

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man on a white horse, holding a staff, set against a blue background. Above the figure is a golden crown with a cross on top. To the left and right of the crown are golden lions. Below the figure are two golden columns. The entire scene is set against a green landscape with mountains. The Latin motto "CETERA SCRIBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE LEATHER LEAF
(*Rumohra adiantiformis* G.Forst Ching), COMO FOLLAJE CORTADO PARA
EXPORTACIÓN, AÑOS 2012-2015**

JUAN MANUEL ZAMORA FIGUEROA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

TRABAJO DE TESIS

**SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE LEATHER LEAF
(*Rumohra adiantiformis* G.Forst Ching), COMO FOLLAJE CORTADO PARA SU
EXPORTACIÓN, AÑOS 2012-2015**

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

JUAN MANUEL ZAMORA FIGUEROA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

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.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Bachiller industrial Milton Juan José Caná Aguilar
VOCAL QUINTO	P. Agr. Cristian Alexander Méndez López
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2016

Guatemala, noviembre de 2016

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

Honorables Miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado:

**SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE LEATHER LEAF
(*Rumohra adiantiformis* G.Forst Ching), COMO FOLLAJE CORTADO PARA SU
EXPORTACIÓN, AÑOS 2012-2015**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, agradezco la atención prestada a la presente.

Atentamente,

Juan Manuel Zamora Figueroa

Guatemala, noviembre de 2016

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas
Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Me dirijo a usted para manifestarle que atendiendo a mi responsabilidad como asesor, he procedido a asesorar y revisar el documento de graduación del estudiante Juan Manuel Zamora Figueroa, titulado: **SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE LEATHER LEAF (*Rumohra adiantiformis* G.Forst Ching), COMO FOLLAJE CORTADO PARA SU EXPORTACIÓN, AÑOS 2012-2015**. Considero que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes. Sin otro particular, suscribo la presente,

Respetuosamente,

Ing. Agr. Amilcar Sánchez

Colegiado 2131

Guatemala, noviembre de 2016

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas
Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Me dirijo a usted para manifestarle que atendiendo a mi responsabilidad como asesor, he procedido a asesorar y revisar el documento de graduación del estudiante Juan Manuel Zamora Figueroa, titulado: **SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE LEATHER LEAF (*Rumohra adiantiformis* G.Forst Ching), COMO FOLLAJE CORTADO PARA SU EXPORTACIÓN, AÑOS 2012-2015**. Considero que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes. Sin otro particular, suscribo la presente,

Respetuosamente,

Ing. Agr. Heisler Gómez

Colegiado 3059

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios: Por permitirme llegar a esta meta al lado de mi familia y darme tantas bendiciones.

Mis Padres: Gonzalo Zamora y Sonia Beatriz de Zamora, por darme la vida y haberme siempre educado con amor y ser un ejemplo a seguir.

Mi Esposa: Eunice Arévalo de Zamora, por estar siempre a mi lado y ser mi apoyo incondicional para seguir adelante con este proyecto maravilloso de vida que llevamos juntos, profesional y familiar el cual ya dio 3 bellos frutos, nuestros hijos. Te amo.

Mis hijos: Emilio, Martin, Diego, por ser la luz de mi vida y el motivo de seguir adelante.

Mis Hermanas: Las admiro y las amo, gracias por siempre estar cuando las necesite y gracias por amar tanto a mis hijos.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Mi Familia: Por apoyarme siempre y luchar para que yo pudiera estudiar y llegar a ser profesional.

Facultad de Agronomía: Por ser exigente, de muy alto nivel y con los mejores profesionales a nuestro servicio como alumnos.

Universidad de San Carlos de Guatemala: Muy orgullosamente la representaré, gracias por enseñarme a que podemos luchar por un mundo más justo, donde producir y generar riqueza los podemos lograr todos por igual, siendo siempre socialmente responsables.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mis padres: Por siempre haber pagado mis estudios y luchar por que fuera un profesional. Gracias por tanto esfuerzo, ahora que soy papa, reconozco y valoro lo que ustedes hicieron por mí.

Finca Las Vertientes: Por ser la empresa donde realice mi EPS, donde aprendí mucho, lo cual sigo valorando.

Corporación Tak: Empresa Guatemalteca, y siempre estaré orgulloso de ella por su gran compromiso social con Guatemala. Empresa que demuestra que se puede generar valor, no solo económico, sino también social.

Directivos de Corporación Tak: Empresarios con un gran corazón, gracias por su ejemplo y consejos.

Mis asesores de tesis: Ph.D. Amílcar Sánchez e Ing.Agr. Msc. Heisler Gómez. Por incentivar me a culminar mi carrera y por su profesionalismo el cual Guatemala se siente orgulloso de ustedes, Gracias infinitas mis amigos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Breve historia del cultivo de leather leaf (<i>Rumohra adiantiformis</i> G. Forst. Ching).....	3
2.2 Distribución mundial de la planta de leather leaf	3
2.3 Descripción de la planta de leather leaf.....	4
2.3.1 Hojas de la planta de leather leaf	4
2.3.2 Tallo de la planta de leather leaf	5
2.4 Condiciones ambientales adecuadas para el cultivo de leather leaf.....	7
2.5 Suelos adecuados para el cultivo de plantas de leather leaf.....	9
2.5.1 Preparación del terreno para el cultivo de leather leaf.....	9
2.6 Propagación de plantas de leather leaf.....	9
2.7 Requerimientos nutricionales del cultivo de leather leaf.....	13
2.8 Control de malezas.....	14
2.9 Plagas en plantaciones de leather leaf.....	15
2.10 Principales enfermedades en plantaciones de leather leaf.....	16
2.10.1 Rosellinia sp.....	16
2.10.2 Rhizoctonia sp.....	17
2.10.3 Clavibacter sp.....	17
3. OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo general.....	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
4 METODOLOGÍA	19
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1 Factores importantes a considerar en el establecimiento de una plantación de leather leaf (<i>Rumohra adiantiformis</i> G. Forst. Ching) en Guatemala.....	20
5.1.2 Características de los suelos adecuados para el cultivo de leather leaf.....	20
5.1.3 Condiciones climáticas adecuadas para el cultivo de leather leaf	20
5.1.4 Umbráculo.....	21
5.1.5 Preparación del suelo para establecer el cultivo.....	21
5.1.6 Sistema de riego.....	22
5.1.7 Selección y siembra de rizomas en los camellones.....	22
5.1.8 Fertilización de una plantación de leather leaf.....	27
5.2 Manejo de las principales plagas y enfermedades del cultivo de leather leaf en Guatemala.....	28
5.2.1 Hoja manchada de leather leaf causada por <i>Phoma</i> sp.....	28
5.2.2 Antracnosis de leather leaf causado por (<i>Colletotrichum acutatum</i>).....	29
5.2.3 Marchitez de la planta de leather leaf.....	34

	Página
5.2.4 Larva barrenadora del tallo, mosco negro o fungus gnat (<i>Mycetophila sp</i>), en cultivo de leather leaf.....	34
5.3 Factores más importantes para cumplir con los parámetros de calidad exigidos para la exportación de frondas de leather leaf	37
5.3.1 Características físicas de las frondas para exportación.....	37
5.3.2 Calidad de las frondas para exportación.....	39
5.3.3 Etiquetado de los manojos de leather leaf.....	40
5.3.4 Cosecha y empaque de leather leaf.....	40
5.3.5 Exportación de leather leaf.....	45
5.4 Potenciales mercados de consumo de frondas de leather leaf.....	46
6. CONCLUSIONES.....	48
7. RECOMENDACIONES.....	49
8. BIBLIOGRAFIA.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Hoja compuesta de leather leaf con soros maduros.....	5
2. Rizoma con crecimiento horizontal y brotación de frondas jóvenes....	6
3. Planta de leather leaf mostrando su denso sistema radicular fibroso..	7
4. Efecto de la temperatura diurna/nocturna en el crecimiento de las frondas de leather leaf.....	8
5. Propagación <i>in vitro</i> de leather leaf	11
6. Esquema de la reproducción sexual del leather leaf	13
7. Plantación recién establecida de leather leaf	15
8. Planta de leather leaf cortada de la planta madre para extracción de rizomas.....	23
9. Plantación renovada de leather leaf	24
10. Siembra de rizomas de leather leaf en camellones o camas.....	26
11. Camellones o camas sembradas con rizomas de leather leaf y cubiertas con broza para mantener la humedad,.....	27
12. Plantación de leather leaf en la que se observan varias frondas amarillentas producto de las deficiencias nutricionales de algunos elementos	28
13. Planta de leather leaf con daños de antracnosis causada por <i>C. acutatum</i>	30
14. Plantas de leather leaf portando algunas frondas infectadas con antracnosis	31

	Página
15. Mosca de mantillo, estado adulto del fungus gnat.....	35
16. Larvas de fungus gnat, causando deformación a un brote joven de leather leaf.....	36
17. Frondas de leather leaf con buenas características adecuadas para exportación	38
18. Frondas de leather leaf con soros inmaduros, verde pálido, lo cual aún se acepta para exportación.....	39
19. Plantación de leather leaf con frondas con características adecuadas y en su punto óptimo para ser cosechado.....	41
20. Manojos de frondas de leather leaf dentro de una bolsa de nylon y colocada en una caja para exportación	44
21. Cajas conteniendo frondas de leather leaf, en proceso de estibado...	45
22. Tres principales países importadores de leather leaf producido en Guatemala, periodo 2012-2015.....	47

ÍNDICE DE CUADROS

1	Categorías y requerimientos nutricionales del cultivo de leather leaf.....	14
2	Tres principales países importadores de leather leaf producido en Guatemala, en los años 2012-2015.....	47

1 INTRODUCCIÓN

El sector agrícola en Guatemala es una de las principales generadoras de empleo y se calcula que aproximadamente 33.69% de la población activa es empleada por este sector. (SEGLEPLAN, 2015). El cultivo de leather leaf (*Rumohra adiantiformis* G. Forst. Ching) se encuentra dentro de los follajes de corte de exportación en Guatemala. Según datos de exportaciones registrados en el Banco de Guatemala, en los últimos cuatro años ha representado en ingresos de divisas para el país equivalente a US\$62.4 millones. Convirtiéndose en el cultivo ornamental de corte más extensivo en Guatemala, donde se calcula que existen aproximadamente 1,000 hectáreas plantadas con este cultivo con fines de exportación y consumo local. El manejo agronómico así como las diferentes actividades que se realizan desde la cosecha, post-cosecha y el transporte del producto a los diferentes distribuidores genera empleos directos e indirectos para un buen número de personas en Guatemala. Debido a las condiciones climáticas que se registran en algunos departamentos de la república de Guatemala, hacen que el cultivo de leather leaf pueda establecer con bastante éxito, sin embargo en el continente americano, los principales productores son Estados Unidos, Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, México y Honduras.

