



**ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA PARA INVESTIGAR  
SOBRE POSIBLES SOLUCIONES PARA DISMINUIR  
PÉRDIDAS DE FRONDAS DE HELECHO HOJA DE  
CUERO (Rumohra adiantiformis (G. Forst.) Ching)**

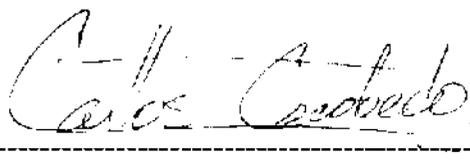
**Tesis presentada como requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
académico de licenciatura**

**por**

**Carlos Alberto Francisco Escobedo Grötewold**

**Honduras, 7 de diciembre de 1996.**

**El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.**



---

**Carlos Alberto Francisco Escobedo Grätewold**

**Zamorano, Honduras, 7 de diciembre de 1996.**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres Carlos Escobedo Pacheco Elvira Grötewod de Escobedo; a mis hermanos Francisco José, Ernesto y Ma. Valeria; a mis abuelos Carlos Grötewold y Carlos Escobedo y a Mónica y a mi hijo/a que viene en camino

## AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen porque siempre han estado con migo.

A mis padres por su apoyo y consejos.

A Mónica Bohorquez por su grán ayuda.

A mis asesores: Cesar Zepeda, Dr. Contreras y Dr. Colón.

A don Favio Salgado, Ing. Villeda, José Aristides Escobar, Luis Pedro Zelaya, Hernan Barrón, Santiago Luzuriaga, Dr. Francisco Gomez, Wilfredo Marquez Luis Castillo, Alejandro Pineda, Hilda Flores e Inti Jaramillo por su valioza colaboración.

Al Dr. Alfredo Montes, Dr. Odilo Duarte y don Mario Bustamante por su grán ayuda y consejos.

A Elga y Eva.

A Aldo Sinibaldi, Otto Escobar, Javier Fernandez, Fernando Torrez, Carlos Palala, Bori España, Osbaldo España, José Solis, Juan Pablo Brigard, Gerardo Flores, Jorge Huertas, Jorge Sarabia, Raquel Jean, Eduardo Galo, Rafael Segura, Sara Flores, Carolina Valladares, Ma. Emilia Corea, Ma. Isabel Madera, Sara Durand, Ma. Pia Gonzales, Javier Romero y Familia Oleachea por su apoyo y amistad.

Y a todos aquellos que de una u otra forma colaboraron con migo, muchas gracias.

## CONTENIDO

<b>Título.....</b>	<b>i</b>
<b>Derechos de autor.....</b>	<b>ii</b>
<b>Hoja de firmas.....</b>	<b>iii</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>iv</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>v</b>
<b>Tabla de contenidos.....</b>	<b>vi</b>
<b>Indice de cuadros.....</b>	<b>ix</b>
<b>Indice de figuras.....</b>	<b>x</b>
<b>Indice de anexos.....</b>	<b>xi</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>xii</b>
<b>I INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 GENERALIDADES.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 BOTANICA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.3 PRODUCCION COMERCIAL DEL HELECHO</b>	
<b>HOJA DE CUERO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3.1 Localización de la plantación.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3.2 Preparación del terreno.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3.3 Preparación de camas.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3.4 Siembra.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.5 Renovación de camas.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.6 Control de la intensidad de luz.....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 FERTILIZACION Y NUTRICION.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.1 Nitrógeno.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.2 Fósforo.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.3 Potasio.....</b>	<b>8</b>

2.4.4 Calcio.....	8
2.4.5 Magnesio.....	8
2.4.6 Hierro.....	9
2.4.7 Manganeso.....	9
2.4.8 Cobre.....	9
2.4.9 Cinc.....	9
2.4.10 Deficiencias.....	10
2.4.11 Orilla roja.....	11
2.4.12 Fertilizantes.....	12
2.5 ANALISIS FOLIAR Y DE SUELOS.....	13
2.6 RIEGO.....	15
2.7 TEMERATURA.....	16
2.8 ENFERMEDADES.....	16
2.8.1 Pudrición radical.....	16
2.8.2 Mancha foliar por hongos.....	17
2.9 MALEZAS.....	17
2.10 COSECHA.....	18
2.11 MANEJO POST-COSECHA.....	19
<b>III MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1 LOCALIZACION.....	20
3.2 PRIMERA PARTE.....	20
3.2.1 Procedimiento.....	20
3.2.1.1 Análisis foliar.....	20
3.2.1.2 Análisi de suelos.....	21
3.2.1.3 Análisis de agua.....	21
3.2.1.4 Análisis de datos.....	21
3.3 EXPERIMENTO 1.....	21
3.3.1 Análisis de datos.....	22
3.3.2 Análisis estadístico.....	22

<b>3.4 EXPERIMENTO 2 .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.1 Análisis de datos.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.2 Análisis estadístico.....</b>	<b>23</b>
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 EXPERIMENTO 1.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2 EXPERIMENTO 2.....</b>	<b>36</b>
<b>V CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>VI RECOMENDACIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>VII BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>39</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	
<b>1.</b>	<b>Contenido ideal de los elementos en las hojas..... 10</b>
<b>2.</b>	<b>Niveles óptimos de macro y micro elementos en las frondas maduras del Helecho Hoja de Cuero..... 14</b>
<b>3.</b>	<b>Fertilización recomendada para Helecho Hoja de Cuero cultivado entre 60 y 70% de sombra..... 15</b>
<b>4.</b>	<b>Peso, número de yemas y brotes total en 9 rizomas de cada parcela..... 22</b>
<b>5.</b>	<b>Peso, número de yemas y brotes en 9 rizomas de cada parcela..... 23</b>
<b>6.</b>	<b>Resultado de los análisis de suelos para 6 muestras..... 29</b>
<b>7.</b>	<b>Nutrientes aportados por el suelo, nutrientes requeridos y recomendación..... 30</b>
<b>8.</b>	<b>Cantidad requerida de fertilizante vs. cantidad aplicada..... 30</b>
<b>9.</b>	<b>Contenido de N,P, K, Ca y Mg en frondas sanas y dañadas.... 31</b>
<b>10.</b>	<b>Contenido de Cu, Fe, Mn y Zn en frondas sanas y dañadas.... 31</b>
<b>11.</b>	<b>Andeva para la variable crecimiento..... 32</b>
<b>12.</b>	<b>Fuentes de variación del modelo crecimiento en función de semanas, medio, tipo, medio * tipo..... 33</b>
<b>13.</b>	<b>SNK para las medias del crecimiento vegetativo en cada uno de los medios evaluados..... 33</b>
<b>14.</b>	<b>SNK para el crecimiento vegetativo de rizomas..... 34</b>
<b>15.</b>	<b>Prueba T para las variables peso, número de yemas y número de brotes de rizomas obtenidos de frondas sanas y frondas dañadas..... 35</b>
<b>16.</b>	<b>Prueba T para las variables peso, yemas, brotes, crecimiento.. 36</b>

**INDICE DE FIGURAS****Figura**

<b>1a.</b>	<b>Fronda sana.....</b>	<b>24</b>
<b>1b.</b>	<b>Fronda dañada.....</b>	<b>25</b>
<b>2.</b>	<b>Desarrollo vegetativo de las 4 parcelas evaluadas durante 8 semanas.....</b>	<b>35</b>

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo

<b>1.</b>	<b>TEMPERATURA MINIMA Y MAXIMA PROMEDIO MENSUAL EN 1995 EN EL CERRO UYUCA ( 1855 msnm ).....</b>	<b>43</b>
<b>2.</b>	<b>PRECIPITACION DE LLUVIA MENSUAL DURANTE 1995 EN EL CERRO UYUCA ( 1855 msnm ).....</b>	<b>44</b>
<b>3.</b>	<b>RANGO DE DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES CON RELACION AL pH.....</b>	<b>45</b>

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUICAPÁN  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS  
 1995. 02. 08  
 TIJUICAPÁN, HONDURAS

## RESUMEN

Este estudio surgió con el propósito de determinar la naturaleza de unas manchas que aparecían en las frondas del Helecho Hoja de Cuero en una plantación comercial localizada a 12 Km de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. La sintomatología se caracterizaba por unas manchas que se obserbaban de un color gris oscuro a un color café-rojizo similares unas con otras y aparecían con una mayor incidencia en las puntas y los extremos de las frondas.

El estudio se realizó en tres etapas. Primeramente se efectuó una revisión de Literatura con el propósito de averiguar cuales eran los factores que influenciaban este cultivo y compararlos con los existentes en la plantación. Se realizaron análisis de suelos, foliares y de aguas. Los análisis de suelos mostraron que el suelo de la plantación tenía un pH catalogado como fuertemente ácido y tenía un contenido nutricional aceptable pero se determinó manualmente que el suelo era muy pesado para el cultivo. El análisis foliar mostró que las frondas sanas tenían un balance nutricional dentro del rango deseado para el cultivo, no así las frondas enfermas, que mostraban un desbalance en su composición foliar. El análisis de agua dió como resultado que el agua de riego utilizada en la plantación tiene un pH de 5.88 el cual es un poco ácida para agua de riego, pero su contenido de sales era bajo.

En la segunda parte del proyecto se realizó un experimento evaluando un medio de crecimiento producido en el Zmorano comparándolo con el suelo de la plantación y sembrando en cada uno de los medios rizomas cuyas frondas presentaban el daño y rizomas cuyas frondas se encontraban completamente sanas. Los resultados muestran que los rizomas plantados en el medio mejorado presentaron un mayor desarrollo vegetativo que los rizomas sembrados en el suelo de la plantación y los rizomas sanos un mayor desarrollo vegetativo que los rizomas cuyas frondas presentaban el daño.

La tercera parte del experimento constó en evaluar los rizomas sanos versus los enfermos en el medio mejorado con un mayor pH. Los resultados de esta parte no fueron significativos.

## I INTRODUCCIÓN

El Helecho Hoja de Cuero (Rumohra adiantiformis (G.Forst.) Ching) también conocido como (Polystichum adiantiforme (G. Forst.) John Sm.) es un cultivo que ha llegado a tener una gran popularidad en el estado de la Florida, Estados Unidos de Norteamérica, debido a su gran demanda como planta para fondo de arreglos florales tanto en Norteamérica, como en Europa

Es conveniente mencionar que parte de la importancia de este cultivo en Latinoamérica, se debe a que las temporadas de alta producción en las regiones donde se encuentran las grandes plantaciones no coincide con las producciones nuestras, por lo que se encuentra una alta demanda y muy buenos precios en algunas temporadas durante el año, aparte de que es un cultivo cuyas labores requieren de numerosa mano de obra factor cuyo costo es cada día mayor en los países norteamericanos

A pesar de que el Helecho Hoja de Cuero se ha cultivado en nuestros países desde hace varios años, no existen procedimientos o métodos precisos sobre el tema y falta mucho que aprender. Este cultivo varía en su manejo significativamente de una región a otra, lo que hace necesario modificar las condiciones aproximándolas a las ideales, a manera de obtener frondas en las condiciones demandadas en el mercado.

El motivo de este estudio surgió con la aparición de unas manchas que dañan las frondas evitando que llenen los requisitos para la exportación. La mayoría de problemas que surgen se deben a que se impide que las plantas estén en un hábitat que les permita estar en una condición ideal, dando lugar a que estas sufran de problemas bióticos y abióticos que pudieran causar algún desbalance en su comportamiento normal.

El objetivo general de este estudio fue la identificación de factores limitantes y desarrollo de un plan de manejo para la producción sostenible del Helecho Hoja de Cuero en la zona de la Estancia, Francisco Morazán.

El objetivo específico fue hacer una recopilación de literatura sobre las condiciones ideales del cultivo y establecer un plan de manejo para una región en especial según las variaciones que se encuentren en dicho lugar.

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES

La producción de helechos y similares empezó en el estado de la Florida, en los Estados Unidos de Norte América, aproximadamente en 1925 con *Asparagus plumosus*, después fue introducida *Asparagus sprengeri*, sin desplazar la popularidad de la primera. Posteriormente, entre 1955 y 1965 se descubrió la variedad Baker del Helecho Hoja de Cuero, el cual había sido cultivado desde hacia varios años en Florida, pero sin mayor popularidad. El éxito de esta variedad radicaba en la duración y color de la fronda. Con esto, el estado de la Florida empezó de nuevo su alta actividad en el cultivo de follajes. En 1975 habían aproximadamente 1008 ha en producción en la Florida (Scarborough, 1991).

El Helecho Hoja de Cuero (*Rumohra adiantiformis*) ha tomado gran importancia ya que su producto se usa en la elaboración de arreglos florales a nivel mundial. Gummerod (1988) y Vargas (1992) señalan que los países en desarrollo ocupan un lugar importante en el comercio internacional de flores cortadas, follaje cortado y plantas. Esto es ratificado por Scarborough (1991), quien agrega que Europa compra alrededor del 15 % de los helechos producidos en Florida (USA) y la mayoría de las producciones de los países en desarrollo. Villeda (1996) agrega que las producciones de los países en desarrollo son mucho más pequeñas que las del estado de Florida en cuanto a volumen de producción y área plantada, pero son de gran importancia debido a que mantienen una calidad adecuada y una producción estable en el transcurso del año, lo cual no ocurre en varias de las plantaciones en Florida.

