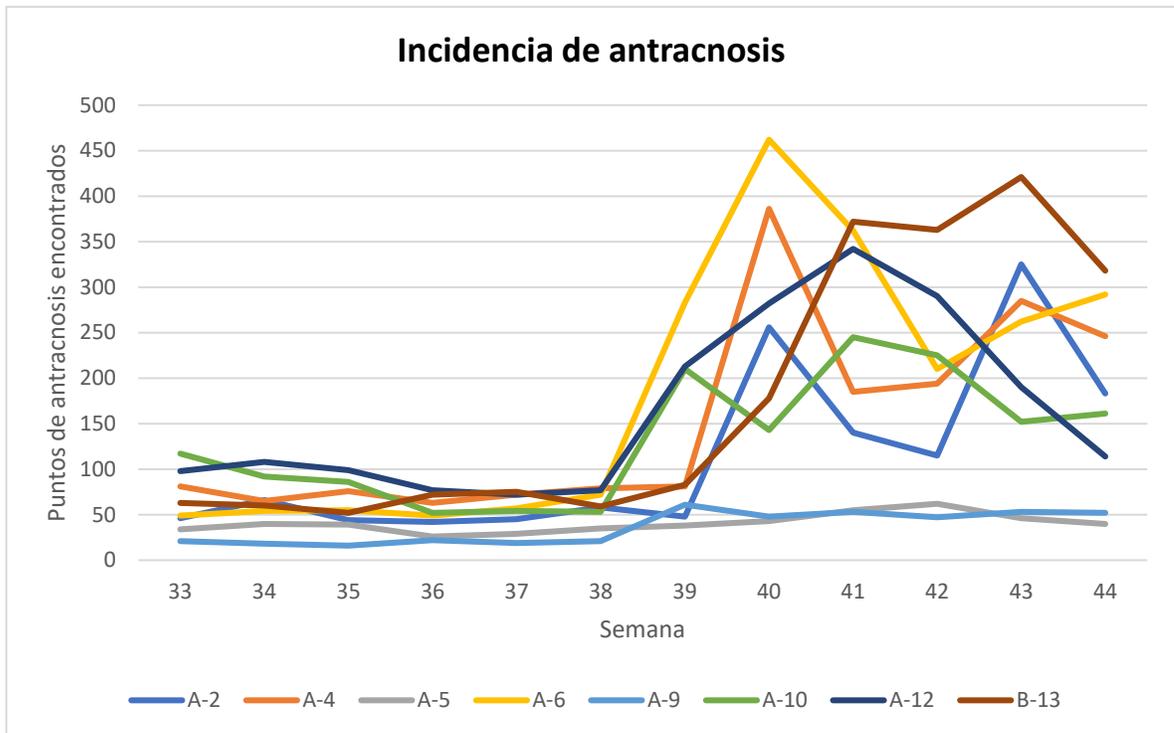


Figura 26. Gráfico del comportamiento de la incidencia de Antracnosis.

#### 3.4.4 Conclusiones

1. Las áreas identificadas con mayor incidencia de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) fueron las siguientes: A6 con puntos de antracnosis de hasta 462 en la semana 40, B13 con 421 puntos de antracnosis en la semana 43, A4 con 386 puntos de antracnosis en la semana 40 y A12 con 342 puntos de antracnosis en la semana 41. Una vez identificadas estas áreas se implementaron los respectivos saneos y controles.
2. El tiempo en que la incidencia de antracnosis empieza a decrecer según la gráfica de comportamiento de la incidencia es en la semana 44 para las áreas A2, A4 y B13 y para las áreas A5 y A12 en la semana 43, justamente cuando la época de invierno ha terminado.

### 3.4.5 Recomendaciones

1. Para las semanas 40, 41, 42 realizar un plan de acción enfocado a las aplicaciones constantes de fungicidas para el control de Antracnosis, debido a que estas son las semanas con mayor incidencia.
2. Para los focos con mayor incidencia de Antracnosis es recomendable identificarlos con un color de nylon por semana, esto con la finalidad de darle seguimiento al foco y así evitar que este se expanda.

### 3.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Gordillo Arriola, CC. 2013. Aporte a la producción de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) (en línea). Consultado 12 mar. 2017. Disponible en [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2855.pdf](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2855.pdf)
2. Wendy, A. 2012. Aumento de la vida útil en hojas ornamentales de la especie *Rumohra adiantiformis* durante el ciclo poscosecha. (en línea) Consultado 3 nov. 2017. Disponible en: <http://docplayer.es/15632109-Aumento-de-la-vida-util-en-hojas-ornamentales-de-la-especie-rumohra-adiantiformis-durante-el-ciclo-postcosecha.html>