Guatemala es un país con muchas oportunidades para el desarrollo del sector hortícola exportador, debido a su diversidad de climas y pisos altitudinales. El cultivo de leather leaf puede ser plantado desde los 1000 hasta los 2500 msnm, esto hace que en gran parte de Guatemala se pueda sembrar para su exportación, siempre que se cuente con el recurso hídrico necesario. Actualmente existen muchos productores que están incursionando o están interesados en invertir en la producción de cultivos no tradicionales y existe cierto vacío de información que pueda servir de guía acerca de varios aspectos que se deben de tomar en cuenta al momento de establecer una plantación, el manejo agronómico del cultivo, las prácticas de cosecha y post-cosecha de las frondas.

En el presente trabajo se describen diferentes aspectos a considerar al momento de establecer una plantación comercial de leather leaf desde su propagación, manejo

agronómico del cultivo en los umbráculos (invernaderos de sarán), corte de frondas, clasificación de las frondas, y su embalaje para la exportación. Este es un documento que puede servir a futuros productores que desean hacer inversiones en este sector de las exportaciones no tradicionales, de esta manera ayudar a generar más empleos directos y a diversificar la agricultura guatemalteca.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Breve historia del cultivo de leather leaf

El leather leaf o helechos de cuero *Rumohra adiantiformis* (G.Forst.)Ching, es una de las plantas de follaje muy popular en los diferentes mercados, pero especialmente en el mercado internacional de follaje, debido a que la hoja o fronda mantiene su buena apariencia bastantes días después de cortado, se han reportado que tiene una vida en florero de hasta 15 días después de su cosecha. Su cultivo como un follaje de corte se inició a finales de los años 1930s, en umbráculos provistos con sistemas de irrigación en el Estado de Florida, EE.UU. (Stamp and Conover, 1986), actualmente en el Estado de Florida existen aproximadamente 2860 hectáreas cultivadas con plantas de leatherleaf donde aproximadamente el 75% es cultivado en umbráculos y el resto en bosques donde se tienen árboles de roble que proveen sombra natural al cultivo (Stamps, 1993). Para el año 2015, en Guatemala se tenía reportado 1000 hectáreas de este cultivo (AGEXPORT, 2015). Leather leaf es una planta de follaje muy popular a nivel mundial.

2.2 Distribución mundial de la planta de leather leaf

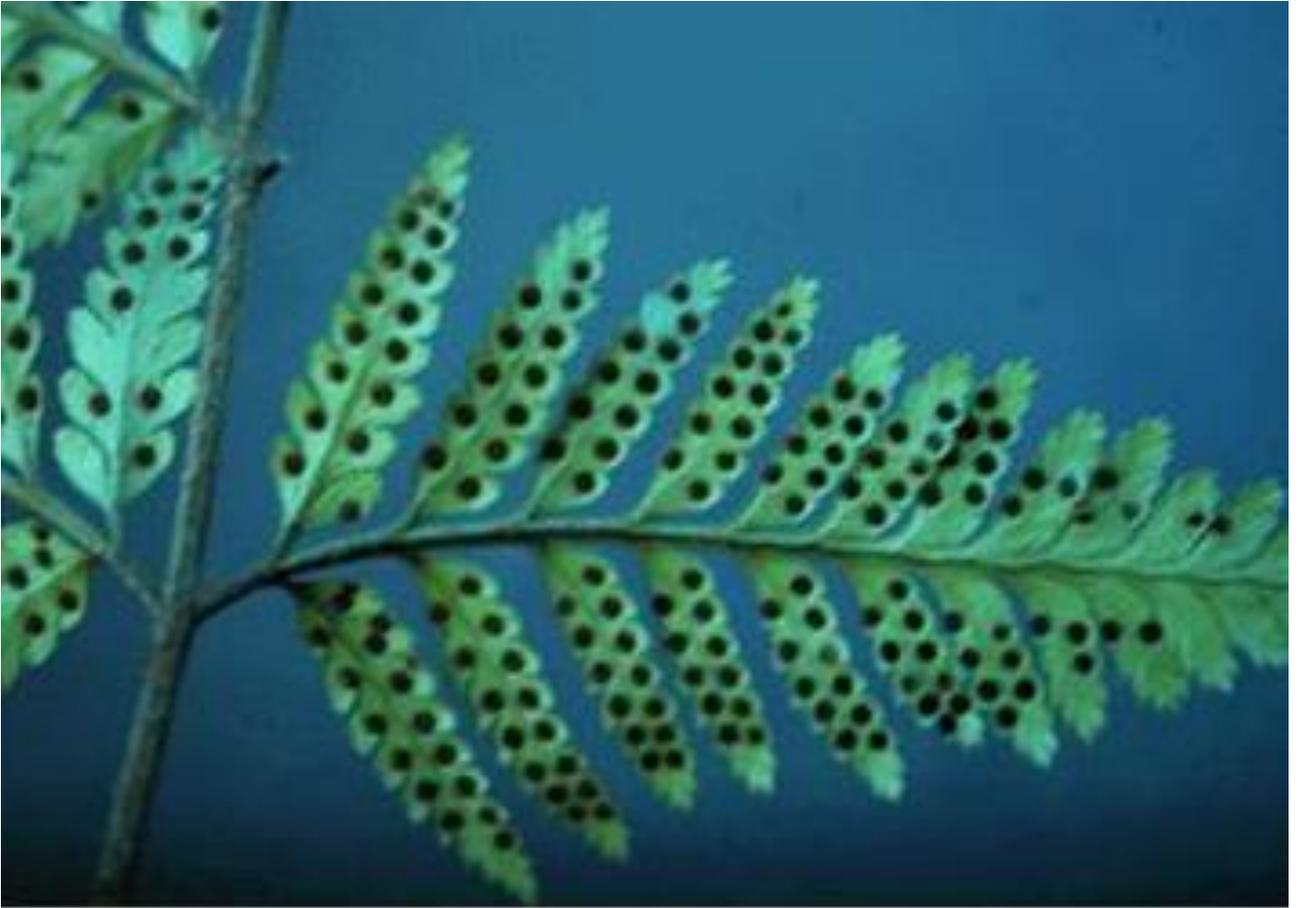
La planta de *Rumohra adiantiformis* (F. Forest) Ching es ampliamente distribuido en forma silvestre en Centro América, Sur América, Oceanía y países del sur de África (Geldenhuy and van der Merwe, 1988). Grandes plantaciones naturales de *R. adiantiformis* se pueden encontrar en Brasil y Sudáfrica, países donde es explotado económicamente a través del extractivismo. (Geldenhuy and van der Merwe, 1988; Baldauf and Sedrez, 2010). Se calcula que más del 50% de las hojas de leatherleaf que Brasil comercializa proviene de la región de Río Grande de Sur, área donde tiene lugar la mayor actividad de extractivismo, pero estas poblaciones naturales de *R. adiantiformis* tiene alta densidad de regeneración, lo cual compensa en cierta medida las extracciones que se hacen en forma ilegal (Cohello, et al, 2006)

2.3 Descripción de la planta de leather leaf

Las plantas de leather leaf pertenecen a la subdivisión Pteridopsida clase filicinae. Este grupo de plantas se caracteriza por que no desarrolla flores, frutos ni semillas verdaderas. La reproducción de estas plantas puede ser por esporas, las cuales se producen en esporangios o soros que se encuentran en forma lineal en el envés de las hojas. Otra forma de reproducción es asexual por medio de rizomas. A las hojas también se les llama frondas y se caracterizan por ser coriáceas, lo cual le permite tener larga vida en florero. Las plantas de leatherleaf poseen tallos, hojas y raíces verdaderas (USDA, 2016). Estas plantas son plantas herbáceas, pueden vivir por varios años, razón por la cual se le considera como plantas perennes, su sistema radicular es caracterizado por la presencia de rizomas escamosos. Estas plantas tienen su hábitat natural en bosques tropicales y subtropicales húmedos, crecen en el sotobosque, es decir, que no están expuestos directamente al sol y necesitan de ambientes sombreados para poder completar su desarrollo fenológico y reproductivo. A diferencia de otras esporofitas, poseen tallos, hojas y raíces verdaderas y un complejo sistema vascular a través del cual se transporta agua, nutrientes y asimilados (Athertúa, 1999).

2.3.1 Hojas de la planta de leather leaf

Las plantas de leather leaf tiene hojas compuestas (figura 1), son imparipinadas, con estipe y raquis surcado en el haz con surcos cerrados en los ejes de orden inferior, una de las características de las frondas que tiene el género Rumohra es la presencia de una ventral central en el surco. Las frondas son coriáceas con longitud de 30 a 65 cm, posee pecíolos con escamas café claras cerca de la base; raquis y raquilla cubiertos de escamas pequeñas, café claras; 7 a 15 pares de pinnas alternas. (Athertúa, 1999)



Fuente: Gómez-Posada, 2009.