### 2.2 BOTÁNICA

El Helecho Hoja de Cuero, también conocido como "Leatherleaf fern" es un helecho verdadero que pertenece a la familia *Polypodiaceae*, orden *Filicales*, subreino *Embryophyta*, división *Tracheophyta*, subdivisión *Pteropsida*, clase *Filicineae* (Fuller y Ritchie 1967). Fue nombrado como *Polystichum adiantiforme* (G. Forst.) John Sm., y luego fue corregido este nombre a *Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching. Este helecho es nativo de la regiones tropicales de América Central, América del Sur, Sur África, Madagascar, Nueva Zelanda y Australia. (Henley *et al.*, 1981). Fue mejorado en

los Estados Unidos de Norte América con especies provenientes de África, dando lugar a las variedades comerciales conocidas como Mayfield y Baker.

Los helechos son plantas perennes que se cultivan con el fin único del aprovechamiento de su follaje, ya que son plantas que no tienen flores. Los helechos tampoco forman semilla, sino que tienen esporas, o bien se pueden reproducir vegetativamente. Sin embargo, los helechos se diferencian de los otros organismos que forman esporas en que estos tienen hojas verdaderas, y tienen también un sistema vascular especializado en el transporte de savia elaborada, agua y minerales y cuentan también con un sistema radicular con numerosas raíces adventicias filiformes, que nacen del tallo (Vargas 1992 citando a Fuller y Ritchie, 1967). Todas estas características hacen que los helechos estén clasificados en la división de las Pteridofitas.

El helecho se reproduce por esporas, pero tiene la capacidad de propagarse asexualmente, siendo esta la forma de reproducción que interesa para la producción comercial de follaje (Henley *et al.*, 1981). Las frondas producidas por plantas propagadas sexualmente no llegan a tener la textura ni el color adecuado para el comercio. La calidad de las frondas está dada por la textura de la fronda la cual también varía según el porcentaje de sombra que se tenga en la plantación, ya que a menor cantidad de sombra, mayor será la cantidad de frondas producidas, pero serán de menor calidad y que con mayor cantidad de sombra mayor será la calidad pero menor la producción, por lo que será necesario en una explotación comercial el tener un equilibrio entre la cantidad de fronda producida y la calidad de esta (Villeda, 1996).

Las plantas que se han desarrollado proveniente de una reproducción sexual (esporas) varía en su vida post-corte, y estas variaciones podrían servir para seleccionar líneas que tengan una buena vida post-cosecha (Henny, 1984)

La planta adulta de los helechos no tiene sexo y es llamada Esporofita. Al alcanzar su estado de madurez, en el envés de sus hojas, que son llamadas frondas y que constan de dos partes el pecíolo y la lámina o limbo (Wilson y Loomis, 1968; Vargas 1992), producen esporas en unas estructuras llamadas Esporangios, los cuales a su vez se desarrollan en grupos que se denominan Soros. Una sola fronda es capaz de producir millones de esporas las cuales se pueden diseminar naturalmente y germinar al estar en contacto con una superficie húmeda. Si se dan condiciones favorables el producto de esta espora es capaz de crecer hasta formar una estructura pequeña de color verde que se llama Prótalo, el cual no llega a medir más de 1.3 cm, representando este la fase sexual, la cual tiene una constitución genética haploide. En el envés del prótalo se encuentran los dos órganos sexuales. cerca de la base se encuentran los Anteridios que contienen esperma con filamento para nadar. Si estos son expuestos a condiciones propicias las cuales serían una buena cantidad de humedad los gérmenes nadan hasta los Arquegonios femeninos, los cuales se encuentran ubicados cerca del borde apical del prótalo. Los arquegonios contienen huevos y es así como se realiza la fertilización y resulta un embrión diploide.

## 2.3 PRODUCCIÓN COMERCIAL DEL HELECHO HOJA DE CUERO

### 2.3.1 Localización de la plantación

Para cultivar el helecho hoja de cuero se prefieren climas cálidos, sin embargo las frondas se ven dañadas por frío a temperaturas de  $-2.2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y los rizomas soportan hasta  $-5.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Aún estando entre las temperaturas de tolerancia es preciso mencionar que entre más frío se encuentren las plantas, más dinero se gasta en las labores para tratar de menguar el efecto del frío y obtener mejores producciones (Henley *et al.*, 1981).

En cuanto a los suelos se prefieren arenosos, y que estén significativamente profundos alejados del nivel freático. Es posible llegar a tener buenos resultados en suelos pesados, o con alto contenido de materia orgánica, pero es necesario tomar en cuenta ciertas condiciones como levantar las camas y tener una buena red de drenajes internos en la plantación ya que el agua estancada podría ser fatal pudiéndose dar problemas con tan solo 24 horas de estancamiento. Loadholtz (1978) añade que el cultivo no aguantaría agua estancada o suelos saturados por más de 6 a 12 horas. Alrededor a esto se encuentra el nivel del terreno, el cual no debe tener una pendiente demasiado pronunciada, ya que dificultaría la construcción de las estructuras para proveer la sombra así como las instalaciones del riego. Se recomiendan pendientes suaves de 1%, evitando extremos de 15% o mayores (Henley *et al.*, 1981).

El uso de suelos arenosos con un excelente drenaje crea problemas con la retención de humedad así como con los niveles nutricionales adecuados para el cultivo, por lo que será necesario el uso de enmiendas que mejoren las condiciones físicas, la aireación y las capacidades de retención de humedad y nutrientes. Las enmiendas inorgánicas pueden llegar a ser demasiado caras, por lo que se recomienda el uso de enmiendas orgánicas que deben ser administradas a razón de 2.5 a 5 cm sobre las camas para luego ser incorporadas a unos 12 cm de profundidad (Loadholtz, 1978).

La dosificación de fertilizantes a aplicar variará de acuerdo a la textura del suelo que se tenga y si este tiene o no enmiendas. Loadholtz (1978) menciona que para suelos arenosos sin enmiendas deben aplicarse pequeñas cantidades de fertilizantes más seguido, ya que con esto se previene la pérdida por la poca retención del suelo y se evitan problemas con las deposiciones de sales.

Scarborough (1991), concluyó ciertas recomendaciones para la mejor localización del sitio de producción: Es necesario tener un abastecimiento de agua, y analizar esta por posible alto contenido de sales, pH en el suelo entre 5 y 7. Buena circulación de aire, buen drenaje del suelo y camas elevadas, electricidad, vías de acceso, mano de obra y una fluctuación de temperatura entre  $13\text{ y }27^{\circ}\text{C}$ .

### 2.3.2 Preparación del terreno

Se debe de nivelar el suelo lo más que se pueda considerando hasta donde es económico. esto es para evitar fluctuaciones de temperatura que puedan ser ocasionadas por irregularidades en las estructuras de sombra de la plantación. así como erosión por el agua circulante. Un terreno sin pendiente no es lo más recomendado, ya que es necesario una cierta distribución del agua de lluvia (Henley *et al.*, 1981).

### 2.3.3 Preparación de camas

Si se tienen suelos bajos en materia orgánica se recomienda la incorporación de una capa de 5 cm de material alto en fibra en el área donde van a estar las camas posteriormente. y esta materia debe ser incorporada a una profundidad de 15 cm antes de que la plantación se realice. La materia orgánica juega un papel primordial en el primer año de establecimiento de la plantación. Sin embargo, suelos con exceso de materia orgánica deberán ser suplementados con materiales de enmienda para reducir su capacidad de retención de humedad y aumentar el drenaje, ya que la cantidad de humedad que estos podrían llegar a mantener podría llegar a ser letal para la plantación (Henley *et al.*, 1981).

Las camas deberán ser de 1 metro de ancho. Camas muy angostas no darán capacidad a tener un máximo aprovechamiento del terreno y camas muy anchas hacen difícil la cosecha y otras labores culturales (Loadholtz, 1978).

El Helecho Hoja de Cuero tolera pH de 5 a 7 en el suelo, sin embargo el rango ideal es de 5.5 a 6. Enmiendas de este, tanto como de nutrimentos en el suelo deberán ser realizadas antes de que sean plantados los rizomas (Henley *et al.*, 1981). Conover y Loadholtz (1978) describieron este mismo requerimiento de pH y añadieron que si el pH se encuentra abajo de 5 unidades se puede corregir agregando de 2 a 4 toneladas de cal dolomítica por hectárea. También describen que el calcio puede ser aumentado cuando el nivel es bajo y el pH es alto agregando sulfato de calcio Mathur reitera que el rango ideal de pH en el medio para el Helecho Hoja de Cuero es de 5.5 a 6, y dice que todos los nutrientes están disponibles en un pH entre 5.5 y 7. El pH y el calcio disponible están muy cercanamente relacionados pero hay excepciones cuando hay sodio presente. Elementos como calcio y magnesio son especialmente deficientes en suelos ácidos. En suelos extremadamente ácidos aluminio, magnesio y hierro pueden encontrarse en cantidades que pueden llegar a ser tóxicas ya que aumentan su solubilidad. Contrario a esto, en pH de 7 o más el fósforo, hierro, manganeso, boro, zinc y cobre están generalmente no disponibles en las cantidades requeridas por las plantas. La cantidad de material a usar para subir un pH va a estar directamente relacionado con la capacidad de intercambio del suelo y/o la acidez de reserva que este tenga. Se requieren 6 a 9 meses para que reaccione el material aplicado para subir el pH y obtener un máximo beneficio (Mathur).

### 2.3.4 Siembra

Generalmente se plantan los rizomas a cortas distancias, y se siembran 3 a 4 líneas por cama a todo lo largo de estas. Los distanciamientos más usados son de 30.5 x 30.5 cm o 30.5 x 45.7 cm. Mayores densidades traerían como resultado un retraso en desarrollo y en el tiempo para la máxima producción de la plantación. Con las densidades anteriormente mencionadas se puede obtener la máxima producción y empezar a explotar la plantación en un año y medio teniendo las condiciones adecuadas para el cultivo (Henley *et al.*, 1981).

Es conveniente separar dentro de la nueva plantación el mejor material, ya que este material va a servir después para extender la plantación. Rizomas con frondas intactas pueden ser usadas cuando el material es abundante y el transporte a camas nuevas puede ser hecho rápidamente. Rizomas de aproximadamente 12 cm generalmente tienen 5 a 7 frondas con buenas características y por lo menos 3 brotes terminales en buenas condiciones. También se pueden usar rizomas de mayor tamaño. Partes terminales de los rizomas de 5 a 15 cm con frondas intactas pueden ser seleccionados para plantación si el material es limitado, pero este material va a tomar más tiempo para llegar a ser productivo (Henley *et al.*, 1981). Conover y Loadholtz (1978) describieron estos datos de igual forma, variando únicamente que una masa de 12 cm generalmente deberá dar 2 a 3 frondas completamente sanas.

La profundidad de siembra es determinante para el establecimiento de la plantación. Cuando se usan rizomas se deben plantar no más profundo que 1.3 cm. Debe monitorarse la materia orgánica en el medio de plantación para prevenir la pérdida de humedad excesiva. Se deben orientar los brotes de tal manera que la parte apical del rizoma o sección de rizoma apunten hacia la superficie para un mejor desarrollo y más rápida adaptación. El material que se encuentra limpio de suelo difícilmente va a tener raíces funcionales, estos se deben plantar a una profundidad de 2.5 cm. (Henley *et al.*, 1981)

### 2.3.5 Renovación de camas

Los helechos plantados en suelos arenosos generalmente se vuelven menos vigorosos después de varios años de explotación, y el extensivo crecimiento del rizoma. Camas extremadamente viejas con crecimiento excesivo de rizomas deberán ser replantadas después de que el suelo sea enmendado y que se haya hecho una incorporación de materia orgánica así como es recomendado para una plantación nueva (Henley *et al.*, 1981).

### 2.3.6 Control de la intensidad de luz

Para la producción comercial con altos rendimientos, las plantas de helecho necesitan recibir una intensidad luminosa de 32.28 a 53.8 klux. Es conveniente el tomar en cuenta que no solo se necesitan altos rendimientos, sino el color esperado de la hoja y esto es un balance apropiado entre sombra y cantidad de fertilizante. Con 80% de sombra y poca

fertilización se pueden obtener frondas de óptima calidad para el comercio, sin embargo es algo muy relativo y hay que estudiar otras condiciones (Henley *et al.*, 1981).

El requerimiento exacto de luz para la producción de Helecho Hoja de Cuero no ha sido establecido ya que hay factores como fertilización y riego que influyen este factor. En términos generales el Helecho Hoja de Cuero con una sombra del 80% o más producirá una fronda de un color verde oscuro, esto con niveles bajos de fertilización, pero se obtendrá una producción pobre. Si se cultiva bajo sombras moderadas de 65 a 70% va a ser necesario mayores niveles de fertilización para obtener el mismo tono de verde oscuro que con la sombra de 80%, pero se podrá obtener una buena calidad y una mayor producción. El helecho cultivado en sombras inferiores al 60% darán como producto una fronda verde claro, con tendencia a ser delgadas y a acolocharse (Loadholtz, 1978).