Figura 1. Hoja compuesta de leather leaf con soros maduros

2.3.2 Tallo de la planta de leather leaf

La planta presenta tallos subterráneos, denominados rizomas, los cuales desarrollan varias yemas que crecen en forma horizontal, emitiendo raíces y brotes herbáceos de sus nudos. Los rizomas crecen constantemente, y las partes viejas mueren. Los rizomas son utilizados frecuente en la propagación vegetativa del leather leaf. Los rizomas son alargados, rastrero de 2 a 11 mm de diámetro, densamente escamoso, escamas peltadas, de base ancha a partir del cual se desarrollan las frondas (figura 2). El rizoma joven es de color blanco y con el tiempo va adquiriendo un color café. Las raíces son pequeñas superficiales, fibrosas, numerosas y crecen densamente (figura 3), desde el interior y en la faz ventral del rizoma

que posee un haz vascular central subterráneo y carnoso o cortex. No llega a formar raíz primaria o principal propiamente, por atrofia del polo radical (Aycachi, 2004)



Fuente: Sierra-Saenz, 2004

Figura 2. Rizoma con crecimiento horizontal y brotación de frondas jóvenes



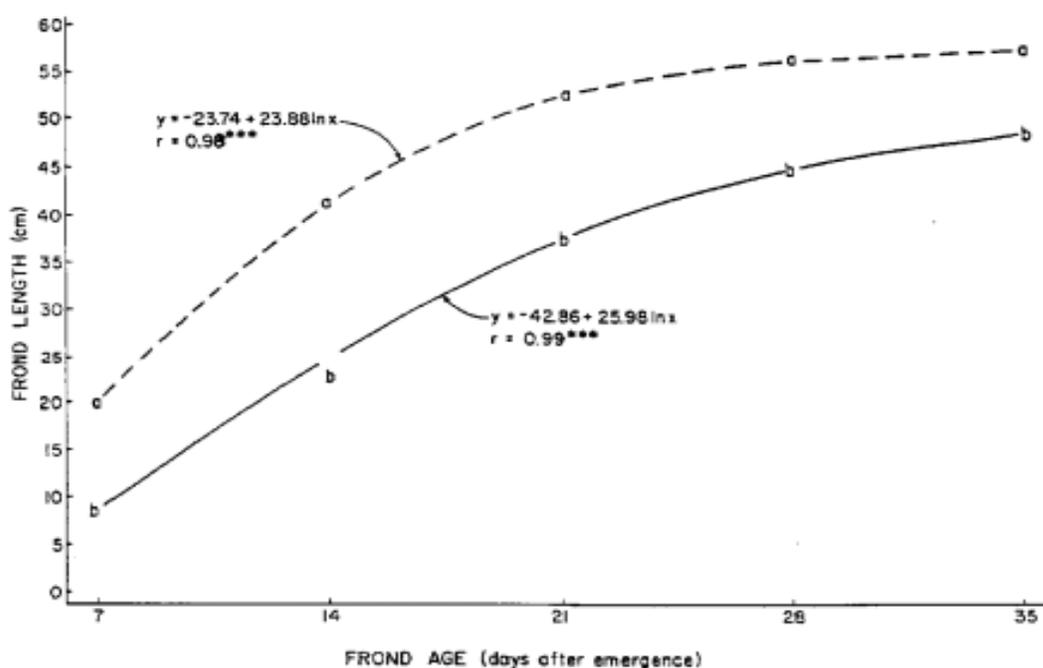
Fuente: Propia 2016.

Figura 3. Planta de leather leaf mostrando su denso sistema radicular fibroso

2.4 Condiciones ambientales adecuadas para el cultivo de leather leaf

En Guatemala se tienen plantaciones comerciales ubicadas a alturas comprendidas entre 1000 y 2200 msnm, en condiciones de ambientes con humedad relativa de 75 a 80% en de climas templados. Las temperaturas adecuadas para el cultivo oscilan entre 15 °C y 30°C. Cuando se registran temperatruas menores a 15 °C en el día (Gordillo Arriola, 2013). La

tasa de crecimiento de las frondas es mucho más lento y como resultado se obtendrán menos frondas por planta al año. Con temperaturas mayores a 32 °C el desarrollo es más rápido pero, con el inconveniente de que las frondas son más débiles, muy succulentas y con una corta vida en florero. Otra desventaja de tener plantaciones en regiones con temperaturas mayores a 32°C y alta luminosidad es el rápido desarrollo de esporas en el envés de las hojas, el cual es una de las características que se deben de evitar en las frondas para exportación (Stamps, 1983). En la figura 4, se presentan los resultados obtenidos al evaluar el efecto de dos condiciones de temperatura diurna/nocturna en la longitud de frondas de leather leaf.



Fuente: Stamps, 1994.

Figura 4. Efecto de la temperatura diurna/nocturna en el crecimiento de las frondas de leather leaf. Las letras representan el promedio de 10 repeticiones. La curva superior (a) representa temperatura diurna de 30 °C y temperatura nocturna de 25 °C; mientras que la curva inferior (b) representa temperatura diurna de 20 °C y temperatura nocturna de 15 °C.

2.5 Suelos adecuados para el cultivo de plantas de leather leaf

Se adapta bien en suelos con textura arenosa y prefiere suelos ácidos, sin embargo hay que considerar que es poco tolerante a las sales. Para cultivo, se prefieren sustratos bien aireados pero con buena capacidad de retención de humedad y buen contenido de materia orgánica. El pH debe estar entre 5.5 y 6.5.

2.5.1 Preparación del terreno para el cultivo de leather leaf

La preparación del suelo es muy importante para el buen desarrollo del cultivo de leather leaf. Luego de establecido la estructura del umbráculo, se procede a mecanizar el suelo, el cual consiste en paso de arado de disco, y luego dos pasos de rastra para dejar el suelo con una estructura adecuada para el cultivo. Posteriormente se procede a desinfectar el suelo por solarizado, el cual consiste primero en saturar el suelo con un riego profundo y posteriormente y se procede a cubrirlo con nylon por un periodo de un mes, o bien mediante la aplicación de cianamida cálcica CN₂ y fungicida Mirage 75 WP (Gordillo Arriola, 2013).

2.6 Propagación de plantas de leather leaf

La planta de leather leaf puede propagarse tanto asexual como sexualmente. La utilización de la propagación asexual es la más común en las explotaciones comercial ya que por este medio se conservan las características fenotípicas y genotípicas de la planta madre; este método, también llamado reproducción vegetativa, consiste en el uso de rizomas o fracciones de rizomas procedentes de plantas madres seleccionadas previamente por sus buenas características morfológicas, agronómicas y un buen estado fitosanitario. Usando el método de propagación por división de rizomas continuamente, tiene la desventaja ya que hay una reducción en la calidad de las frondas, existe la posibilidad de propagar plagas y enfermedades en el propágulo, al fraccionar los rizomas se crea una entrada para

enfermedades fungosas y bacterianas. Este método requiere frecuentes resiembras para satisfacer las altas demandas de frondas (Strandberg, 2003).

Con el objetivo de poder tener plántulas de una mejor calidad también se pueden utilizar la técnica de propagación *in vitro* o cultivo de tejidos. Un protocolo de micropropagación de *R. adiantiformis* utilizando rizomas como donadoras de explantes fue exitosamente establecido utilizando el medio de Murashige & Skoog (MS) por Winarto y Texeira da Silva, (2012). Para la fase de iniciación se utiliza MS conteniendo 0.25 mg/l, 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D); 0.2 mg/l de ácido naftalen acético (ANA); 1.0 mg/l de benzil adenina (BA) y 0.5 mg/l de thidiazuron (TDZ), con 30 mg/l de sucrosa (figura 5). Para la fase multiplicación se utiliza MS conteniendo sales en un 50% y suplementado con 0.05 mg/l IAA, 0.25 mg/l BA, 0.5 mg/l Kin, 1 g/l de carbón activado y 20 g/l sucrosa (MM-5) (Winarto y Texeira da Silva, 2012)

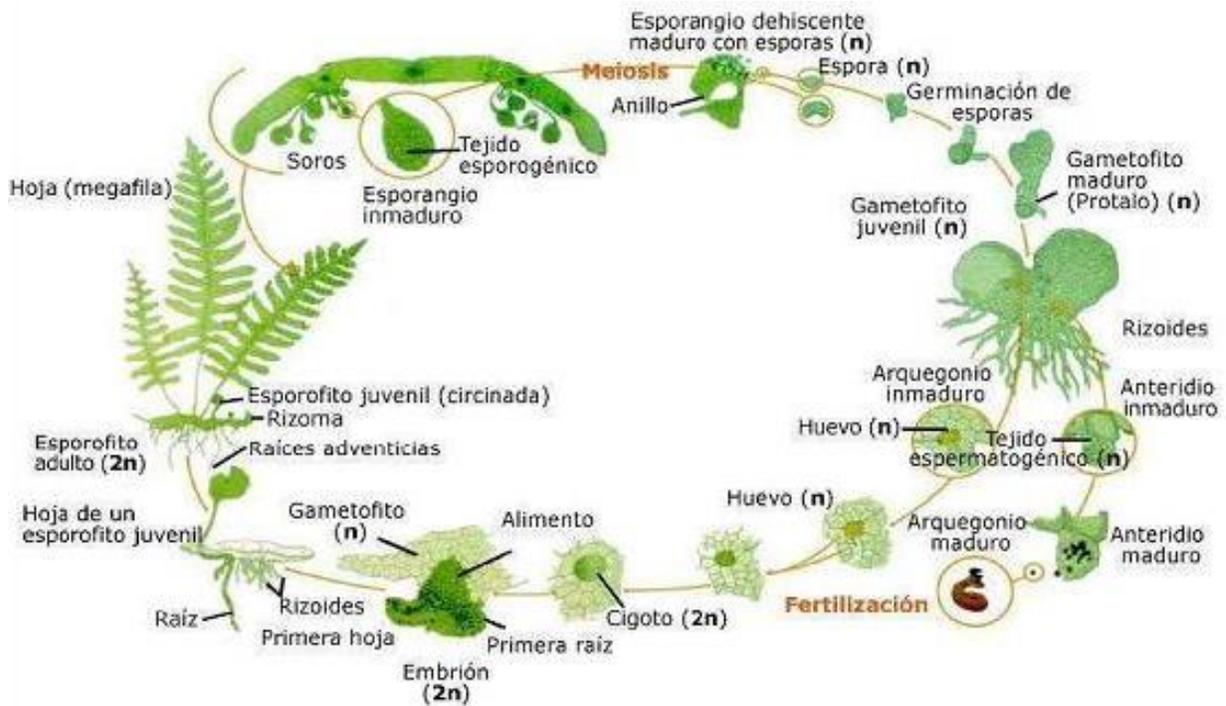


Fuente: Winarto y Texeira da Silva, 2012

Figura 5. Propagación *in vitro* de leather leaf. (A). Regeneración de rizoma 2 meses después de incubación. (B). Regeneración de Meristemas obtenidos de rizomas 2 meses después de subcultivo. (C y D). Multiplicación y crecimiento de rizomas en medio MM-5. (E y F). Degeneración inicial de los explantes, se observa un amarillamiento y reducida calidad de las hojas. (G, H y I) Rizoma individual y plántulas con raíces preparadas para aclimatación. (J, K y L) Plántulas sembradas en bandejas en fase de aclimatización. (M y N) Plantas obtenidas a partir de propagación *in vitro*.