## 2.4 FERTILIZACIÓN Y NUTRICIÓN

El cultivo de una especie vegetal determinada no es otra cosa que conseguir que se desarrolle en un medio que reúna todas las condiciones favorables para su crecimiento. Los principales factores que influyen en el desarrollo de la planta son: factores genéticos, factores del medio (clima y suelo) y factores biológicos. Joiner (1981), recomienda para *Asparagus spp.* 930.91 kg de N, 325.82 kg de P y 605.1 kg de K por ha por año.

### 2.4.1 Nitrógeno

La deficiencia de nitrógeno da hojas mas pequeñas que lo normal, se reduce el área foliar y muchas veces las raíces crecen mas de lo normal como mecanismo para saciar la deficiencia. El follaje se vuelve de un color verde pálido y la senescencia y dehisencia se aceleran, existiendo la tendencia a que las hojas se tornen de un color morado, luego un rojo o anaranjado debiéndose esto a una pérdida de clorofila (Bould *et al.*, 1984)

Los síntomas suelen empezar en las hojas mas viejas, y empiezan con un color verde claro, el cual se torna a un color verde amarillento, después a un amarillento verdeaceo, luego amarillo y así sucesivamente hasta llegar a un color crema, y las hojas jóvenes se vuelven de menor tamaño. Las hojas viejas generalmente se caen antes de que llegue la muerte (Joiner, 1981).

### 2.4.2 Fósforo

Generalmente los síntomas de deficiencia se encuentran primero en los tejidos mas viejos. Empieza con la pérdida de brillo o bien se torna a un verde mas oscuro; luego aparecen coloraciones rojizas, amarillas y azuladas y esto generalmente sobre las nervaduras principales en el envés de las hojas y conforme aumenta la deficiencia estas marcas van apareciendo en otras partes de la hoja. Las hojas jóvenes permanecen verdes pero disminuye su tamaño incluso hasta un 10% de su tamaño normal. Las hojas viejas se caen antes de que la necrosis ocurra, y si no es así la necrosis comienza en las puntas y va avanzando hasta la base (Joiner, 1981). También se pueden dar ángulos agudos en las

hojas, una dormancia prolongada, sentencia temprana y disminución del número y tamaño de flores y yemas (Bould *et al.*, 1984).

### 2.4.3 Potasio

Los síntomas siempre aparecen primero en hojas maduras. No se le asocia clorosis a este daño, pero hay secciones de las hojas que se tornan de verde a café. La necrosis comienza en los márgenes terminales de las hojas y van avanzando hacia la base de las hojas. También se puede dar el caso de que comiencen en la base (Joiner, 1981)

También puede ocurrir la pérdida de la dominancia de la yema apical, y si es muy fuerte la deficiencia se puede dar la muerte de la yema. Otro síntoma es la quemadura de las hojas que va de un café claro hasta casi negro, seguido de una clorosis situada en las áreas entre nervaduras o bien en los bordes de forma irregular. Todos estos síntomas, como se dijo anteriormente aparecen primero en las hojas mas maduras, y estas se extienden hacia abajo o bien toman una forma convexa en el haz (Bould *et al.*, 1984).

### 2.4.4 Calcio

Las deficiencias de calcio se notan de primero en la mayoría de las veces en los puntos terminales. Generalmente se da la muerte de los extremos de los tallos evitándose que haya crecimiento posteriormente. Las hojas terminales se vuelven pequeñas sin un patrón específico de clorosis, y las hojas maduras se vuelven gruesas y frágiles (Joiner, 1981).

Es difícil encontrar esta deficiencia, sin embargo, cuando se da casi siempre es en suelos ácidos. Generalmente aparecen los síntomas de deficiencia en las partes mas jóvenes de la planta, las cuales retardan o incluso pueden llegar a paralizar su desarrollo. Se da la pérdida de vigor de la planta, se debilita el tallo, las raíces son cortas y divididas y por esto se altera la absorción de otros elementos (Dominguez, 1973).

### 2.4.5 Magnesio

Cuando hay deficiencias de magnesio se da una clorosis que generalmente aparece primero en las hojas de mayor edad y es progresiva, sin embargo hay algunas especies en que las primeras hojas pueden ser menos sensitivas que las segundas o terceras. En otras especies la clorosis que generalmente es *intervenal*, aparece como un margen persistente de color verde en las hojas, este margen se tornará posteriormente de un color amarillo cobre, luego agarra un anaranjado-rojizo brillante, que también podría ser morado (Bould *et al.*, 1984)

El magnesio es uno de los componentes mas importantes de la clorofila, y cuando este escasea, se reduce la cantidad de clorofila y desaparece el color verde típico que produce esta molécula (Dominguez, 1973).

#### 2.4.6 Hierro

El hierro es probablemente el microelemento más comúnmente deficiente y se da prácticamente en suelos con un pH alto. La deficiencia comienza con una clorosis suave translaminar, permaneciendo las nervaduras de color verde. Poco a poco se va perdiendo el color verde en las áreas entre las nervaduras y posteriormente pasa lo mismo en las nervaduras hasta que toda la hoja llega a tener un color cremoso. Estas hojas son pequeñas y absisas y todos estos síntomas suelen aparecer en el tejido más joven (Joiner, 1981).

El hierro interviene activamente en la formación de clorofila y puede hacer falta debido a un pH alto, exceso de otros elementos como cinc, cobre y manganeso y microorganismos que oxidan al hierro (Dominguez, 1973).

#### 2.4.7 Manganeso

La deficiencia de manganeso crea una gran variedad de síntomas pero siempre se da clorosis. Hay especies que muestran los síntomas de primero en hojas jóvenes, y otras en hojas viejas. Los síntomas se diferencian de los del hierro y otros elementos en la aparición de varias lesiones necróticas (Bould *et al.*, 1984). Joiner (1981) menciona que los síntomas aparecen primero en las hojas jóvenes. La deficiencia se muestra mediante la aparición de un color amarillo rojizo en los espacios entre los nervios de las hojas, los cuales permanecen verdes. También pueden aparecer puntos necróticos de tejido muerto (Dominguez, 1973).

#### 2.4.8 Cobre

En muchas plantas la deficiencia causa que las hojas jóvenes se acolochen (Bould *et al.*, 1984). También puede ocurrir que las hojas terminales se vuelvan demasiado pequeñas, y conforme el daño aumenta estas hojas van muriendo y se da un brotamiento múltiple justo abajo del punto terminal muerto, y estos brotes morirán y se dará más brotamiento y así sucesivamente (Joiner, 1981).

#### 2.4.9 Cinc

Las deficiencias de cinc causan malformaciones en las hojas con un moteado irregular de color amarillo-marfil que es característico y que aparece en las áreas localizadas entre las nervaduras (Bould *et al.*, 1984).

El cinc disminuye su disponibilidad en suelos alcalinos y sus síntomas característicos son: crecimiento reducido, hojas con manchas amarillas y necróticas, en casos graves no se forma la semilla y entrenudos cortos (Dominguez, 1973).

Según Joiner (1981), una concentración adecuada de los elementos en las hojas deberán tener una concentración como las presentadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido ideal de los elementos en las hojas.

<b>Elemento</b>	<b>Contenido</b>
Nitrógeno	1.5 - 4.5 %
Fósforo	0.15 - 0.3 %
Potasio	1.5 - 5 %
Magnesio	0.35 - 0.5 %
Calcio	0.6 - 1.5 %
Hierro	50 - 100 ppm
Manganeso	50 - 100 ppm
Cobre	5 - 15 ppm
Cinc	20 - 50 ppm

Fuente: Joiner 1981.

#### 2.4.10 Deficiencias

En el Helecho Hoja de Cuero se ha notado una lesión que consiste en una serie de manchas continuas de color oscuro y café rojizo (en este último caso generalmente con una banda amarilla) que tienen una distribución que avanza de arriba hacia abajo, y de afuera hacia adentro de las frondas, y no es una lesión que aparezca uniformemente dentro de la plantación. El motivo de esta sección es asociar daños reportados en otros cultivos que tengan alguna similitud con el daño que está siendo evaluado en este trabajo con el Helecho Hoja de Cuero.

Bennett (1993) ha reportado los siguientes ejemplos que se podrían asociar a las manchas observadas en el Helecho Hoja de Cuero.

La deficiencia de potasio en maíz da un daño con una distribución parecida a la del daño a estudiar, ya que inicia en la punta de la hoja y gradualmente va cubriendo hasta la base de la misma, y es más intensa a las orillas, que hacia el centro. Esta lesión también aparece en sorgo con la misma deficiencia.

En caña de azúcar se da una lesión que tiene manchas de color rojo-anaranjado, causado por deficiencia de magnesio, similar a algunas de las manchas vistas en el Helecho Hoja de Cuero, pero la distribución y forma de las manchas no es igual.

La deficiencia de magnesio en pepino aparecen en hojas maduras y esto hace que no estén todas las hojas con el daño, lo que puede justificar la desuniformidad de daño en el problema a estudiar dentro de la plantación.

En pera se da una lesión de color café, café-rojizo, que no se parece en forma a la estudiada en este trabajo, pero muestra una réplica del daño en varias hojas, el cual es posible que ocurriera causado por alguna plaga o patógeno.

En naranja se encuentra un daño con un patrón de aparición similar al del daño a estudiar. Es similar en cuanto a distribución y forma en que invade a al follaje y es causado por deficiencias de cinc, manganeso y cinc combinado con manganeso.

Existe una lesión en uva, con lesiones de color café precedidas por una banda amarilla que avanza mas pronunciadamente hacia el centro de la hoja causado por deficiencias de magnesio.

Bould *et al.*, (1984) también menciona algunos ejemplos de síntomas de algunas deficiencias que se asemejan a las observadas en el Helecho Hoja de Cuero.

La deficiencia de magnesio en brócoli da un color café-rojizo, parecido al que tienen algunas de las frondas que tienen las lesiones estudiadas en este trabajo, sin embargo la distribución y forma de las lesiones son distintas

Plantas enanas de frijol francés muestran lesiones con un color similar y una forma parecida a las del helecho. Estas son causadas por deficiencia de manganeso.

En fresa se da una lesión café-rojizo en la orilla de las hojas cuando se afecta la relación potasio:magnesio, teniendo alto magnesio y poco potasio. Cuando se pone mas potasio y poco magnesio se da una lesión purpura-rojiza que invade toda la hoja y si se pone bajo potasio y se reduce el magnesio se da una lesión color rojo-anaranjado que avanza de los bordes hacia adentro, siendo esta última la que da el color mas parecido al del problema observado en este estudio.

#### **2.4.11 Orilla roja**

La orilla roja es un problema causado por un desorden fisiológico. Se cree que puede ser causado por deficiencias de calcio, sin embargo no se han logrado desarrollar los síntomas en experimentación por lo que no se sabe cual es la causa. (Henley *et al.*, 1981). Sin embargo, Loadholtz, (1978) menciona que la orilla roja se debe a un desbalance de calcio y puede ser resuelto el problema mediante el mantenimiento de niveles adecuados de calcio en la plantación. Este problema también se puede deber a otras causas como problemas de nutrición, sales solubles y otros, sin embargo estos daños tienden a presentarse de color café y no el típico color rojizo mencionado anteriormente.

Existe una gran variedad de patrones de decoloración en plantaciones comerciales. Estas varían dependiendo de las áreas donde esta el cultivo y las diferentes condiciones existentes. Muchos de estos problemas no son atribuidos a patógenos o enfermedades, sino a deficiencias nutricionales, desordenes de temperatura o exceso de riego. Existen

otros factores que pueden causar estos problemas, sin embargo no son generales y no se pueden describir como una regla general (Henley *et al.*, 1981).

#### 2.4.12 Fertilizantes

Se disponen de varias alternativas para la fertilización de las plantaciones de Helecho Hoja de Cuero, entre ellas se encuentran: Materiales orgánicos y sintéticos, fertilizantes inorgánicos granulados, mezclas de los dos anteriores, formulaciones solubles, formulaciones líquidas y fertilizantes de liberación lenta. Si se trabaja con fertigración hay que tomar en cuenta el laboreo para la aplicación y preparación, el peligro de daño para las plantas, uniformidad de las aplicaciones, y muchos otros factores que podrían ser determinantes para la plantación y el éxito del procedimiento. Al usar este sistema se tiene un ahorro significativo en lo que es mano de obra, pero no va a proveer siempre la mejor utilización de nutrientes por la falta de uniformidad en la distribución del agua, y la pérdida de fertilizantes en áreas que no están cultivadas, promoviendo el crecimiento de malezas. Dependiendo de las diferentes condiciones de la plantación deberá considerarse el uso de fertilizantes que puedan ser aplicados directamente a las camas solamente, ya que la calidad del agua del suelo y el micro clima de la plantación son factores vitales para la producción tanto en cantidad, como en calidad de las frondas. Las aplicaciones de fertilizantes al suelo van a cubrir solamente el 40% de la superficie de estos, y entre los que se pueden aplicar así están varios de los orgánicos, granulados que son mezclas de orgánicos e inorgánicos y fertilizantes de liberación lenta (Henley *et al.*, 1981).

La selección de una formulación de N-P-K específica va a depender del tipo de suelo y fertilizaciones previas. El nitrógeno es muy usado por la planta y es de suma facilidad para esta el obtenerlo del suelo en la temporada lluviosa o en épocas de intensa fertilización. Distintos investigadores del tema han determinado que la formulación de nitrógeno debe contener 50% de nitrato y 50% de formas amoniacales. Contrario al nitrógeno, el fósforo es usado a una muy pequeña escala por la planta y tiende a acumularse en los diferentes tipos de suelo creando desbalances nutricionales si es aplicado sin medida. Las aplicaciones sin medida de fósforo pueden causar una incompatibilidad de varios micronutrientes y hacer que estos no sean disponibles para la planta (Henley *et al.*, 1981).

La cantidad de fertilizante necesaria para obtener la mejor producción y la mejor calidad de frondas en el campo a cultivar va a depender de la intensidad de luz, temperatura y cantidad de agua tanto por irrigación, como por precipitación y el vigor del sistema radical, el cual esta influenciado directamente por la presencia de patógenos, nematodos y tipo de suelo. Conover y Loadholtz (1978) agregan que el tipo de suelo y su retención tanto de agua como de nutrientes va a ser un factor determinante en la dosificación de la fertilización. Varios experimentos han demostrado que el número de frondas cortado por unidad de área puede ser incrementado significativamente al incrementar la intensidad de luz de 19.37 a 32.28 klux, a un rango de 32.28-53.8 klux y haciendo un incremento correspondiente en la cantidad de fertilizante a aplicar. También se ha determinado que plantaciones con intensidades de luz menores al rango de 19.37-32.28 klux van a necesitar un 25% de la fertilización que se necesita en plantaciones con intensidades de 32.28-53.8

klux para obtener frondas de buena calidad. Otro factor determinante para la fertilización es la época del año, ya que en temporadas frías la producción decrece significativamente y menores cantidades de fertilizante son requeridas (Henley *et al.*, 1981).

Basándose en un análisis foliar, se puede llegar a aplicar micronutrientes como hierro, manganeso, cobre, zinc y boro. Un suplemento de unos 5 a 7 micronutrientes puede ser aplicado en forma líquida o granular cuando los micronutrientes estén muy bajos. Es de suma importancia el aplicar en base a un análisis foliar ya que aplicaciones indiscriminadas crean una fijación de alguno de los microelementos y con el tiempo este alcanza niveles tóxicos, aparte de que es muy raro que pueda notarse a simple vista una deficiencia de micronutrientes (Henley *et al.*, 1981).

Una salinidad alta, mayor de 1200 ppm en las camas baja significativamente la producción de frondas. Es de suma importancia el regar adecuadamente para evitar una concentración de sales proveniente de fertilizantes y otros que podrían llegar a ser dañinos para la plantación (Henley *et al.*, 1981). Joiner (1981) clasifica a las aguas según su contenido de sales de la siguiente manera: Excelente cuando tiene menos de 105 ppm de sales, buena con 105-245 ppm, aceptable con 245-560 ppm, mala con 560-1.015 ppm y no aceptable con mas de 1.015 ppm de sales.

Lo mas conveniente es realizar conjuntamente con los análisis de suelo y foliares, los análisis de aguas (Henley *et al.*, 1981).

El Helecho Hoja de Cuero no es tolerante a altos contenidos de sales en el suelo. El daño comienza en las raíces, y se caracteriza por el marchitamiento de ciertas partes del área foliar en frondas jóvenes, una apariencia quemada en los márgenes de frondas recién maduradas y varios patrones de clorosis indicativos de deficiencias de micronutrientes (Loadholtz, 1978).

Los niveles exactos de microelementos requeridos por el Helecho Hoja de Cuero no ha sido determinado. Dependiendo de las necesidades de cada productor se deberán usar fertilizantes que contengan estos microelementos pero se deberá tener cuidado ya que se podrían crear niveles tóxicos aparte de que se aumentarían los costos significativamente. Es necesario tomar en cuenta que varios microelementos como hierro, manganeso y cinc son incluidos muchas veces en productos fungicidas por lo que las fertilizaciones deberán realizarse tomando en cuenta los niveles de estos elementos en otros productos que se utilicen en la plantación (Loadholtz, 1978).

## **2.5 ANÁLISIS FOLIAR Y DE SUELOS**

El Helecho Hoja de Cuero se cultiva bajo un gran número de planes de fertilización, los cuales son determinados por el tipo de suelo y técnicas de aplicación, y es importante el conocimiento del productor en cuanto a las necesidades de la plantación. Para esto es de gran importancia tomar en cuenta tanto el análisis foliar, como el de suelos y realizarlos varias veces al año de ser posible (Henley *et al.*, 1981).

Para sacar análisis foliar se deben usar frondas que estén completamente abiertas y duras, de por lo menos 2 meses de edad (Henley *et al.*, 1981).

Según Loadholtz (1978) la composición química de una fronda madura de Helecho Hoja de Cuero basado en peso seco debería tener las concentraciones presentadas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Niveles óptimos de macro y micro elementos en las frondas maduras del Helecho Hoja de Cuero.

Elemento	Nivel bajo (menos que)	Rango deseable %	Nivel alto (más que)
	%		%
Nitrógeno	2.0	2.2 a 3.0	3.2
Fósforo	0.2	0.25 a 0.5	0.6
Potasio	2.3	2.5 a 3.8	4.0
Calcio	0.25	0.30 a 0.80	1.0
Magnesio	0.28	0.20 a 0.40	0.5
	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>
Boro	20	25 a 75	100
Cobre	8	10 a 30	40
Hierro	75	100 a 200	250
Magnesio	25	50 a 150	200
Zinc	20	25 a 100	150

Fuente: Loadholtz (1978)

Loadholtz (1978) ha establecido un plan de fertilización para el helecho hoja de cuero cultivado entre 60 y 70 % de sombra (Cuadro 3).

Cuadro 3. Fertilización recomendada para Helecho Hoja de Cuero cultivado entre 60 y 70 % de sombra

Elemento	kg/ha/Mes	Recomendaciones
Nitrógeno (N)	56 a 65	Usar fuentes que provean 50% en amonio y 50% en nitrato.
Fósforo ( $P_2O_5$ )	30 a 33	Usar menores cantidades si el contenido del suelo es alto.
Potasio ( $K_2O$ )	56 a 65	Una fuente con altos contenidos de cloro no es recomendada.
Calcio (CaO)	Como se necesite	Aplicar 1 o 2 veces por año para mantener 1091 a 1636 kg de CaO por hectárea.
Magnesio (MgO)	4.7	Aplicarlo mensualmente o bien 6 veces esta cantidad cada 6 meses

Fuente: Loadholtz (1978).

## 2.6 RIEGO

Existen varios factores que podrían llegar a causar estrés en el cultivo, entre ellos están: un largo tiempo sin riego o lluvia, material de cama bajo en materia orgánica que no conserve suficiente humedad, sistemas radicales débiles o cortos que no suplan a la planta, superficies foliares demasiado grandes o voluminosas, la temperatura tanto alta como baja y la velocidad del viento entre otras. Todos los factores mencionados anteriormente pueden ser determinantes en la producción eficiente de la plantación. Es necesario el fijar un plan de riego según las condiciones de la región y el criterio del productor. Generalmente 13 mm a 25 mm de riego es suficiente para humedecer suficiente el campo y suplir a la planta sin uso excesivo de fertilizantes. Pequeñas cantidades de agua aplicadas frecuentemente crean un ambiente o microclima en el cual se moja el follaje y se aumenta la humedad relativa, que viene a conformar un ambiente ideal para el desarrollo del helecho. Sin embargo, aunque estas condiciones aumentan el desarrollo foliar de la plantación, el ambiente creado es ideal para el desarrollo de s y enfermedades fungosas. Si el suelo se mantiene demasiado húmedo, las raíces y rizomas se pueden ver amenazadas por el ataque de hongos como *Pythium*. Si se aplica demasiado el riego sobrefoliar, el efecto residual de los plagicidas utilizados disminuye y se mengua el control (Henley *et al.*, 1981)

Loadholtz y Conover (1978), añadieron que son mejores los riegos cortos y frecuentes ya que previenen el crecimiento de raíces superficiales y evitan el lavado de fertilizantes.

El Helecho Hoja de Cuero necesita 25 mm de agua cada 3 días en épocas calurosas y 13 mm cada 4 días durante épocas frías. El mejor sistema de irrigación es el uso de aspersores sobrefoliales, los cuales permiten la fertirrigación y crean un microclima ideal para el cultivo (Loadholtz, 1978).

## 2.7 TEMPERATURA

Todo productor debe mantener un registro de temperaturas para detectar extremos, y patrones según la época del año, tanto en cuanto a frío, como calor, ya que no solo es un factor determinante en el desarrollo del cultivo, sino que también se ven afectados otros factores, como el riego, fertilización y la eficiencia laboral. Daño por frío detectable visualmente se da generalmente en frondas inmaduras con temperaturas de  $-1.1^{\circ}\text{C}$  o menos. La temperatura precisa para causar el daño va a variar según el vigor de las plantas, madurez de estas, estado nutricional del helecho, humedad foliar, viento y tiempo de exposición al frío. Problemas de ventilación y altas temperaturas en plantaciones ya desarrolladas y productivas pasan a un segundo plano comparado con las bajas temperaturas. Hay 3 factores de suma importancia para controlar las altas temperaturas, sin incluir las instalaciones de sombra y el riego, estos factores son: la altura del sombreadero (2.8-3.1 m de alto), material de este y sistema de ventilación lateral (Henley *et al.*, 1981).

## 2.8 ENFERMEDADES

### 2.8.1 Pudrición radical

La mayoría de este tipo de daños en Helecho Hoja de Cuero son causados por hongos de los géneros *Pythium* y *Rhizoctonia*. Los daños causados por *Pythium* son más comunes cuando los suelos son mantenidos húmedos o mojados por períodos prolongados. Estos daños se pueden controlar usando suelos bien drenados, elevación de las camas cuando se tienen suelos pesados o con alto contenido de materia orgánica, uso adecuado del riego, así como cualquier otro método para bajar el frío si es que son estas las condiciones. (Henley *et al.*, 1981). Chase (1984) menciona que este problema se da generalmente en lugares que son mal drenados y que podría llegar a ser beneficioso tanto para el desarrollo radicular, como para el desarrollo foliar aplicaciones de fungicidas al suelo.

*Rhizoctonia* es un patógeno que se asocia con el decaimiento de la raíz y el rizoma cuando en el suelo la temperatura y humedad son altos. El daño generalmente se presenta en el nivel del suelo o cerca de este, donde hay abundante aireación (Henley *et al.*, 1981).

Los síntomas de muchas de las enfermedades fúngicas en Helecho Hoja de Cuero son muy parecidas, por lo que es recomendable hacer análisis fitopatológico para tener diagnósticos certeros de los diferentes patógenos que atacan a la plantación. Es común que el desarrollo de un patógeno sea muy rápido y que no de tiempo de esperar el diagnóstico del laboratorio. Si es este el caso, el productor debe estar preparado para realizar una

aplicación de emergencia, y para esto se debe elegir un producto de amplio espectro y aplicarlo según las recomendaciones del producto (Henley *et al.*, 1981).

Es de suma importancia recapitular la influencia que tiene la humedad con el desarrollo de patógenos, ya que todos los patógenos descritos para Helecho Hoja de Cuero necesitan de estas condiciones, es por esto que es de suma importancia tomar en cuenta el tiempo que el follaje está mojado. Es necesario el controlar que las densidades no sean muy altas antes de la cosecha ya que esto aumenta la humedad retenida por la plantación y disminuye la velocidad de secado de estas, aparte de que pueden esperarse pérdidas aunque no haya presencia de patógeno, ya que las frondas nuevas se ven dañadas por la alta densidad en las frondas mayores (Henley *et al.*, 1981)

Varios productores han aprovechado el riego sobrefoliar para realizar aplicaciones tanto de fungicidas como de insecticidas y esto no es recomendado ya que aunque baja el costo de mano de obra, el tamaño de la gota es muy grande y no se logra una cobertura uniforme. No es posible realizar una calendarización de aplicación para este cultivo, es necesario tomar en cuenta las condiciones climáticas existentes en el momento, la incidencia de patógenos, el tipo de patógenos que se encuentran y la residualidad de los productos (Henley *et al.*, 1981).

### **2.8.2 Mancha Foliar por Hongos**

La mayoría de estos daños son causados por hongos patógenos. Generalmente este daño prevalece en épocas cálidas, periodos húmedos, cuando las frondas permanecen mojadas por largo tiempo debido a lluvia, riego y otros. Los géneros más comunes que causan este tipo de daño en este cultivo son Alternaria, Ascochyta, Cercospora, Cylindrocladium y Rhizoctonia (Henley *et al.*, 1981).

### **2.9 MALEZAS**

Las malezas se vuelven un problema cuando se les permite el establecimiento y se lleva a cabo una competencia continua con los helechos por nutrientes y luz, siendo un problema durante los dos primeros años del cultivo ya que el espaciamiento que se da entre rizomas y el crecimiento lento de estos da pie a que esto ocurra (Stamps y Poole 1987). El usar rotovator, herbicidas de contacto y deshierbe manual en las camas es el control mas recomendado, todo depende de los recursos y condiciones que se tengan. Es importante el controlarlas a tiempo, antes de que produzcan semillas (Henley *et al.*, 1981) Stamps y Mathur (1982) describen el grave problema que es la competencia de las malezas, tanto en el establecimiento, como en el mantenimiento de las plantaciones Reportan que las malezas han llegado a ser categorizadas como la prioridad número uno entre las investigaciones para el Helecho Hoja de Cuero lo cual es apoyado por Stamps y Poole (1987), y que las malezas no solo interfieren al hacer competencia al cultivo, sino que llegan a ser un problema para la cosecha, bajando la eficiencia de esta Stamps y Mathur (1982) también mencionan que el uso de herbicidas es sumamente beneficioso para la época de establecimiento que es cuando la presión de las malezas es mayor.