La reproducción sexual es otra forma de propagación de la planta de leather leaf, en este caso se utilizan esporas, el cual produce un gran número de plántulas, sin embargo estas plántulas no son uniformes y son poco robustas. En la reproducción sexual se presentan dos formas fotosintéticamente activas bien diferenciadas, el esporofito que tiene tallos y folíolos bien desarrolladas y el gametofito el cual se origina cuando las esporas han germinado y posee dos estructuras radicales unas llamadas rizoides y otras llamadas prótalos que tienen forma acorazonada. Estas últimas al madurar producen los órganos sexuales masculinos y femeninos sobre la superficie inferior (figura 6). Cuando las condiciones de luz y humedad son adecuadas, se da el proceso de la fertilización, el cual da origen a un esporofito que en sus primeras etapas depende directamente del prótalo para nutrirse, lo cual le permite empezar a desarrollar los primeros tallos, primeras frondas y raíces, al poco tiempo el prótalo y la raíz primaria muere y las primeras frondas empiezan su actividad fotosintética, lo cual le permite desarrollar raíces secundarias fasciculadas. La aparición del protalo en condiciones óptimas para la germinación puede ocurrir a los 35 días después de la siembra de esporas (Hirsch, 1975).

La reproducción sexual implica recombinación genética por lo que la progenie resulta con características fenotípicas muy variada, lo que no es conveniente para la producción comercial de follaje. Por ésta razón el material de siembra más utilizado es el proveniente de separación de rizomas y el material proveniente de cultivo *in vitro*.



Fuente: Gómez-Posada, 2009.

Figura 6. Esquema de la reproducción sexual del leather leaf

2.7 Requerimientos nutricionales del cultivo de leather leaf

Con el objetivo de poder suplir los nutrientes que se encuentran deficientes en el suelo, y que son necesarios para el buen desarrollo del cultivo de leather leaf es necesario suplir de una manera adecuada dichas elementos en forma de fertilizantes. Para conocer el estado de fertilidad del suelo y el estado nutricional de la plantación es necesario realizar un análisis químico de elementos disponibles tanto en el suelo como en el área foliar de la planta. Luego de la interpretación de los resultados será necesario aplicar los elementos mayores y elementos menores que según el análisis de suelo están deficientes en el suelo y en el follaje. Los análisis de suelo y de follaje se recomienda realizarlos a cada 6 meses. La fertilización se realiza con intervalo de 30 días. En el cuadro 1, se presentan los

requerimientos nutricionales mínimos para el cultivo de leather leaf, y los cuales se toman en cuenta al momento de hacer un programa de fertilización.

Cuadro 1. Categorías y requerimientos nutricionales del cultivo de leather leaf.

Elemento	Categoría			
	Deficiente	Bajo	Medio	Alto
Nitrógeno en %	1.60	2.50	3.50	4.5
Fósforo en %	0.15	0.22	0.40	0.50
Potasio en %	1.50	2.00	3.00	4.00
Azufre en %	0.15	0.20	0.30	0.40
Calcio en %	0.30	0.50	1.00	1.50
Magnesio en %	0.15	0.25	0.70	1.00
Hierro en ppm	15	25	100	200
Manganeso en ppm	20	50	200	300
Cobre en ppm	3	5	10	25
Boro en ppm	15	20	50	100
Zinc en ppm	20	25	100	150
Sodio en ppm	0	100	600	1200

Fuente: Acosta 2002.

2.8 Control de malezas

Controlar las malezas es una actividad que debe programarse desde el momento de la siembra. Durante el periodo de brotación de las frondas y durante los primeros meses de establecido el cultivo es necesario eliminar las malezas ya que la frondas de leather leaf tienen un crecimiento muy lento comparado con el crecimiento de las malezas. Con el objetivo de eliminar la competencia por nutrientes, agua, luz y la excesiva humedad es importantes eliminar las malezas por métodos mecánicos o por métodos químicos. Si se utiliza un método químico se recomienda utilizar un herbicida selectivo como la Atrazina en dosis de 3 g/l (Gordillo Arriola, 2013). En la figura 7, se presenta una fotografía de una plantación recién establecida de leather leaf.



Fuente: Sierra-Saenz, 2004.

Figura 7. Plantación recién establecida de leather leaf

2.9 Plagas en plantaciones de leather leaf

Para el control de insectos se deben de hacer monitoreos semanales, cuando los brotes de plagas entomológicas son esporádicos se procede a retirar manualmente las frondas donde se encuentran. Cuando en los muestreos semanales se encuentran varios focos de incidencia de insectos se procede a hacer aplicaciones de insecticidas. Entre los insectos que afectan el cultivo de leather leaf se encuentra la larva de la mosca del matillo.

Fungus gnat; o mosca del matillo (*Sciariade*) es una plaga muy común en cultivos en invernaderos, su detección es difícil ya que se localiza en tejido recién emergido, Los daños directos pueden aparecer en plantas jóvenes de 2 a 4 semanas de emergidos, reduciendo drásticamente la producción si no se tiene un manejo adecuado de este insecto. Para el

control biológico de fungus gnat se puede utilizar *Bacillus thuringiensis*, también se puede utilizar *Beauveria bassiana*.

2.10 Principales enfermedades en plantaciones de leather leaf

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 *Cercospora sp*, *Phoma sp*, *Colletotrichum spp*, *Rosellinia sp*, y *Rhizoctonia sp*, se desarrollan rápidamente. Para el control de estos patógenos se recomienda utilizar en rotación los siguientes fungicidas carbendazim, propineb, imazalil, tebuconazole, triadimenol y mancozeb. La bacteria *Clavibacter sp* es la causante de la enfermedad denominada “vena amarilla”, aunque no es muy común en plantaciones de leather leaf en Guatemala (Gordillo Arriola, 2013).

2.10.1 *Rosellinia sp*,

Es un patógeno que ataca los rizomas. El hongo se desarrolla en plantaciones con alto contenido e material orgánica, se le considera como parte de la flora natural de estos suelos. Otro de los factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad es la alta humedad del suelo. Los síntomas característicos de esta enfermedad en el cultivo de leather leaf son el amarillamiento de las frondas, las cuales se desprenden fácilmente del rizoma. Cuando la enfermedad es bastante severa el rizoma presenta una pudrición blanda. Para el manejo de esta enfermedad se recomienda retirar las plantas afectadas y se debe proceder a la solarización de las camas y aplicación de fungicidas como captan antes de sembrar nuevamente (Gill y Clement, 2001).

2.10.2 *Rhizoctonia spp*,

Es un patógeno que afecta el sistema radicular de la planta de leather leaf, aparece en camellones con drenaje deficiente. Generalmente se encuentra asociada a *Fusarium spp*. Los síntomas son el amarillamiento de las frondas, para poder distinguirlo del ataque de *Rosellinia*, las plantas afectadas por *Rhizoctonia* tiene hojas amarillentas que no se desprenden fácilmente del rizoma. En el sistema radicular se presenta necrosamiento de las raíces, por lo que las plantas presentan déficit hídrico al no tener la capacidad de poder absorber agua, lo cual puede causarles la muerte (Gill y Clement, 2001).

2.10.3 *Clavibacter sp*

Este patógeno causa la enfermedad comúnmente llamada “Vena amarilla”. Es bacteria gram negativa invade el sistema vascular de la planta. La bacteria es capaz de multiplicar en los haces vasculares lo cual provoca un tapamiento del xilema, y crea un déficit hídrico en la planta. Inicialmente se observa un amarillamiento de las hojas, las cuales posteriormente se necrosan. Las hojas también pueden presentar deformaciones debido al estrés hídrico al que es sometido. Esta enfermedad no presenta patrones fijos, pudiendo aparecer algunas veces en el ápice de la hoja y otras en la base de la misma. Para el manejo de esta enfermedad se recomienda la eliminación total de las plantas afectadas, la aplicación de un bactericida antes de hacer la resiembra (Gill y Clement, 2001).

3. OBJETIVOS

3.1 General

Describir las experiencias adquiridas para el manejo de la producción de leather leaf (*Rumohra adiantiformis* G. Forst. Ching), en Guatemala como follaje de corte para su exportación.

3.2 Específicos:

1. Describir los factores más importantes a considerar para el establecimiento de cultivo de leather leaf (*Rumohra adiantiformis* G. Forst. Ching) en Guatemala.
2. Documentar las experiencias adquiridas para el manejo de las plagas y enfermedades más comunes en el cultivo de leather leaf.
3. Describir los factores más importantes para cumplir con los parámetros de calidad que se deben de cumplir para la exportación de leather leaf.
4. Dar a conocer los potenciales mercados de consumo de follaje de corte.

4. METODOLOGÍA:

La metodología utilizada consistió en colecta de información y principalmente en la experiencia que tiene el autor en el manejo agronómico del cultivo, como por ejemplo: aspectos importantes a considerar en el establecimiento de una plantación comercial, planes de manejo de las principales plagas y enfermedades del cultivo, estimación de rendimientos esperados, planes de cosecha y descripción de las principales actividades y cuidados que se deben de tener al momento de hacer las cosechas y actividades post-cosecha. Se realizó un análisis general de los principales y potenciales mercados en Europa y América.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Factores importantes a considerar en el establecimiento de una plantación de leather leaf (*Rumohra adiantiformis* G. Forst. Ching) en Guatemala

El leather leaf es una planta perenne, herbáceas, con rizomas escamosos. Para su cultivo se necesita establecer la plantación bajo umbráculos que proveen sombra tratando de simular las condiciones de su hábitat natural. Estas plantas requieren alta humedad ambiental para poder desarrollarse adecuadamente y de esa manera tener una producción alta de frondas para exportación.

5.1.2 Características de los suelos adecuados para el cultivo de leather leaf

Las plantas de leather leaf requieren suelos bien drenados, aireados y con buena capacidad de retención de humedad, lo cual se logra con una textura franco arenosa y con contenido de materia orgánica de 4%. El pH de suelos aptos para el cultivo de leather leaf es entre 5.5 y 6.0. En Guatemala a veces es difícil encontrar estas condiciones ideales para el cultivo, por lo que es necesario hacer enmiendas al momento de preparar los camellones o camas de cultivo, tales como agregar arena blanca y materia orgánica de origen animal y origen vegetal. Si se agrega material vegetal se debe de asegurar que dichos residuos no estén enfermos con hongos de los siguientes géneros *Roselinia*, *Phoma*, y *Colletotrichum*. El material vegetal enfermo puede contener estructuras de sobrevivencia de los hongos y puede ser fuente de inóculo e infectar las plantas de leather leaf en la plantación comercial.

5.1.3 Condiciones climáticas adecuadas para el cultivo de leather leaf

En Guatemala existen áreas que posee condiciones climáticas idóneas para la producción de leather leaf, su clima, su topografía y su posición geográfica, permiten producir constantemente a lo largo del año, frondas de muy buena calidad para exportación.

Este es un aspecto muy importante a considerar al momento de establecer una plantación comercial, ya que debemos de simular las condiciones naturales del hábitat de la planta que es el bosque. Las plantas de leather leaf en condiciones naturales crecen bajo los bosques. En el bosque las plantas de mayor altura proveen sombra, humedad y materia orgánica a las plantas de leather leaf, por lo que pueden crecer y desarrollar sin necesidad de ayuda del hombre. En los departamentos de Guatemala, Sacatepequez, Alta Verapaz y Baja Verapaz, se encuentran áreas con condiciones ambientales muy buenas para la producción de frondas de leather leaf. Otra de las ventajas que se tiene al establecer plantaciones en estos departamentos es la cercanía con el aeropuerto internacional La Aurora y en la ciudad de Guatemala, y el puerto de San José en Escuintla.

5.1.4 Umbráculo

Este funciona como un sistema de sombra artificial, debe de estar a una altura de tres metros, debe de proporcionar un 73% de filtrado de los rayos solares. El sarán que se usa debe estar constituido por una malla de polietileno de alta densidad, actúa como un filtro regulador y protege a las frondas de leather leaf de la radiación ultravioleta y la radiación directa sobre el cultivo.

El sarán que proporciona la sombra va colocado sobre un sistema de cables de acero inoxidable el cual estado sujetado por postes denominados polines. Los polines generalmente están hechas de madera que ha recibido un tratamiento químico para prolongar su vida útil. El cableado mantiene al umbráculo con la estructura y tensión necesaria para mantener lo en buena forma.

5.1.5 Preparación del suelo para establecer el cultivo

La preparación del suelo es muy importante para el buen desarrollo del cultivo de leather leaf. Luego de establecido la estructura del umbráculo, se procede a mecanizar el suelo, el cual consiste en paso de arado de disco, y luego dos pasos de rastra para dejar el suelo con una estructura adecuada para el cultivo. Posteriormente se procede a desinfectar el suelo por solarizado, el cual consiste primero en saturar el suelo con un riego profundo y

posteriormente y se procede a cubrirlo con nylon por un periodo de un mes, o bien mediante la aplicación de cianamida cálcica CN₂ y fungicida Mirage 75 WP.

Posterior al solarizado o la desinfección química se preparan los tablones o camas de cultivo los cuales tienen un alto de 0.30 m y de ancho 1.2 m. La longitud de la cama varía según la topografía del terreno, pero usualmente va de 68.67 m hasta 91.56 m, la distancia entre cada camas es de 0.32 m.

5.1.6 Sistema de riego

A pesar de que en los departamentos donde existen plantaciones comerciales de leather leaf Guatemala, registran precipitaciones pluviales mayores a 1500 mm anual, debido a la estacionalidad y la irregularidad de estas precipitaciones es necesario establecer un sistema de riego para poder satisfacer la demanda hídrica del cultivo. Llenar el requerimiento de agua es importante para poder producir frondas de leather leaf con buenas características para exportación, tales como buena resistencia y un brillo natural. El agua es importante ya que es el medio por el cual la planta absorbe los nutrientes. El sistema de riego debe ser instalado después de la construcción del umbráculo. Deberá estar diseñado para regar secciones específicas. Se utilizan aspersores RAIN BIRD JR, de impacto con diseño de una sola boquilla que libera un caudal promedio de 7.24 L por minuto, usualmente estos aspersores tienen un diámetro de mojado de 20 m. Los aspersores están ubicados a cada 12 m sobre los tubos laterales. El sistema de riego es accionado por una bomba hidráulica, y se recomienda una aplicación de una lámina de 3.44 mm diarios. .

5.1.7 Selección y siembra de rizomas en los camellones

En varias explotaciones comerciales de leatherleaf la propagación de plántulas ha sido por división de raíces o rizomas, la cual consisten en dividir los rizomas de plantas madres, las cuales deben estar completamente desarrolladas. Los rizomas crecen en forma horizontal en el suelo, y desarrollan un grupo de raíces fibrosas que le permiten tener un buen anclaje de la planta al sustrato (figura 8).



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 8. Planta de leather leaf cortada de la planta madre para extracción de rizomas

Al momento de coleccionar el material vegetal de propagación se debe seleccionar aquellas plantas con rizomas en buen estado fitosanitario y vigorosas, además debe tenerse mucha precaución para evitar producir heridas para evitar que posteriormente puedan servir de

entrada de enfermedades fungosas o bacterianas. Al tener separados los rizomas se recomienda realizar una desinfección con una solución fungicida y bactericida. Las plantas madres o productoras de material de propagación son cultivadas en invernaderos, en sustratos de 30 cm de espesor. A las plantas madres se deben hacer aplicaciones mensuales de fungicidas e insecticidas para mantenerlas en un buen estado fitosanitario. Los estolones son extraídos de las plantas madre cultivadas. El pH de este sustrato puede ser entre 5.5 y 7.0, con la adición de dolomita o hidróxido cálcico, lo cual permite tener plantas saludables y productoras de estolones durante todo el año. Una plantación establecida con material vegetal bien seleccionado y dándole un manejo fitosanitario adecuado puede tener hasta 30 años de vida productiva. A los 25 a 30 días después de la siembra se pueden observar los primeros brotes, y a los 60 días se pueden observar un buen número de hojas y bastantes brotes. El corte o cosecha de frondas para exportación puede iniciar aproximadamente a los 8 meses después de haber sembrado los rizomas y el proceso de corte usualmente se repiten con un intervalo de 70 días.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 9. Plantación joven de leather leaf

Para la selección de rizomas usualmente se seleccionan plantas madres vigorosas, con buen estado fitosanitario. Los rizomas seleccionados deben de tener yemas vegetativas o meristemas apicales con crecimiento activo, esto nos garantiza su buen desarrollo. Al momento de ir seleccionando y cosechando los meristemas, se tendrán rizomas de varios tamaños, que posteriormente se clasificarán en tres categorías:

Rizomas de primera: estos tienen una longitud mínima de 15 centímetros, poseen varias yemas meristemáticas. Al momento de la siembra, los rizomas de primera serán distribuidas en la parte central del camellón (Figura 10).

Rizomas de segunda: Son aquellas que tienen una longitud entre 7 y 15 cm, tiene meristemas apicales en menor rango que el de las de primera. Al momento de la siembra los rizomas de segunda se colocan en el centro del camellón, pueden ir alternando en su posición con los rizomas de primera.

Rizomas de tercera: en este grupo se incluyen aquellos rizomas con longitud menor a 7 cm, usualmente estos rizomas tienen una menor brotación de meristemas apicales, al momento de la siembra se colocan en forma transversal y a la orilla del camellón.



Figura 10. Siembra de rizomas de leather leaf en camellones o camas

Fuente: Sierra-Saenz, 2004

Después de haber colocado los rizomas en los camellones se procede a cubrirlo con una capa de un centímetro de grosor, para ello se puede utilizar broza o aserrín (Figura 11). Es importante saber el origen de la broza o aserrín que se utilice y asegurar de que no tengan origen de plantas enfermas ya que hongos del género *Rosellinia*, *Colletotrichum* y *Phoma* son patógenos que pueden infectar el cultivo de leather leaf. Con la cobertura se pretende cubrir los rizomas para evitar daños de plagas, roedores y de factores abióticos. Para mantener la humedad y facilitar la formación de yemas y tallos se recomienda aplicar una capa de 5 mm de agua en forma de riego diariamente durante los primeros 45 días de establecida la plantación.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 11. Camellones o camas sembradas con rizomas de leather leaf y cubiertas con broza para mantener la humedad.

5.1.8 Fertilización de una plantación de leather leaf

El programa de fertilización de una plantación de leather para exportación debe ser basado en la interpretación de los resultados de análisis de fertilidad del suelo y en el análisis del estado nutricional del follaje. Cuando a una plantación no se aplica la cantidad adecuada de nutrientes manifiesta ciertos síntomas como hojas amarillentas, plantas con escaso desarrollo (figura 12) y una reducción drástica en la producción anual de frondas con características adecuadas para exportación.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 12. Plantación de leather leaf en la que se observan nuevas frondas, este es el resultado de una buen fertilización.