No existe ningún herbicida, ni sistémico ni de contacto, que sea selectivo al Helecho Hoja de Cuero. El mejor control para las camas es el mantener una densidad aceptable del helecho y la deshierba manual (Henley *et al.*, 1981). Stamps (1988) publicó que Pennant 5G que es un herbicida granular producido por Ciba-Geigy ya ha sido aprobado y recomendado para uso en varios cultivos de follaje incluyendo el Helecho Hoja de Cuero

Siamazine es un herbicida que se ha usado satisfactoriamente en varias plantaciones de helecho. Se aplican cantidades de 2.18 kg de i.a./ha pero no deberá ser aplicado a plantaciones que tengan menos de 6 meses de haber sido sembradas, y luego no más de 1 vez cada 6 meses (Loadholtz, 1978). Siamazine aplicado solo causó una leve clorosis, cambiando el verde oscuro que caracteriza a una fronda madura (Stamps y Mathur, 1982)

Paraquat es un herbicida de contacto que puede usarse para el control en surcos o áreas localizadas pero debe usarse con aplicaciones dirigidas para evitar el contacto con el helecho. Se usa a razón de 0.22 kg de i.a./ha (Loadholtz, 1978).

Las distintas investigaciones han probado que el peso de las frondas y el largo de estas está positivamente correlacionado. En experimentos hechos con tres herbicidas (Metolachlor, Oxadiazon y Simazine), no se notó ninguna disminución en la vida post-corte de las frondas, y además no se notó ninguna disminución en rendimientos (Stamps y Poole, 1982).

## 2.10 COSECHA

La cosecha del Helecho Hoja de Cuero se inicia a partir del segundo año de haberse sembrado los rizomas. Las frondas se cortan al ras del suelo, utilizando solamente tijeras para podar (Porres *et al.*, 1990). Según Henley *et al.*, (1981) se debe cortar a ras del suelo para evitar problemas en cosechas posteriores. Villeda (Comunicación personal) dice como experiencia personal que empezó a cosechar 18 meses después de haber sido sembrados los rizomas.

Según Porres *et al.*, (1990) los parámetros a tomar en cuenta para las frondas a cosechar son: Palmas completas con todas las pinas y pinulas, sin ningún síntoma de enfermedad, sin marcas mecánicas o químicas, con el raquis recto y fuerte, pinas de color verde oscuro y de apariencia plástica.

El cosechar muy frecuentemente una plantación de helecho hoja de cuero puede ser contraproducente ya que se va reduciendo con el tiempo y la intensidad de la práctica el tamaño de las frondas producidas. Esto se debe a que son las frondas maduras son las que más nutrientes contienen, así como son las que más actividad fotosintética realizan. Al quitar el material maduro se le está dando una ventaja a las malezas, las cuales aumentarán su competencia. Una solución para este problema sería cosechar frecuentemente, pero no cosechar todas las frondas que están a punto de cosecha (Stamps, 1989).

## 2.11 MANEJO POST-COSECHA

Las frondas ya cosechadas deben ser clasificadas según su tamaño y tratadas en una solución de inmersión, la cual consta de un fungicida como Daconil, Vapor Gard que es un antitranspirante y agua fría (Porres *et al.*, 1990).

El pH de la solución con la que se traten las frondas después de la cosecha tiene un efecto en la vida post-corte de las frondas. A menor pH mas peso pierde la fronda por consiguiente menos vida post-corte tiene (Stamps y Nell, 1983).

Las frondas ya tratadas y agrupadas en ramilletes de 20 frondas cada uno, son acomodadas en cajas que varían en tamaño según el productor o comerciante y varía su contenido según el tamaño de las frondas a colocar. (Porres *et al.*, 1990). Estos mismos autores recomiendan que las cajas sean de cartón y sin encerar, mientras Henley *et al.*, (1981) recomiendan que las cajas si estén enceradas.

Porres *et al.*, (1990) recomiendan una temperatura de almacenamiento de 4 °C mientras Henley *et al.*, (1981) hacen distintas recomendaciones de temperatura de almacenamiento según la etapa del proceso: cajas recién empacadas a 4.4 °C, contenedores o vehículos de transporte a 2.8 °C, temperatura de tránsito o almacén entre 1.1 y 4.4 °C, finalmente el transporte de distribución y almacén final 0 a 2.2 °C.

Uno de los mayores problemas con el Helecho Hoja de Cuero es la marchitez durante su periodo de almacén. Se ha comprobado que este daño si es reversible y se puede lograr cortando 1 cm de la base del raquis ya que es posible que se esté dando un taponamiento fisiológico, o bien una reacción biológica que envuelve la presencia de bacterias o de hongos contaminantes, sin embargo no se sabe con certeza la causa (Henny, 1982).

### III MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se dividió en tres partes. La primera tenía como propósito averiguar a través de una revisión de literatura que podía causar las manchas; la segunda parte tenía el propósito de medir el efecto de un medio mejorado en el Helecho Hoja de Cuero en relación al suelo existente en la plantación evaluando el desarrollo de rizomas que presentaban frondas con el daño, y con rizomas con frondas totalmente sanas; la tercera parte del estudio consistió en estudiar la respuesta del Helecho Hoja de Cuero a un medio con un pH menos ácido que el que tiene el suelo actual, evaluando el desarrollo de rizomas con frondas que presentaban el daño y de rizomas con frondas sanas en el medio de pH mas alto

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

El presente estudio se llevó acabo en la plantación comercial de Helecho Hoja de Cuero propiedad de don Favio Salgado, localizada aproximadamente a 12 kilómetros noroeste de la Escuela Agrícola Panamericana, rumbo a Tegucigalpa en el Departamento de Francisco Morazán, Honduras. Según el encargado de la plantación la temperatura mínima es de 12°C y la máxima de 23°C, sin embargo no hay registros. La estación meteorológica mas cercana, localizada en el Uyuca a una altura de 1,885 msnm muestra una temperatura mínima de 10.7 °C y una temperatura máxima de 27 °C (Anexo 1) La plantación se encuentra a una altura de 1355 msnm

#### 3.2 PRIMERA PARTE

La primera parte de este estudio consistió en realizar una revisión de literatura de todos los aspectos que son determinantes para el Helecho Hoja de Cuero. Posteriormente se realizó un reconocimiento de la plantación evaluando los aspectos estudiados en la revisión de literatura. Los datos del reconocimiento de la plantación fueron proporcionados por el encargado de la plantación y otros se obtuvieron con observación y medición directa.

##### 3.2.1 Procedimiento

Se realizaron análisis de contenido nutricional del suelo y las frondas, y un análisis de aguas.

**3.2.1.1 Análisis foliar:** Para el análisis foliar se evaluaron 10 frondas maduras que presentaban el daño. Estas se consiguieron de lugares específicos donde se mostraba el daño, ya que este análisis se realizó en la época del año en que había menor incidencia del

daño. También se evaluaron 10 frondas maduras que estaban completamente sanas y que llenaban todos los requisitos para la exportación, tomadas al azar dentro de la plantación.

**3.2.1.2 Análisis de suelos:** Conjuntamente con los análisis foliares, se realizaron análisis de suelos, evaluando 6 muestras de aproximadamente 1 lb cada una, compuestas de 10 submuestras cada una. Estas muestras se tomaron en la plantación tomando en cuenta los 3 grandes sectores que esta tiene según la textura del suelo, tomándose 2 muestras de las partes altas (suelos limosos), 2 muestras de las partes medias (suelos misceláneos) y 3 muestras de las partes bajas (suelos arcillosos). Estas muestras fueron tomadas al azar dentro de cada sector mencionado anteriormente a una profundidad de 30 cm. Se usó para su extracción un barreno, y bolsas plásticas para su transporte. También se tomó una muestra compuesta de 10 submuestras seleccionando lugares específicos donde se encontrara el daño.

**3.2.1.3 Análisis de aguas:** El análisis de agua se realizó con el propósito de evaluar la conductividad eléctrica del agua y así determinar el contenido de sales de esta y su pH.

Para la recolección del agua se utilizó una bolsa plástica para 5 libras, y se recolectó a una profundidad de 40 cm del reservorio que se tiene para el riego. Se extrajo aproximadamente 2 litros de agua.

También se tomó una muestra de aproximadamente 2 litros de agua con una bolsa de 5 lb de los aspersores al momento de la fertilización.

**3.2.1.4 Análisis de los datos:** Los datos obtenidos en esta primera parte del estudio se analizaron de forma cualitativa, y se realizó una recomendación de fertilización a raíz de estos.

### 3.3 EXPERIMENTO I

En la segunda parte de este estudio se evaluó el efecto que tiene el medio de crecimiento para este cultivo, y como mejorar la producción de la plantación con el uso de un medio de crecimiento adecuado.

Con este propósito se hizo un medio que tenía 4 partes de aserrín descompuesto, 1 parte de arena, 1 parte de suelo y 1 parte de casulla de arroz. El medio ya mezclado se desinfectó con vapor de agua hasta alcanzar y mantener la temperatura de 82 °C durante 30 minutos. Todos los ingredientes provenían de la sección de propagación de la E.A.P.

Se sacaron de la plantación 18 rizomas de frondas que presentaban el daño y 18 rizomas de frondas que se encontraban completamente sanas. A cada rizoma se le realizó una poda eliminando todas las frondas que tenía, se pesaron con una balanza, se contó el número de brotes y el número de yemas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Peso, número de yemas y brotes total en los 9 rizomas de cada parcela.

Parcela	Peso (gr)	Yemas	Brotes
1	490.5	36	6
2	569.1	57	6
3	471.5	60	7
4	444.9	45	1

No significativo (N.S).

Los rizomas se distribuyeron en 4 distintas parcelas que tenían un área de 1 m<sup>2</sup> cada una y estaban delimitadas con tablas de 1 m de largo y 0.4 m de alto. Los tratamientos se dispusieron de la siguiente manera:

Parcela	Disposición
1	Medio mejorado y 9 rizomas cuyas frondas presentaban el daño.
2	Medio mejorado y 9 rizomas cuyas frondas estaban completamente sanas.
3	Medio propio y 9 rizomas cuyas frondas se estaban completamente sanas.
4	Medio propio y 9 rizomas cuyas frondas presentaban el daño.

Los rizomas se plantaron a 30 x 30 cm dentro de cada parcela y se les midió el crecimiento vegetativo en cm 1 vez por semana durante 8 semanas. Fueron sembrados el 25 de julio de 1996, su primera medición fue el 2 de agosto del mismo año y la toma de datos terminó el 20 de septiembre de 1996.

### 3.3.1 Análisis de los datos

Para el análisis de los datos se realizó un análisis estadístico de las variables peso de los rizomas, número de brotes en los rizomas, número de yemas y desarrollo vegetativo en cada parcela durante las 8 semanas de toma de datos, para lo que se utilizó el paquete estadístico "Statistical Analysis System" (SAS).

### 3.3.2 Análisis estadístico

Para cumplir con los objetivos, se realizó un cálculo de medias de los resultados finales de las variables anteriormente mencionadas. Luego se realizó un análisis de varianza mediante un GLM (General Linear Model) con el propósito de determinar el ajuste explicativo del modelo (factorial 2 x 2); es decir, si lo que este explica es representativo y vale la pena que se considere. Posteriormente se realizó una prueba de medias "Student-Newman-Kent" (SNK) para evaluar si cada uno de los tratamientos evaluados es

estadísticamente diferente de los demás a un nivel de significación deseado ( $\alpha = 0.05$ ). Finalmente se hizo una prueba T para evaluar la diferencia entre poblaciones según tipo de rizoma de las variables peso, número de yemas y número de brotes.

### 3.4 EXPERIMENTO 2

Con la tercera parte de este estudio se evaluó el medio mejorado añadiéndole cal. Con este propósito se hizo un medio que contenía 4 partes de aserrín descompuesto, 1 parte de suelo, 1 parte de arena, 1 parte de casulla de arroz y 6 onzas de cal hidratada por pie<sup>3</sup> de medio. Se realizó un análisis de suelos para ver el contenido nutricional del medio antes de agregarle la cal. Siete semanas después de haber realizado la mezcla del medio y haber agregado la cal se realizó otro análisis de suelos, para observar el cambio en pH y si cambió la disponibilidad de nutrientes.

Se utilizaron 9 rizomas con frondas completamente sanas para la parcela número 1 y 2 rizomas cuyas frondas presentaban el daño para la parcela número 2. Las parcelas tenían 1 m<sup>2</sup> de área y fueron delimitadas con tablas de 1 m de largo y 0.4 m de alto. Las frondas de los rizomas se eliminaron mediante poda. Los rizomas se pesaron con una balanza, se contó el número de yemas, el número de brotes (Cuadro 5) y se midió el desarrollo vegetativo en cada parcela en cm durante 8 semanas. Los rizomas fueron sembrados el 20 de septiembre de 1996, siendo su primera medición el 27 de septiembre del mismo año, y la última el 15 de noviembre de 1996.

Cuadro 5: Peso, número de yemas y brotes total en los 9 rizomas de cada parcela.