F

5.2 Manejo de las principales plagas y enfermedades del cultivo de leather leaf (*Rumohra adiantiformis* G. Forst. Ching) en Guatemala

5.2.1 Hoja manchada de leather leaf causada por *Phoma* sp.

Afecta principalmente los brotes y tejidos jóvenes del cultivo de leather leaf. Las frondas de leather leaf para exportación deben llenar ciertos estándares de calidad, tales como ir libre manchas causadas por enfermedades fungosas. Esta enfermedad se manifiesta como manchas circulares con márgenes café claro y translúcidos. El patógeno produce hifas y picnidios, la infección del tejido es húmedo, firme e inicialmente café eventualmente cambia a marrón oscuro. Las condiciones de alta humedad en las que se desarrolla el cultivo de leather leaf, favorece el desarrollo de la enfermedad de phoma, ya que las estas condiciones

favorecen las diferentes fases de la enfermedad, desde la diseminación de las esporas, el proceso de infección y desarrollo de la misma.

El manejo de la enfermedad de hoja manchada por Phoma en leather leaf debe hacerse usando el control cultural y el control químico.

Control cultural: dentro del control cultural se debe de incluir las podas de saneamiento, las cuales deben de hacer semanalmente para evitar cualquier foco de infección que pueda servir de fuente de inóculo de la enfermedad. Es importante considerar que una simple lesión de phoma es capaz de producir varios miles de conidias que pueden ser dispersados por el viento, la lluvia, por insectos y por las personas.

Control químico: el control químico consiste en la aplicación de fungicidas preventivos de contacto, si existiera algún brote muy fuerte se recomienda aplicación de un fungicida curativo sistémico. Al momento de elaborar un programa de protección con fungicidas se debe de considerar la inclusión de diferentes ingredientes activos con el objetivo evitar el desarrollo de resistencia en el hongo. Entre los fungicidas que se recomienda para incluir en un programa para el manejo de la enfermedad de hoja mancha por phoma en leather leaf están los siguientes: propineb, piroclostrobina, Mancozeb, tebuconazol y triadimenol.

5.2.2 Antracnosis de leather leaf causado por *Colletotrichum acutatum*

La antracnosis de leather leaf es causada por el hongo *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds (Barquero Quirós, et al, 2013), es la enfermedad más problemática y difícil de control en este cultivo. Es un patógeno que afecta a numerosos hospederos en climas tropicales, subtropicales y templados. Este patógeno afecta otros cultivos de importancia económica como la papaya y puede afectar el follaje así como los frutos. En el cultivo de leather leaf el hongo *C. acutatum* afecta el follaje (igura 13).



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 13. Planta de leather leaf con daños de antracnosis causada por *C. acutatum*.

a) Síntomas de la antracnosis de leather leaf

En las plantaciones comerciales de leather leaf en Guatemala los principales síntomas de esta enfermedad en sus etapas iniciales son manchas de color rojo amarillenta, conforme avanza la enfermedad aparece un necrosamiento en las área afectadas de las frondas. Las hojas jóvenes son más susceptibles, y cuando están infectadas estas crecen teniendo una

apariencia quemadas en los ápices, provocando que la fronda no se desarrolle normalmente (figura 14). Las hojas maduras tienen cierta resistencia a la antracnosis, pero cuando existe bastante humedad y presencia de bastante inóculo es posible que las hojas adultas también puedan infectarse.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 14. Plantas de leather leaf portando algunas frondas infectadas con Antracnosis

Se debe de capacitar al personal de campo para poder distinguir los síntomas de antracnosis, ya que muy fácilmente se puede confundir con daños mecánicos y daños de fitotoxidad de productos químicos como fertilizantes, insecticidas y fungicidas. La enfermedad empieza con focos iniciales presentando lesiones de diámetro muy pequeño, al detectar estos focos se debe de empezar un proceso de podas de saneamiento, debido

a que la enfermedad tiene la capacidad de poder expandirse y abarcar campos enteros en pocos días.

b) Etiología de la enfermedad y diseminación

El agente causal *Colletotrichum acutatum*, produce conidias unicelulares incoloras, de una sola célula, ovoides, cilíndricos y en ocasiones encorvados o en forma de pesas en acervulos. Las masas de conidios son de color salmón o rosa. Los acervulos son subepidémicos y brotan a través de la superficie de los tejidos de la planta, tienen forma de disco o cojín y son cerosos, con conidióforos simples, cortos y erectos. (Agrios, 2005).

La antracnosis puede presentarse en hojas, tallos de la hoja de Leather Leaf en pre y postcosecha, principalmente daños en las hojas de la hoja, provocando que su valor comercial disminuya. Las especies de *Colletotrichum sp.* son reconocidas como los principales patógenos que causan infecciones latentes.

c) Desarrollo de la enfermedad

El desarrollo de la enfermedad antracnosis se ve favorecido por el clima calido y húmedo, lluvioso. Esporas de *Colletotrichum acutatum*. (conidios) envueltas en una matriz viscosa se producen dentro de acervulos. Las esporas están bien diseñadas para la difusión por salpicaduras de agua, pero pueden ser transportados por el viento en forma de esporas secas (Bailey et. al1992). El inóculo puede ser fácilmente transportado mediante la adhesión a las manos, herramienta, ropa, animales, insectos o moviendo helechos infectados de un lugar a otro. Una vez haya presencia de conidios y estén en contacto con el tejido joven susceptible de leather leaf, la germinación se producirá en presencia de agua. Los conidios penetran tejido del huésped por medio de una estructura microscópica llamado apresorio. Según Xiao et al (2004) se han realizado pruebas de patogenicidad donde se han mostrado síntomas de la enfermedad a partir de 4-5 días después de la inoculación. *Colletotrichum sp.* puede sobrevivir como conidios, hifas, apresorio y posiblemente esclerocios en restos vegetales infectados o en el suelo (Agrios, 2004)

d) Reproducción de *Colletotrichum acutatum* y su genética

El ciclo de vida de *C. acutatum* comprende una fase sexual y una asexual. En términos generales se considera la fase sexual es utilizado para generar variabilidad genética producto de la recombinación durante la meiosis y la fase asexual como el estado responsable de la dispersión, infección y desarrollo de la enfermedad. En la reproducción sexual el hongo produce una estructura especial llamado hifa en vez de un micelio. Dos hifas de diferentes individuos *C. acutatum* se fusionan y producen una espora través de la reproducción sexual (Wharton, Dieguez, 2004). Esta espora se denomina ascosporas que puede ser una estructura de sobrevivencia ya puede sobrevivir en el suelo por varios años sin necesidad de la planta hospedera. La diversidad genética producto de la reproducción sexual ayuda al patógeno a sobrevivir bajo diferentes condiciones y ambientes.

e) Manejo y control de antracnosis causado por *C. acutatum* en el cultivo de leather leaf.

La planta de leather leaf necesita de condiciones ambientales de alta húmedas, lo cual también favorece la proliferación de la enfermedad de antractanosis. Para tratar de mantener bajo control a la antracnosis se recomienda hacer monitores semanales en las plantaciones para poder identificar los focos y definir con esta información las estrategias de control a través de podas de saneamiento y control químico que se deben realizar para tener bajo control dicha enfermedad. Para hacer el monitoreo se procede de la siguiente manera:

- Antes de iniciar los monitoreos, es importante capacitar al personal de campo que realiza esta actividad, debido a que los síntomas de antracnosis son fácilmente confundidos con quemaduras o daños físicos. Se hace un recorrido en cada uno de los camellones en busca de frondas que presentan síntomas de antracnosis.
- Los trabajadores preparan las tijeras, bolsas plásticas y solución desinfectante para limpiar las herramientas utilizadas en la actividad.

- Se procede a ingresar a la plantación y se recorre cada camellón buscando aquellas frondas que presentan los síntomas de antracnosis, se proceden a cortar con tijeras, el corte debe de hacerse desde la parte inferior del tallo, al momento de hacer el corte se debe tener cuidado de no dañar las frondas jóvenes y evitar que las frondas infectadas hagan contacto con otras frondas para evitar diseminación de la enfermedad. Las frondas enfermas se colocan bolsas plásticas para su posterior eliminación. Las tijeras utilizadas se deben desinfectar para evitar diseminar las esporas del hongo. Las frondas enfermas se deben de descartar en áreas alejadas del área de producción para evitar que las esporas del hongo puedan ser transportados por el viento hacia la plantación.
- Después de hacer la poda de saneamiento se procede a hacer una aplicación de un fungicida de acción preventiva, al preparar la mezcla de fungicida se agrega un adherente.
- Con el objetivo de evitar el desarrollo de resistencia a los fungicidas se recomienda hacer rotación de los productos, entre los fungicidas recomendados para el manejo de la antracnosis en el cultivo de leather leaf esta el Propineb, Metiram y Mancozeb en las dosis recomendadas por la casa productora. Se recomienda hacer evaluaciones de la susceptibilidad del hongo a los fungicidas en medios de cultivos de PDA a nivel de laboratorio, esto para asegurar de la eficacia de cada uno de los fungicidas. Si alguno de los fungicidas pierde su efectividad *in vitro* en el control del patógeno se recomienda retirarlo del programa fitosanitario.

5.2.3 Marchitez de la hoja de leather leaf

En Guatemala existen otros patógenos que esporádicamente pueden causar problemas cuando se tienen suelos con mal drenaje. Los síntomas de una planta infectada puede ser marchitez y escaso crecimiento. Entre estos hongos tenemos los siguientes: *Cercospora sp.*, *Rosellinia sp.*, y *Rhizoctonia sp.*

5.2.4 Larva barrenadora del tallo, mosco negro o fungus gnat (*Mycetophila* spp), en cultivo de leather leaf

El insecto adulto mide aproximadamente 2.5 mm de largo, color gris a negro, tiene unas patas largas, antenas y un par de alas. Son moscas con baja capacidad de volar, por lo que generalmente se encuentran cerca de la superficie del suelo. La larva es conocida como fungus gnat, y estado larval es la más dañina. La larva es blanquecina, con cabeza de color oscuro, sin patas. Las hembras ponen de 100 a 300 huevos en lotes de 2 a 30 cada uno sobre la materia orgánica.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 15. Mosca de mantillo, estado adulto del fungus gnat

a) Daño provocado por fungus gnat

Afecta los brotes jóvenes de la planta de leather leaf al perforar el tallo. La larva se alimenta principalmente de hongos y materia orgánica del suelo, pero cuando las poblaciones de larvas son altas también puede perforar las raíces y tallos jóvenes de la plantas en el

invernadero. El insecto adulto no causa daño a las plantas, pero su presencia no es agradable en la plantación como tampoco en las frondas que se exportan. En las primeras semanas de los brotes de las plantas de leather leaf las larvas barrenan los brotes tiernos, afectando el desarrollo de la frondas, y por lo tanto reduciendo la cantidad de frondas producidas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 16. Larvas de fungus gnat, causando deformación a un brote joven de leather leaf.

b) Ciclo de vida

El insecto completa su ciclo de vida pasando por cuatro estados, huevo, larva, pupa y adulto; en un periodo de aproximadamente 18 días a temperatura de 18 °C, aunque en temperaturas mayores su ciclo de vida puede ser más corto. En Guatemala la presencia de

este insecto en plantaciones comerciales de leather leaf es común durante todo el año, por lo que se debe de emplear algún método de control.

c) Control de fungus gnat en leather leaf

La mayor parte de la vida de fungus gnat la pasa en estado de larva y como pupa en la materia orgánica en el suelo. Entonces uno de los métodos de control más efectivo es tratar de controlarlo durante los estados inmaduros, en lugar de intentar control el estado adulto que es más móvil. Estrategias físicas y culturales son recomendados, tales como la reducción de exceso de humedad y materia orgánica. En las fincas productoras de frondas de leather leaf en Guatemala también se utilizan insecticidas para controlar las poblaciones de este insecto. Usualmente son 4 los insecticidas utilizados cuyos ingredientes activos son Azinfor-metilico, Chlorpyrifos-cypermethrin, Clorfenvinfo y Dilan. Se recomienda hacer aplicaciones a cada 15 días, en cada aplicación se aplica únicamente un insecticida. Para evitar el desarrollo de resistencia a insecticidas se recomienda hacer rotaciones de estos cuatro insecticidas, es decir, que cada insecticida se aplica a cada 2 meses.

Se recomienda hacer inspecciones visuales de adultos, ya que la presencia de adultos es un indicativo de la presencia de larvas que están causando problemas. Los adultos se pueden observar sobre las plantas, suelo, ventanas o paredes, o algunas veces volando. Se puede utilizar trampas de color verde impregnadas con un producto denominado “tangle foot” para atrapar adultos. La presencia de adultos de *Mycetophila* spp en la trampa es un indicativo de la existencia de problemas en con la larva fungus gnat en la plantación.

Las plantas infestadas no se deben de mover a nuevas áreas donde las larvas puedan terminar de completar el ciclo de vida del insecto, para el manejo de esta plaga se recomienda quemar los brotes infestados.

5.3 Factores más importantes para cumplir con los parámetros de calidad exigidos para la exportación de frondas de leather leaf

5.3.1 Características físicas de las frondas para exportación

Una fronda adecuada para exportación debe de cumplir ciertas características físicas, tales como hojas brillantes, de intenso color verde, compacta, frondosa, carente de esporas

maduras, con longitud mínima de 42 cm. Debe de ser capaz de tener una vida en florero de 15 a 20 días después del corte a temperatura ambiente.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 17. Frondas de leather leaf con buenas características adecuadas para exportación.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 18. Frondas de leather leaf con soros inmaduros, verde pálido, lo cual aún se acepta para exportación.

5.3.2 Calidad de las frondas para exportación

Es el conjunto de aspectos y características que debe de cumplir un producto para poder satisfacer las necesidades del consumidor final. Durante el proceso de producción de frondas en el cultivo de frondas de leather leaf se debe de darle un manejo agronómico

adecuado con el fin de evitar al máximo el daño de plagas, enfermedades y daños por factores abióticos. Todas las actividades se realizan con el objetivo de poder cosechar y poder entregar un producto con las especificaciones de calidad exigidas por el mercado a donde se exporta.

5.3.3 Etiquetado de los manojos de leather leaf

Debe de colocar en cada uno de los manojos de frondas, y sirve para proporcionar información acerca de la empresa productora, el país de origen, cuidado y periodo de vida en florero de las frondas.

5.3.4 Cosecha y empaque de leather leaf

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, dichas actividades se detallan a continuación.

- a) 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.
- b) 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.
- c) Después de haber seleccionado la fronda, con la tijera, se procede a cortar la parte inferior del tallo, tratando de cortar lo más cercano posible al suelo, ya que al momento de volver a cosechar pueden provocar heridas al cosechador



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 19. Plantación de leather leaf con frondas con características adecuadas y en su punto óptimo para ser cosechado.

- d) 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 largo x 70 cm de ancho y 60 cm de altura. Estas canastas están elaborados de sarán.

- e) Al llenar la canasta cada trabajador coloca una etiqueta de código de barras individual para identificarlas, esto permite hacer cualquier trazabilidad del origen de las frondas a lo largo de la cadena de comercialización hasta el consumidor final. El código de barra también permite monitorear el rendimiento de corte que tiene cada empleado.

- f) 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 empaedora.

- g) 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.

- h) 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 gr/ litro de agua.

- i) 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 manajo 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 a 47 cm; Mediano tienen una longitud de 48 a 54 cm y Jumbo tienen una longitud de 55 a 62 cm. Los manajos se amarran con hule de color, el color varía dependiendo del tipo manajo que se está trabajando.

- j) El área de empaque debe de ser supervisado constantemente, por lo que se requiere que haya un supervisor de esta actividad, que se encarga del control de calidad del proceso. Es obligación del supervisor de empaque revisar porque los manajos lleven el número correcto de frondas, que las frondas no estén quebradas o con daños de plagas y enfermedades y que las frondas cumplan con las longitudes establecidas.
- k) Al tener amarrado cada uno de los manajos se procede a cortar los tallos a manera de que tengan la misma longitud, y se colocan en estantes. Inmediatamente los manajos son hidratados al aplicarles agua con una bomba de aspersión de mochila.
- l) El siguiente paso es el embolsado, el cual consiste en colocar los manajos de frondas en una bolsa de nylon perforada con un agujero para introducir los tallos del manajo (figura 20). El nylon se utiliza para evitar la deshidratación durante el transporte.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 20. Manojos de frondas de leather leaf dentro de una bolsa de nylon y colocada en una caja para exportación.

- m) Luego se colocan los manojos en cajas, dependiendo del tamaño así será el número que se coloca en cada caja. Las cajas varían en tamaño y dependen del tipo de frondas que lleva. Para frondas Jumbo se colocan 35 manojos por caja; para frondas Medianas se colocan 30 manojos y para tamaño Junior se colocan 30 manojos. La caja sirve para proteger las frondas en su camino hacia el consumidor final y es parte del programa de mercadeo industrial que tiene una compañía ya que lleva un logo de la empresa y el nombre del país de origen (figura 21).
- n) Luego las cajas conteniendo los manojos de frondas se colocan en cuartos fríos, los cuales mantienen una temperatura de 4°C.
- o) Cuando se tiene el número de cajas se procede a cargar el contenedor el cual debe de estar provisto con sistema de enfriamiento para mantener la temperatura de 4°C hasta el intermediario en el país importador.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 21. Cajas conteniendo frondas de leather leaf, en proceso de estibado.

5.3.5 Exportación de leather leaf

La exportación de frondas de leather leaf consiste en la venta de este producto en un territorio diferente al territorio donde se produjo. Usualmente no es posible exportar al consumidor final, y se exporta a empresas intermediarias que se encuentran en los países importadoras. Luego estas empresas intermediarias se encargan de venderlas a los consumidores finales o bien a cadenas de supermercados que se encargan de vender al consumidor final. El transporte marítimo es el más utilizado para los envíos de frondas a los diferentes países, aunque a veces se utiliza el transporte aéreo cuando hay bastante demanda y se tienen pedidos urgentes. Hacia los Estados Unidos de América existe un buen número de empresas que prestan servicios aéreos directos con conexión a diferentes aeropuertos. Aunque los vuelos cargueros van inicialmente al aeropuerto de Miami en Florida.

5.4 Potenciales mercados de consumo de frondas de leather leaf.

Según registros de Estadísticas Comerciales de Desarrollo de Comercio Internacional, (ITC), en el transcurso del periodo 2012 a 2015, los valores de exportaciones guatemaltecas de follajes y hojas tuvieron un crecimiento significativo, ya que se pasó de percibir US\$13.782 millones en el año 2012 a percibir US\$20.139 en el año 2015 (Cuadro 2). Los anteriores datos son un indicativo del crecimiento que ha tenido las exportaciones de follajes en los últimos años y que empresas guatemaltecas han ido ampliando sus plantaciones para satisfacer las demandas de exportación.

Respecto a los mercados a donde se exportó durante el año 2015, el 83.6% se exportó a Holanda; el 8.2% a Japón y el 7.88% a Estados Unidos de América (cuadro 2). Se observa que Japón y Estados Unidos de América son mercados que se debe podrían de tomar en consideración como potenciales mercados ya que tienen poblaciones bastante grandes y el porcentaje de frondas exportadas desde Guatemala es relativamente bajo al compararlo al exportado a Holanda.

Según análisis de datos de comercio internacional de leather leaf, Canadá es otro país que importa este producto procedente de otros países como Colombia, Brasil y Costa Rica. Canadá, Estados Unidos de América y Japón son países importadores de leather leaf en donde se debe de hacer un estudio para conocer las características del producto que prefieren y de esa manera tratar de exportar.

Aunque es importante considerar que en Estados Unidos, Costa Rica y Colombia existen grandes compañías que tienen muchos años de estar produciendo frondas de leather leaf para exportación y tienen bastante experiencia y son competencia que hay que considerar a la hora de iniciar una explotación comercial de producción de leather leaf para exportación. Sin embargo según observación personal realizada en Costa Rica las plantaciones comerciales de leather leaf han ido disminuyendo en los últimos años debido al alto costo de la mano de obra, a una legislación ambiental bastante estricta y pérdidas debido a enfermedades en las plantaciones.