Parcela	Peso (gr)	Yemas	Brotes
1	176.5	51	2
2	244.6	46	1

(N.S.)

#### 3.4.1 Análisis de los datos

Para el análisis de los datos se realizó un análisis estadístico de las variables peso de los rizomas, número de brotes en los rizomas, número de yemas de los rizomas y desarrollo vegetativo de cada parcela durante las 8 semanas de toma de datos, para lo que se utilizó el paquete estadístico "Statistical Analysis System" (SAS).

#### 3.4.2 Análisis estadístico

Para cumplir con los objetivos, se comparó cada una de las variables estudiadas en cada población con una prueba de T.

#### IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue el determinar la causa y plantear soluciones para un problema cuya sintomatología es una mancha en el follaje del Helecho Hoja de Cuero. La mancha aparece de color oscuro y luego se torna café a café-rojizo. Muestra un desarrollo que progresa de la parte superior de la fronda hacia la base de esta, y de los lados hacia el raquis (Figura 1a y 1b).



Figura 1a. Fronda sana



Figura 1b. Fronda dañada.

Los datos recaudados en el reconocimiento de la plantación fueron los siguientes:

La plantación se encuentra dentro de los límites de temperatura para este cultivo, ya que el Helecho Hoja de Cuero se da bien en climas cálidos y tiene un requisito ideal de temperatura mínima de 12 °C y una máxima de 23 °C.

La plantación tiene cierta pendiente; sin embargo no es un factor que afecte el cultivo ya que el sarán está colocado a una altura regular según la pendiente, por lo que no se presentan variaciones de temperatura y se cuenta con una buena aireación. El riego por aspersión tiene un traslape perfecto y las camas están dispuesta perpendicular a la pendiente

El terreno tiene un suelo sumamente pesado, presentándose suelo limoso en las partes altas de la plantación y arcilloso en las partes bajas, pudiendo ser este un factor limitante ya que el Helecho Hoja de Cuero prefiere suelos sueltos. Sin embargo, las camas de 1 metro de ancho y 40 centímetros de separación están levantadas lo compensa en alguna medida el deficiente drenaje del suelo en si ya que una cama así provee un mejor drenaje. Según los análisis de laboratorio se demostró que el pH del suelo tiene un rango de 5 a 5.69

(Cuadro 6).

El material vegetativo para sembrar esta plantación fue triado de la Florida. La plantación se estableció con 70,000 rizomas, con lo cual se sembraron 4.8 ha., a una densidad de 10 plantas por metro cuadrado (la cantidad de rizomas no coincide con la densidad para el área que está sembrada). Los rizomas medían en promedio de 10 a 12 cm de largo y se plantaron enteros, previamente tratados con un baño de fungisida Daconil.

El Ing. Villeda (encargado de la plantación) asegura que el problema empezó con las áreas que fueron plantadas con los rizomas más débiles, los cuales fueron plantados en la parte baja de la plantación, donde se tiene una mayor incidencia de suelos arcillosos.

Esta plantación es relativamente joven, tiene aproximadamente 3 años de haber sido plantada, por lo que no se ha realizado ningún trabajo de renovación de camas

La plantación está cubierta con sarán para proporcionar la cobertura necesaria para el cultivo. Este sarán proporciona un 73 % de sombra teórica; sin embargo, se midió con un fotómetro y proporciona un 63 % de sombra real, el cual se encuentra entre el rango de sombra adecuado para el cultivo.

En cuanto al aspecto nutricional, el cual se cree sea el más importante de este estudio, se encontró que toda la fertilización se realiza por medio del sistema de riego por aspersión. El fertilizante se prepara en toneles y por medio de un tubo (efecto de diferencia de presiones) se aplica junto con el riego. El agua que se usa para regar tiene un pH de 5.88 y una conductividad eléctrica de 0.08 Mmohs.

Como fue mencionado en la revisión de literatura, cuando se reduce la cantidad de luz que la plantación recibe se debe de disminuir la cantidad de fertilizante a aplicar, se reporta de una disminución de hasta el 75 % de las aplicaciones. En esta plantación se reducen las cantidades de fertilizante a un 50 % en la temporada lluviosa, y no se hace siguiendo un plan de manejo según requerimientos de fertilización, sino que se reduce debido a que se disminuye la cantidad de irrigación proporcionada al cultivo. En esta plantación no se realizan análisis de suelos periódicamente y los últimos que se realizaron nunca fueron utilizados para la dosificación de las aplicaciones. Actualmente se está aplicando 1168.2 lb/ha/año de N, 180.2 lb/ha/año de P y 180.2 lb/ha/año de K distribuidos de la siguiente forma: 20-20-20 a razón de 53 lbs/ha/mes de abril a octubre y 106 lb/ha/mes de noviembre a marzo, nitrato con 35 % N de abril a octubre a razón de 208 lb/ha/mes, urea con 46 % N de noviembre a marzo a razón de 208 lb/ha/mes y una aplicación de microelementos cada 2 meses, con lo que podrían surgir varios problemas. 1) Que en verano se esté aplicando una menor cantidad de fertilizante que la que requiere el cultivo, 2) que en invierno se esté aplicando más de lo requerido y que haya una fijación en el suelo de fósforo o bien de potasio y 3) que no se estén aplicando las cantidades que debiera recibir el cultivo, ya que los requerimientos varían según la época del año y no se ha realizado un análisis para basarse en las cantidades de fertilizante que actualmente se están aplicando.

Los microelementos se están aplicando como el resto de los fertilizantes, en una forma empírica. Según el encargado de la plantación, el único cuidado que se tiene es el tener una restricción con el hierro y el zinc; sin embargo, el hierro aparece en cantidades excesivas en los análisis foliares de las frondas que presentan el daño (Cuadro 10).

Cabe mencionar que el encargado de la plantación ha notado una mayor incidencia del problema en los meses secos y fríos, que en la temporada lluviosa.

Los fertilizantes se compran según se van requiriendo para las aplicaciones. Se estuvo usando nitrato de calcio empíricamente ya que se quería subir el pH de la plantación, sin embargo el pH es el mismo que había cuando se tomaron los últimos análisis de suelos.

El agua que se utiliza para la irrigación de esta plantación es agua de recolección de lluvia, la cual se almacena en dos reservorios para su uso en la plantación.

Según el historial proporcionado por el encargado de la plantación, nunca se han tenido problemas con pudriciones radiculares.

Se tuvo problema con una enfermedad que fue identificada por el encargado de la plantación como mancha negra de la hoja, el problema se controló y nunca apareció de nuevo.

En 1995 se realizó una aplicación masiva contra nemátodos, hongos, bacterias, etc. Esto se realizó así puesto que ya se habían perdido 2 lotes de la plantación. El problema

disminuyó controlado momentáneamente. Es posible que lo que sucedió fue que se suplió una deficiencia o desbalance nutricional con los compuestos de los plaguicidas aplicados.

Se usan varios fungicidas en la plantación, entre los cuales están Mancozeb, Ridomil y Daconil. No se tiene un plan de control. Se aplica alternando productos y se aplica según lo que hay en el mercado en el momento, o lo que hay en lugares donde se consigue crédito.

En cuanto al control de malezas, no se usa ningún producto químico y toda la labor se realiza a mano. Esta labor se puede realizar fácilmente en los países centroamericanos ya que la mano de obra es barata y tiene la ventaja de que se mantiene una supervisión detallada del cultivo.

Con respecto a los análisis de suelos efectuados se encontró que en la mayoría de las muestras de suelo de la plantación hay un pH fuertemente ácido. Este va de 5 a 5.45, a excepción de una de las muestras que provenía de la parte media que tuvo un pH de 5.69, el cual es considerado moderadamente ácido (Cuadro 6). El promedio de la plantación es de 5.36, un valor que cae dentro de lo recomendado por Henley *et al.*, (1981).

En cuanto al porcentaje de materia orgánica, se encontró que en todo el suelo de la plantación esta se encuentra en un nivel alto, oscilando entre 4.23 y 5.20 % (Cuadro 6). Según la literatura, este nivel de materia orgánica es conveniente para un medio pesado como el que se tiene en la plantación ya que mejora la textura de este y proporciona una mejor retención de humedad. Sin embargo, es necesario proporcionar un buen drenaje ya que el agua estancada podría ser contraproducente para el cultivo. Henley *et al.*, (1981) menciona que suelos con exceso de materia orgánica pueden llegar a retener cantidades de humedad que podrían llegar a ser letales para el Helecho Hoja de Cuero, por lo que podría ser necesario aplicar materiales de enmienda para evitar que esto suceda.

Se encontró que una de las muestras de cada uno de los sectores evaluados tenía un nivel medio de porcentaje total de nitrógeno mientras que la otra muestra de la parte baja, media y alta tenía un nivel alto del mismo (Cuadro 6).

En cuanto al fósforo disponible, 4 de las 6 muestras evaluadas mostraban un nivel medio de este, las 2 restantes una de la parte media y otra de la parte baja presentaron un bajo nivel de fósforo disponible (Cuadro 6). Sin embargo el promedio observado fue de 16 ppm el cual es considerado bajo.

El potasio se encuentra en un nivel medio en todas las muestras evaluadas con un promedio de 110 ppm (Cuadro 6)

En cuanto al resto de los elementos evaluados en el análisis (Ca, Mg, Mn, Zn, Cu y Fe), se encontró que en todas las muestras estos se encontraban en un nivel alto lo que indica que nutricionalmente el suelo es bueno (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados de análisis de suelos para 6 muestras.

Muestra	pH (H <sub>2</sub> O)	M.O %	Disponible (ppm)								
			% N Total	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe
Parte alta 1	FA	A	M	M	M	A	A	A	A	A	A
	5.45	4.23	0.20	23	103	2112	337	32	2.80	2.90	32
Parte alta 2	FA	A	A	M	M	A	A	A	A	A	A
	5.52	5.20	0.22	19	111	2500	394	34	3.10	2.90	34
Parte media 1	MA	A	A	B	M	A	A	A	A	A	A
	5.69	5.14	0.22	7	106	2106	431	32	1.30	2.20	32
Parte media 2	FA	A	M	M	M	A	A	A	A	A	A
	5.00	4.43	0.17	19	118	1893	425	37	2.90	3.60	37
Parte baja 1	FA	A	A	M	M	A	M	A	A	A	A
	5.33	4.35	0.23	21	88	2362	294	20	1.60	2.80	20
Parte baja 2	FA	A	M	B	M	A	A	A	A	A	A
	5.21	4.36	0.20	6	132	1712	343	72	2.3	4.7	72
Promedio	FA	A	A	M	M	A	A	A	A	A	A
	5.37	4.61	0.21	15.8	110	2114	2224	37.8	2.33	19.1	37.8

A= Alto M= Medio B= Bajo FA= Fuertemente ácido MA= Moderadamente ácido

Fuente: Laboratorio de suelos del departamento de Agronomía de la E.A.P.

Con los anteriores datos se determinó cuanto aporta el suelo al cultivo, así como cuanto este requiere que sea añadido por la fertilización para satisfacer las necesidades del Helecho Hoja de Cuero en un año (Cuadro 7).

Cuadro 7. Nutrientes aportados por el suelo, nutrientes requeridos y recomendación.

<b>Sitio ó Ubicación de Muestra</b>	<b>Elemento</b>	<b>Nivel Existente (kg/ha)</b>	<b>Requerimiento (kg/ha/año)</b>	<b>Aplicación Recomendada (kg/ha/año)</b>
Parte baja 1	N	82.8	780	697.2
	P	67.41	396	328.59
	K	168.96	780	611.04
Parte media 1	N	79.2	780	700.8
	P	22.47	396	373.53
	K	203.52	780	576.48
Parte alta 1	N	72	780	708
	P	73.83	396	322.17
	K	197.76	780	582.24
Parte baja 2	N	72	780	708
	P	19.26	396	376.74
	K	253.44	780	526.58
Parte media 2	N	61.2	780	718.8
	P	60.99	396	335.01
	K	226.56	780	553.44
Parte alta 2	N	79.2	780	700.8
	P	60.99	396	335.01
	K	102.12	780	677.88

Como una observación general, las aplicaciones actuales de fertilizante no llenan los requisitos para el cultivo ya que se está aplicando menos N, P y K del requerido (Cuadro 8). Adicionalmente a que no se está aplicando lo requerido, se está distribuyendo mal las aplicaciones, ya que estas deben hacerse de acuerdo a la actividad fisiológica del cultivo y no al régimen de lluvias que es como se está haciendo actualmente.

Cuadro 8. Cantidad requerida de fertilizante vs. Cantidad aplicada.

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad Requerido (kg/ha/año)</b>	<b>Cantidad Aplicada (Kg/ha/año)</b>	<b>Diferencia (Kg/ha/año)</b>
N	705.6	531	174.6
P	345.17	81.8	263.4
K	587.94	81.8	506.1

En cuanto al análisis foliar, en las frondas sanas los niveles de N, K, Ca, Mg y P se encuentran dentro del rango deseable para el cultivo; no así las frondas enfermas, las cuales tienen dentro del nivel deseado solamente el N y Ca y tienen en un nivel bajo de P, K y Mg (Cuadro 9). Esto demuestra que los rizomas cuyas frondas muestran esta sintomatología tienen algún problema de absorción de nutrientes, ya que los suelos tienen alto contenido de estos elementos y los rizomas cuyas frondas están sanas no muestran el problema.