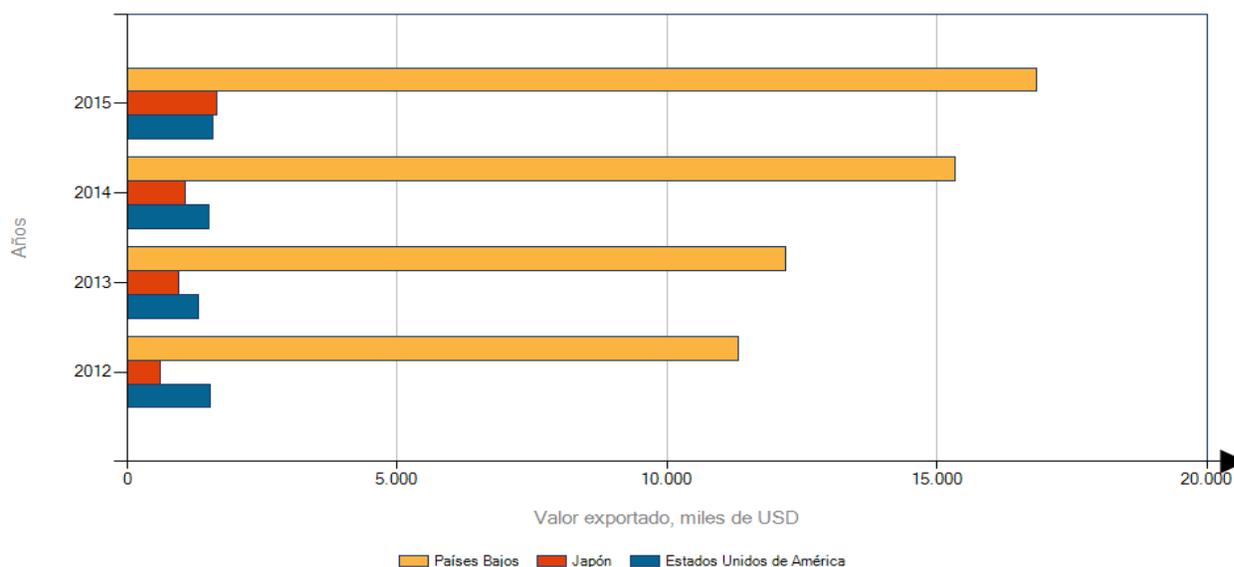
Durante todo el proceso productivo de leather leaf desde la siembra, hasta las actividades realizadas durante la cosecha y post-cosecha se genera empleo, lo cual tiene un impacto social y económico en las diferentes localidades donde se tienen las plantaciones.

Cuadro 2. Tres principales países importadores de leather leaf producido en Guatemala, en los años 2012-2015 y valores exportados desde Guatemala en millones de dólares.

Importadores	Valor Exportado en 2012	Valor exportado en 2013	Valor exportado en 2014	Valor exportado en 2015
Mundo (import. total)	13.783	14.501	18.005	20.139
Holanda	11.308	12.194	15.341	16.836
Japón	0.616	0.944	1.073	1.648
Estados Unidos de América	1.533	1.321	1.524	1.587

Fuente: International Trade Centre, 2016.

En la figura 22, se presentan los montos exportados por Guatemala, expresados en miles de US dólares, a los tres principales países importadores de leather leaf.



Fuente: International Trade Centre, 2016

Figura 22. Tres principales países importadores de leather leaf producido en Guatemala, monto total expresado en US Dólar, para los años 2012-2015.

6 CONCLUSIONES

6.1 En Guatemala existen regiones con condiciones climáticas, suelos y topografía adecuada para la producción a escala comercial de leather leaf, lo cual se debe de aprovechar para poder diversificar la producción agrícola y al mismo tiempo generar empleo para personal técnico como para jornalero.

6.2 La producción de leather leaf para exportación debe de llenar ciertos requisitos tales como estar libre de plagas y enfermedades, razón por la cual se debe de tener un buen manejo de las siguientes enfermedades: antracnosis causada por *C. acutatum*, hoja manchada causada por *Phoma* sp. También se requiere un buen control de la principal plaga *Mycetophila* sp, que en estado larval es conocido como fungus gnat.

6.3 Las actividades de cosecha y post-cosecha la deben de realizar personal debidamente capacitada para poder darle un buen manejo al producto que se desea exportar. Se debe de cosechar únicamente las frondas que tienen las características adecuadas para exportación.

6.4 Dentro de los potenciales mercados para exportación de leather leaf están Estados Unidos de América, Canadá y Japón, ya que a pesar de que actualmente se exporta a esos países, existen la posibilidad de poder expandir y aprovechar esos grandes mercados mundiales.

6.5 Seguir gerrenarando e importando tecnología, para continuar siendo competitivos en productividad y calidad, y que el leatherleaf de Guatemala siga teniendo un buen nombre internacionalmente.

7. RECOMENDACIONES

7.1 Aprovechar la posición geográficas y las condiciones climáticas de Guatemala, que permiten cosechar leather leaf para exportación durante todo el año.

7.2 Realizar monitoreos semanales para poder tener bajo control las enfermedades antracnosis causada por *C. acutatum*, hoja manchada causada por *Phoma sp.*, y la plaga *Mycetophila sp.*, que en estado larval es conocido como fungus gnat, basado en los resultados de los monitoreos se debe implementar estrategias usando métodos de control biológico y químicos para controlar las enfermedades y la plaga.

7.3 Exportar únicamente las frondas que llenen los requisitos para exportación para poder mantener los mercados actuales y de esa manera poder ir expandiendo a los mercados potenciales.

7.4 Continuar con la investigación de Mercado y Realizar estudios de Factibilidad de un proyecto para exportación.

7.5 Incentivar el consumo local y mercados centroamericanos, exponiendo el producto en diferentes ferias agrícolas. Para masificar su consumo.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta Bernal, JF. 2002. Analysis no. 2 of tropical flowers and foliage in Putumayo (en línea). US. Consultado 12 oct 2016. Disponible en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACX701.pdf
2. AGEXPRONT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales, GT). s.f. Guía práctica para el cultivo de ornamentales. Guatemala. 13 p.
3. Agrios, GN. 1997. Plant pathology. 4 ed. US, APS. p. 133-150.
4. Atehortúa, L. 1999. Follajes, helecho cuero, tree fern. Colombia, Hortitecnia. p. 1-29.
5. Aycachi Inga, R. 2004. Histología vegetal: las plantas (en línea). España. Consultado 10 set. 2016. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos31/histologia-vegetal/histologia-vegetal.shtm>
6. Baldauf, C; Sedrez, M. 2010. Effects of harvesting on population structure of leatherleaf fern (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching) in Brazilian atlantic rainforest. Fern Journal 100(3):148-154.
7. Barquero Quirós, M; Peres, NA; Araúz, LF. 2013. Presencia de *Colletotrichum acutatum* y *Colletotrichum gloeosporoides* en helecho hoja de cuero, limón criollo, papaya, carambola y mango en Costa Rica y Florida (Estados Unidos). Agronomía Costarricense 37(1):23-38.
8. Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Costa Rica, ACCS. 157 p.
9. Coelho de Souza, RR Kubo; Guimarães, L; Elisabetsky, E; 2006. An ethnobiological assessment of *Rumohra adiantiformis* (samambaia-preta) extractivism in southern Brazil. Biod. Cons 15:2737–2746.
10. Geldenhuys, CJ; Van der Merwe, CJ. 1988. Population structure and growth of the fern *Rumohra adiantiformis* in relation to fern harvesting in the southern cape forests. S. Afr. J. Bot. 54:351–362.
11. Gill, S; Clement, D. 2001. Plagas y enfermedades de los cultivos de flores, estrategias biológicas. Bogotá, Colombia, Hortitecnia. 223-225 p.

12. Gómez Posada, S. 2009. Cultivo de helecho cuero (*Rumohra adiantiformis*). In Curso de Floricultura. Colombia, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. p. 390-419.
13. Gordillo Arriola, CC. 2013. Aporte a la producción de hoja de cuero (*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching. Diagnóstico y servicios en la Finca Costa Sol, S.A. San Miguel Dueñas, Sacatepéquez, Guatemala, C.A. Informe Graduación In. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 132 p.
14. Hirsch, AM. 1975. The effect of sucrose on the differentiation of excised fern leaf tissue either gametophytes or sporophytes. *Plant Physiology* 56:390-393.
15. International Trade Centre. 2016. Trade statistics for international business development: imports from Guatemala. Consultado 15 oct. 2016. Disponible en http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS_Graph.aspx
16. Sierra-Sáenz, CA. 2004. Curso sobre flores tropicales y follajes verdes – instalación del cultivo. Colombia, Comité de Cafeteros de Risaralda. 65 p.
17. Stamps, RH; Conover, CA. 1986. Cut foliage production in Florida. *HortScience* 21:178, 343.
18. Stamps, RH; Terril, AN; Barret, JE. 1994. Production temperatures influence growth and physiology of leather leaf fern. *HortScience* 29(2):67-70.
19. Strandberg, JO. 2003. Seasonal variation in production and development of leather leaf fern leaves. *Annals of Applied Biology* 143:235-243.
20. USDA, US. 2016. NRCS (Natural Resources Conservation Service) plants database, classification for kingdom plantae down to species *Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching (en línea). US. Consultado 10 oct. 2016. Disponible en <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=RUAD>
21. Wharton, PS; Diéguez, J. 2004. La biología de *Colletotrichum acutatum*. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 61:3-22.
22. Winarto, B; Texeira da Silva, JA. 2012. Improved micropropagation protocol for leatherleaf fern (*Rumohra adiantiformis*) using rhizomes as donor plant. *Scientia Horticulturae* 140:74-80.

23. Xiao, CL; MacKenzie, SJ; Legard, DE. 2004. Genetic and pathogenic analysis of *Colletotrichum gloesporioides* isolates from strawberry and noncultivated hosts. *Phytopathology* 94:446-453.