Cuadro 9. Contenido de N, P, K, Ca y Mg en frondas sanas y dañadas.

	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
Frondas sanas	2.20	0.22	2.50	0.32	0.22
Frondas enfermas	2.16	0.19	2.17	0.63	0.08
Nivel Bajo (menos que)	2.00	0.20	2.30	0.25	0.28
Rango deseable	2.20-0.50	0.25-0.50	2.50-3.80	0.30-0.80	0.20-0.40
Nivel Alto (mas que)	3.20	0.60	4.00	1.00	0.50

Los niveles de Cu, Fe, Mn y Zn se encuentran dentro del rango deseable para el cultivo tanto en las frondas sanas como en las enfermas con excepción de Fe en las frondas enfermas que se encuentra en un nivel sumamente alto (Cuadro 10). Es evidente que los elementos que se encuentran deficientes en las frondas que presentan la sintomatología son los elementos móviles dentro de la planta.

Cuadro 10. Contenido de Cu, Fe, Mn y Zn en frondas sanas y dañadas.

	ppm de Cu	ppm de Fe	ppm de Mn	ppm de Zn
Frondas sanas	16.00	183.00	95.00	26.00
Frondas enfermas	16.00	393.00	135.00	36.00
Nivel bajo (menos que)	8.00	75.00	25.00	20.00
Rango deseable	10.00-30.00	100.00-200.00	50.00-150.00	25.00-100.00
Nivel alto (mas que)	40.00	250.00	200.00	150.00

El análisis de aguas mostró que el agua utilizada para riego y solvente para las fertirrigaciones tiene un pH de 5.88. Este es considerado bajo para el riego según los rangos de aceptación utilizados por el laboratorio de Zamorano que van de 6 a 8.5. Sin embargo, a pesar de este criterio, el efecto directo del agua sobre las plantas no es significativo ya

que los suelos tienen un pH menor. El agua sí podría tener un efecto acumulativo en el tiempo, ya que propicia para una acidificación gradual de los suelos.

La conductividad eléctrica del agua es baja, de 0.08 Mohs, lo cual indica que el contenido de sales en el agua es bajo, por lo que queda eliminada la posibilidad de que esta sea la causa del daño (Comunicación personal de Lic. H. Flores)

#### 4.1 EXPERIMENTO 1

El análisis de varianza indica que el modelo crecimiento en función de semanas, medio, tipo, medio\* tipo fue altamente significativo ( $Pr > F = 0.0001$ ) y tiene un ajuste casi perfecto ( $R\text{-square} = 0.915207$ ). El experimento fue bien conducido ( $C.V. = 22.6$ ) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Andeva para la variable crecimiento.  
Variable dependiente: Crecimiento.

FUENTE	GL	SS	CM	VAL. F	Prob > F
<b>Modelo</b>	10	275462.2981	27546.2298	22.67	0.0001
<b>Error</b>	21	25521.4441	1215.3069		
<b>Total</b>	31	300983.7422			
<b>R<sup>2</sup></b>		0.915207			
<b>C. V.</b>		22.59545			

La interacción entre medio y tipo de rizoma no fue significativa ( $Pr > F = 0.2783$ ). Sin embargo, el desarrollo vegetativo que se obtuvo a través de las 8 semanas de evaluación sí fue significativo ( $Pr > F = 0.0001$ ). También fue significativo el tipo de medio que se usó ( $Pr > F = 0.0204$ ) y fue altamente significativo el tipo de rizoma ( $Pr > F = 0.0001$ ). Esto indica que hay efectos independientes y que no importando el medio que se use siempre va a haber diferencia entre los rizomas que presentan el daño y los que están sanos. También es independiente el medio que se use ya que no importando que rizomas se siembren, va a haber una diferencia significativa entre los dos medios evaluados (Cuadro 12)

Cuadro 12. Fuentes de variación del modelo crecimiento en función de semanas, medio, tipo, medio\*tipo.

Variable dependiente: Crecimiento.

Fuente	GL	SS	CM	VAL. F	Prob > F
Semana	7	164264.7697	23466.3957	19.31	0.0001
Medio	1	7641.5703	7641.5703	6.29	0.0204
Tipo	1	102050.3253	102050.3253	83.97	0.0001
Medio*Tipo	1	1505.6328	1505.6328	1.24	0.2783

El análisis de la diferencia de medias para el tipo de medio con la variable crecimiento mostró la superioridad del medio mejorado sobre el medio propio de la plantación a un alpha de 0.05 (Cuadro 13).

Cuadro 13. SNK para las medias del crecimiento vegetativo en cada uno de los medios evaluados.

GRUPO SNK	MEDIAS	N	MEDIO
A	169.74	16	Mejorado
B	138.83	16	Propio

Alpha 0.05

Los resultados anteriores indican que hubo mejor desarrollo vegetativo en el medio mejorado independientemente del tipo de rizoma que se utilice o sea que tanto los rizomas sanos como los dañados van a tener un mejor desarrollo vegetativo en el medio mejorado que en el medio propio.

Este resultado se puede atribuir a las características del medio mejorado en relación con las del medio propio. El medio mejorado es un medio liviano, que provee un buen drenaje y permite un mejor desarrollo de las raíces del Helecho Hoja de Cuero. No así el medio propio de la plantación, al ser tan pesado no provee el drenaje óptimo para el cultivo y no permite el desarrollo normal de las raíces.

En cuanto a la diferencia en crecimiento según el tipo de rizoma que se utilizó se encontró que el crecimiento de los rizomas cuyas frondas no presentaban el daño (rizomas sanos) fue superior al crecimiento que mostraron los rizomas dañados (Cuadro 14).

Esto indica que de alguna manera los rizomas que provienen de plantas cuyas frondas presentan el síntoma (rizomas dañados), son más débiles que los rizomas sanos y que no importando el medio en que se planten, los rizomas sanos siempre van a tener un mejor crecimiento que los rizomas dañados. En base al análisis foliar se puede ver que las

frondas que muestran los síntomas tienen un desbalance nutricional ya que tienen bajo el nivel de P, K y Mg y las frondas sanas tienen estos elementos dentro del rango de aceptación estando ambos tipos de rizomas (los que tienen frondas que presentan el daño y los que tienen frondas sanas) sembrados en el mismo suelo. Un dato interesante es que las frondas dañadas tienen una alta concentración de Fe y que el N, Cu, Ca, Mn y Zn son los únicos elementos que se encuentran dentro del rango deseable. Las sanas muestran un balance apropiado de los elementos en su concentración y tienen el Fe dentro del rango deseable, lo cual se podría atribuir a que en pH bajos aumenta la disponibilidad del Fe, Cu, Mn, Zn y las formas amoniacales del N, y se reduce la disponibilidad de Mg, P y K (Anexo 3). Si es cierto que los rizomas cuyas frondas presentan el daño son más débiles, lo cual les dificulta la absorción de nutrientes. Esto se podría atribuir al pH del suelo y el efecto que esto tiene en la sobre disponibilidad de estos elementos (N y Fe) de tal manera que la planta puede absorberlos y acumularlos en concentraciones excesivas.

Otro aspecto importante es que los elementos que se encuentran dentro del rango deseable en las frondas dañadas son los elementos que son poco móviles dentro de la planta.

Cuadro 14. SNK para el crecimiento vegetativo de los tipos de rizomas.

GRUPO SNK	MEDIAS	N	TIPO
A	210.76	16	Sanos
B	97.81	16	Dañados
<b>Alpha</b>	0.05		

La superioridad en el crecimiento vegetativo en los rizomas plantados en el medio mejorado sobre los rizomas plantados en el medio propio, así como la superioridad en el crecimiento vegetativo de los rizomas sanos sobre los rizomas cuyas frondas presentaban el daño se puede observar gráficamente en la figura 2. La parcela 2 que tenía el medio mejorado y los rizomas sanos mostró un mayor desarrollo vegetativo que las parcelas 1, 3, 4. También se puede ver con claridad que la parcela número 4, con el suelo usado actualmente con el daño fue la de menor desarrollo vegetativo.

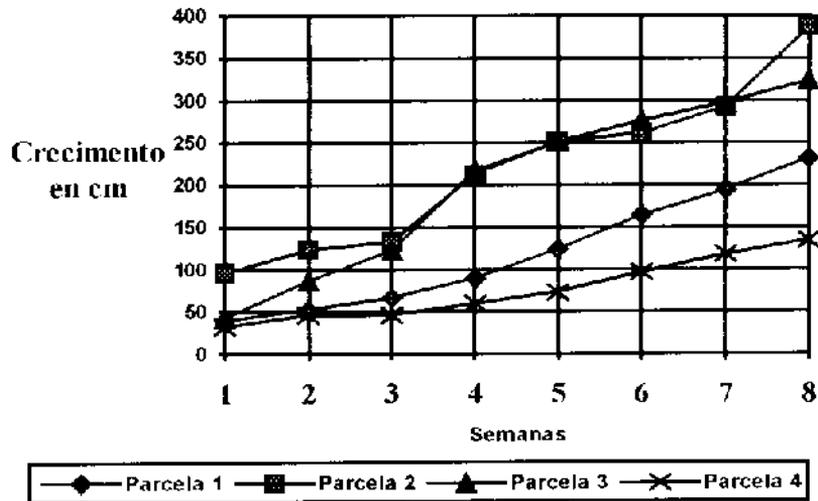


Figura 2. Desarrollo vegetativo de las 4 parcelas evaluadas durante 8 semanas.

El modelo ilustra que las variables parcela, peso, número de yemas y número de brotes no fueron significativas ya que explican menos del 9% del modelo junto con el error (Cuadro 11).

Al analizar estas variables como poblaciones según el tipo de rizoma con una prueba t se ratificó que la diferencia entre las variables peso y brotes no fue significativa, con una  $\text{prob} > |T|$  de 0.3672 y 0.2307 respectivamente, sin embargo, la variable yemas sí mostró diferencia con una  $\text{prob} > |T|$  de 0.03 (Cuadro 15). Lo que indica que las diferencias físicas entre las dos poblaciones utilizadas eran mínimas. Como estas variables no tienen una significancia explicativa en el modelo, no se profundizará en el tema.

Cuadro 15. Prueba T para las variables peso, número de yemas y número de brotes de rizomas obtenidos de frondas sanas y frondas dañadas.

N	VAR. OBS	MEDIA	DES. STD	T	PROB.>  T
18	Peso	34.80	76.614	1.016	0.3672
	Yemas	2.00	3.581	2.370	0.0299
	Brotes	0.333	1.138	1.243	0.2307

## 4.2 EXPERIMENTO 2

Con respecto a la tercera parte de este trabajo, las 4 variables estudiadas resultaron no significativas al ser analizadas con la prueba T (Cuadro 16), lo que explica con respecto a las variables peso, número de yemas y número de brotes que las dos poblaciones eran uniformes. En cuanto a la variable crecimiento se puede concluir que el tratamiento no tuvo ningún efecto sobre las dos poblaciones lo cual se puede aducir al poco tiempo que se le dio a la cal para que reaccionara. De acuerdo a las condiciones existentes en la plantación (sombra del 63%) se necesita de 6 a 9 meses para que el efecto de la aplicación de cal en el medio pueda producir un cambio en pH (Henley *et al.*, 1981). Sería conveniente realizar varias repeticiones de este en un futuro experimento utilizando diferentes niveles de pH en el medio.

Cuadro 16. Prueba T para las variables Peso, Yemas, Brotes, Crecimiento.

<b>N</b>	<b>VAR. OBS</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DES. STD</b>	<b>T</b>	<b>PROB.&gt; T </b>
9	Peso	7.567	18.106	1.254	0.2453
	Yemas	-0.556	3.321	-0.502	0.6293
	Brotes	-0.111	0.601	-0.555	0.5943
	Crecimiento	0.000	3.359	0.000	1.000

## V CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones son derivadas del estudio realizado, incluyendo la revisión de literatura y los trabajos experimentales:

Los análisis de suelos de la plantación mostraron que el contenido nutricional de estos es normal. Sin embargo, el suelo es sumamente pesado para el Helecho Hoja de Cuero.

El medio mejorado tiene características texturales óptimas para el Helecho Hoja de Cuero, ya que provee un buen drenaje y al ser tan suelto permite un adecuado desarrollo de la planta. En el estudio, no importando el tipo de rizoma, tanto los rizomas cuyas frondas presentaban el daño como los que tenían frondas sanas presentaron un mayor desarrollo vegetativo cuando crecieron en el medio mejorado, comparado a los rizomas sembrados en el medio propio de la plantación.

Los rizomas cuyas frondas muestran el daño no son aptos para la propagación, ya que no importando el medio en que se sembraron, siempre mostraron un desarrollo vegetativo inferior al que mostraron los rizomas que presentaban frondas sanas.

El plan de fertilización que se está realizando actualmente en la plantación no considera la actividad fisiológica de la planta a través de las diferentes condiciones climáticas que se dan durante el año, ni provee los requerimientos del Helecho Hoja de Cuero.

Es evidente que el problema se debe a deficiencias nutricionales en la planta ya que en los análisis foliares de las frondas dañadas se muestra el desbalance existente. Sin embargo, es probable que tales deficiencias y desbalance tienen su origen en la incapacidad de la planta para poder absorber los nutrientes del suelo pesado.

## VI RECOMENDACIONES

Como resultado del estudio se hacen las siguientes recomendaciones:

No es conveniente seleccionar el material de propagación tomando en cuenta solamente las características físicas de los rizomas, ya que son similares los sanos y los que presentan el daño.

Realizar un análisis económico para probar si es factible cambiar el suelo actual por una mezcla de medio mejorado. Lo anterior permitirá comprobar la rentabilidad del cambio en futuras extensiones de la plantación.

Sistematizar la toma de datos climatológicos del lugar para utilizar estos en la toma de decisiones, especialmente en la realización de un programa de fertilización a lo largo del año.

La estrategia que debe implementarse para mejorar la cantidad y calidad de fronda en la plantación debe contemplar primeramente un cambio sustancial e inmediato en lo referente a sustituir el suelo actual por un medio de crecimiento mejorado, apto para el crecimiento y desarrollo normal de una planta que exige un medio con excelente drenaje. Por otra parte debe adoptarse un programa de fertilización que considere las necesidades de la planta y la condición fisiológica de esta, de tal manera que la cantidad y frecuencia de aplicación se haga en base a la capacidad de la planta para absorber los nutrientes. Finalmente, es necesario implementar un monitoreo sistematizado de factores críticos como ser pH del medio, pH del agua con que se riega y se fertiliza, contenido nutricional del medio de crecimiento y de follaje de la planta, contenido de humedad del medio de crecimiento para decidir frecuencia y cantidad de riego, medición de temperatura diurna y nocturna, medición de precipitación pluvial, establecimiento de parcelas de ensayo en suficiente número para poder comprobar observaciones.

Con respecto a los experimentos 1 y 2 sería conveniente realizar varias repeticiones tomando en cuenta un testigo a través del año para aumentar la significancia de este con respecto al clima y los distintos sectores de la plantación.

Sería beneficioso evaluar la respuesta de los rizomas a medios con un pH mayor utilizando medios con un pH estable ya que a un mayor pH se aumenta la disponibilidad de varios elementos que se encontraron deficientes en el análisis foliar de las frondas que presentaban la sintomatología.

## VII BIBLIOGRAFÍA

- BENETT, W.F. 1993. Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants. St. Paul, Minnesota, U.S.A. The American Phytopathological Society. s.p.
- BOULD, C.; HEWITT F.R.S., E.J.; NEEDHAM, P. 1984. Diagnosis of mineral disorders in plants. New York, U.S.A. Chemical publishing. s.p.
- CHASE, A.R. 1984. Diseases of Leatherleaf fern and their control. University of Florida IFAS. Vol 7. No.5. 2p.
- CHASE, A.R. 1984. Controlling Leatherleaf fern root rot with Aliette. University of Florida IFAS. Vol 7. No.11. 2p.
- DOMINGUEZ VIVANCOS, A. 1973. Abonos minerales. 4. de. Madrid, España. Gráficas Aragón. 306 p.
- FISHER J. sf. Fern industry grows while profits decline. Florida Grower & Rancher.
- FULLER, H.J.; RITCHIE D.D. 1967. General Botany, Barnes & Noble books. N.Y., USA. 232 p.
- HENLEY, R.W.; TJIA, B.; LOADHOLTZ, L.L. 1981. Commercial Leatherleaf fern production in Florida. Florida, U.S.A., s.p.
- HENNY, R.J. 1984. Vase Life of selected Leatherleaf fern lines grown from spores. University of Florida IFAS. Vol.7, NO.8. 2p.
- HENNY, R.J. sf. Reversing postharvest wilt of Leatherleaf fern. University of Florida IFAS. Circular RII-82-23. 2p.
- JOINER, J. N. 1981. Foliage plant production. Englewood Cliffs, N.J., U.S.A. Prentice-Hall, Inc. 614 p.
- MAROUSKY, F.J.; RISSE, L.; DOW A. 1982. Control of *Cylindrocladium* decay in Florida Leatherleaf fern transported to western Europe. University of Florida IFAS. Vol.5, No.5. 2p.

- MAROUSKY, F.J.; DE WILDT, P.P.Q. 1982. Postharvest decay in Florida Leatherleaf fern. *Plant Disease*. Vol.66, No.11. p 1029-1030.
- MATHUR, D.D. sf. Influence of soil acidity and liming on the production of Leatherleaf fern. University of Florida IFAS. Report RH-1980-7. 8p
- MILLER, J.W. 1972. *Cylindrocladium* leaf spot of Leatherleaf fern. Fla. Dept. of Agr. and Cons. Serv. *Plant Pathology*. Circular No.114. 3p.
- OSBORNE, L.S. 1984. Insect pest of Leatherleaf fern. Agricultural Reserch and Education Center. IFAS Vol.7. No.6. p.2-3.
- PODE, R.T.; CONOVER, C.A. 1978. Feasibility of harvesting Leatherleaf fern by clear cutting. *Florida State Hort. Soc.* 91:230-231.
- POOLE, R.T.; CONOVER, C.A.; STAMPS, R.H. 1985. Frond age and date of crossier (Fiddlehead) emergence affect vase life of Leatherleaf fern. University of Florida IFAS. Vol.8, No.9. 4p.
- SCARBOROUGH, E.F. 1991. Recomendaciones en Helechos Hoja de Cuero. Honduras.
- STAMPS, R.H.; MATHUR, D.D. 1982. Herbicides for weed control in Leatherleaf fern. Agricultural Research Center and Education IFAS. *Hortscience* 17(2): 201-203p.
- STAMPS, R.H.; CHASE, A.R. 1984. Fungal inoculation, fungicide treatment, and storage affect postharvest decay and vase-life of Leatherleaf fern fronds. University of Florida IFAS. *Hortscience* 19(2):292-293.
- STAMPS, R.H. 1984. Time of harvest and postharvest water dips may affect vase life of Leatherleaf fern. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Science. 7V. No.2. 2p.
- STAMPS, R.H. at el. 1986. Pesticides for use in commercial Leatherleaf fern production in Florida. University of Florida, IFAS. Circular RH-86-C. 9p.
- STAMPS, R.H.; POOLE, R.T. 1987. Herbicide effects during Leatherleaf fern bed establishment. *Hortscience* 22(2):261-264.
- STAMPS, R.H. 1988. Pennant herbicide lebeled for cut foliages including Leatherleaf fern. University of Florida IFAS. Vol.3, No.2. 2p.
- STAMPS, R.H. 1989. Heavy harvesting can reduce Leatherleaf frond size. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Science. 4V. No.2. 2p.

STAMPS, R.H. sf. Harvest time and postharvest immersion affect water uptake and postharvest decline of Leatherleaf fern. Proc. Interam. Soc. Trop. Hort. Vol 31. p.42-50.

STAMPS, R.H.; POOLE, R.T. sf. Influence of selective herbicides on yield and vase life of Leatherleaf fern. University of Florida IFAS. Report RH-82-15.

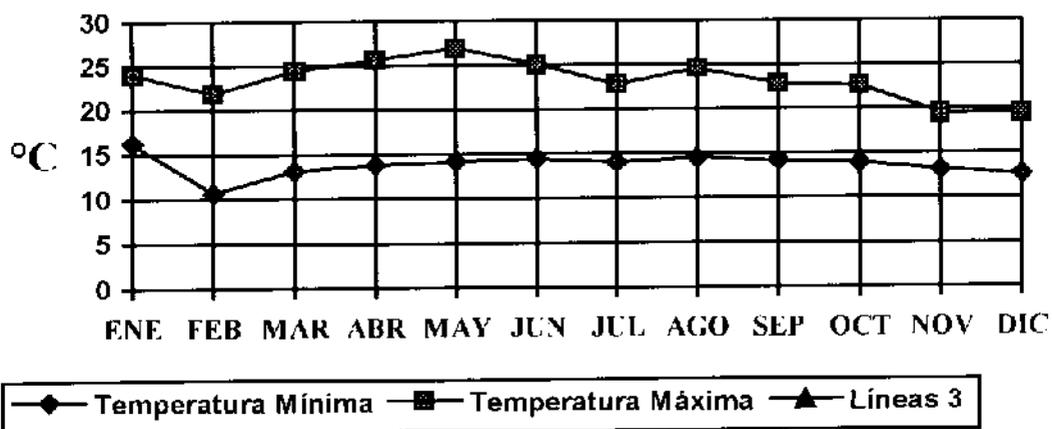
VARGAS, R. 1992. Estudio de factibilidad técnico financiero para la exportación de Helecho Hoja de Cuero (*Rumohra adiantiformis* (G.Forst.)Ching). Tesis Ing., Programa de Ingeniero Agrónomo de la Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 174 p.

WASTE, J.T. 1980. Leatherleaf fern Pest Control Recommendations.

## ANEXOS

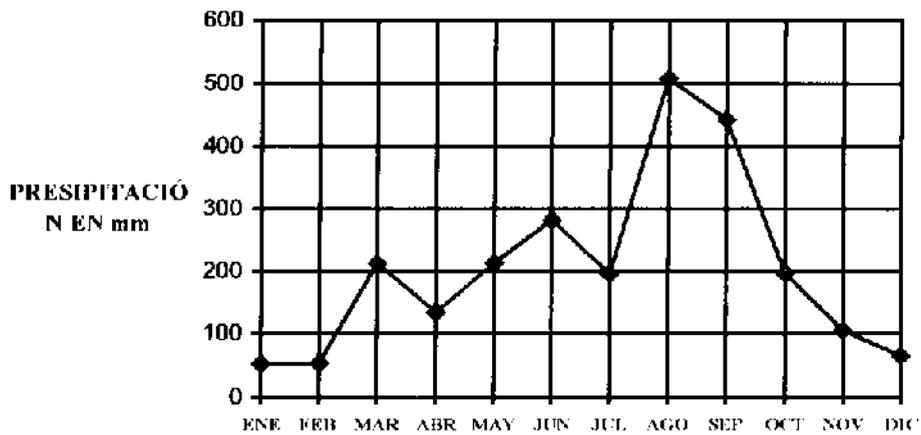
## ANEXO 1

**TEMPERATURA MÍNIMA Y MÁXIMA  
PROMEDIO MENSUAL EN 1995 EN EL  
CERRO UYUCA (1855 msnm)**



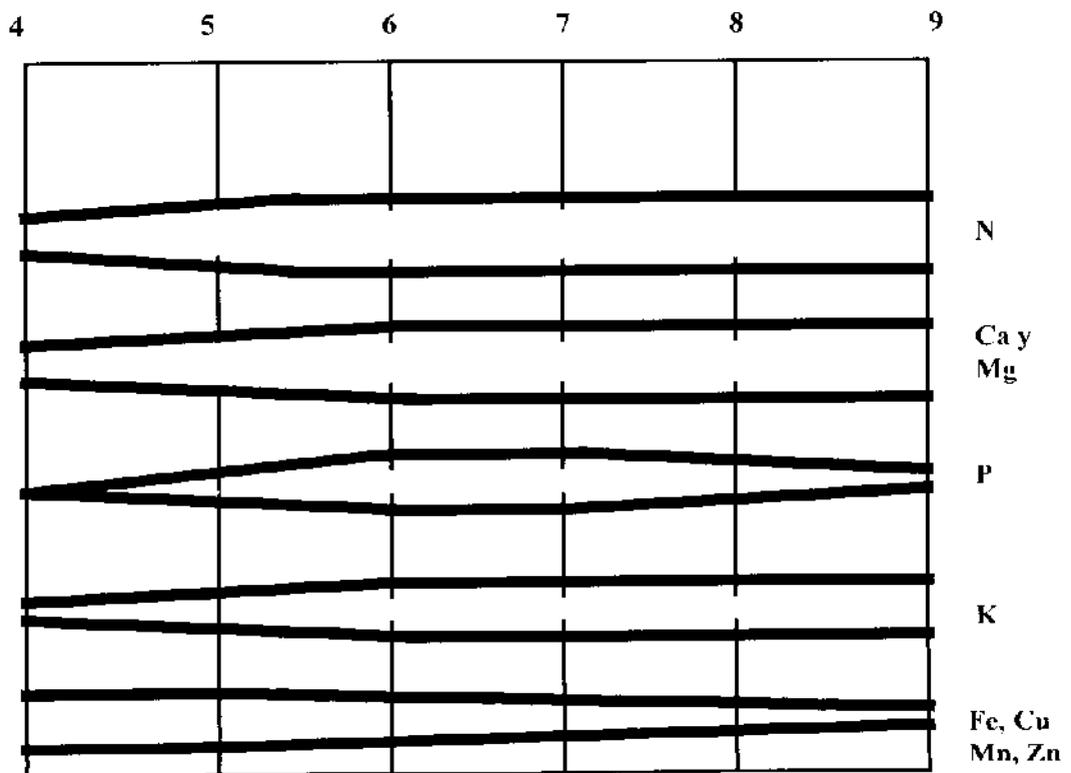
## ANEXO 2

**PRECIPITACIÓN DE LLUVIA MENSUAL  
DURANTE 1995 EN EL CERRO UYUCA (1855msnm)**



**ANEXO 3**

**RANGO DE DISPONIBILIDAD DE  
NUTRIENTES CON RELACIÓN AL pH**



Fuente: Margot de Andrews, 1996, Apuntes de la clase de Nutrición Vegetal.

