



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Investigación (DIGI)**



## **Informe final de Investigación**

### **Estudio de caracterización *in situ* y manejo de poblaciones del complejo calahuala (*Polypodium* spp.)**

Integrantes el equipo de investigación

Ing. Agr. José Vicente Martínez Arévalo  
Br. Mynor Velásquez  
Br. Juan Carlos Andrade

Coordinador  
Auxiliar de investigación  
Auxiliar de investigación

**Facultad de Agronomía  
Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA)**

29 de noviembre de 2001

## Indice

Tema	Pagina
Resumen	i
Indice de Cuadros	ii
Indice de Figuras	iii
1. Introducción	1
2. Antecedentes	2
3. Justificación	3
4. Revisión de literatura	3
4.1 Taxonomía	3
4.2 Ciclo de vida de los helechos	6
4.3 Farmacología	7
4.4 Química de calahuala	8
4.5 Estado de manejo	8
4.6 Otros estudios	8
5. Objetivos	8
6. Metodología	9
6.1 Caracterización morfológica y fenológica	9
6.2 Selección de parcelas de muestreo	9
6.3 Levantamiento florístico	9
6.4 Muestreo de sustrato para análisis en el laboratorio de suelos	10
6.5 Información climática	10
6.6 Caracterización	10
6.7 Estudios preliminares de manejo	11
6.8 Actividad biológica	11
6.9 Plan de manejo de poblaciones naturales	11
7. Resultados y Discusión	11
7.1 Área de estudio	11
7.2 Localidades de caracterización <i>in situ</i> de calahuala	14
7.3 Especies de calahuala encontradas	18
7.4 Desarrollo de frondas en condiciones naturales	20
7.5 Descripción fenológica de las poblaciones naturales de calahuala	32
7.6 Datos estadísticos de las frondas y rizomas	36
7.7 Estudios preliminares de manejo	42
7.8 Consideraciones para la germinación y propagación de la calahuala por esporas	55
7.9 Plan de manejo de poblaciones naturales	57
8. Conclusiones	60
9. Recomendaciones	61
10. Bibliografía	62
Apéndice 1	63
Apéndice 2	68

## Indice de Cuadros

Cuadro 1. Resumen de principales datos de las parcelas de caracterización *in situ* de calahuala, 2001. Pag. 14

Cuadro 2. Especies sobre las cuales se encuentran creciendo las plantas de calahuala en las parcelas de caracterización *in situ*. Pag. 16

Cuadro 3. Análisis de suelo de las localidades donde se establecieron parcelas de caracterización de calahuala. Pag. 17

Cuadro 4. Calendario fenológico de calahuala en la región de bosque húmedo montano bajo Subtropical comprendido entre Guatemala y Jalapa. Pag. 32

Cuadro 5. Estadísticos para longitud de frondas. Pag. 36

Cuadro 6. Estadísticos para ancho de frondas. Pag. 37

Cuadro 7. Estadísticos para largo del pecíolo. Pag. 37

Cuadro 8. Características de rizomas, escamas de rizomas, soros y raíces de calahuala. Pag. 39

Cuadro 9. Sustratos de siembra y diferentes tamaño de rizoma de calahuala. Resultados de la primera lectura. Pag. 44

Cuadro 10. Sustratos de siembra y diferentes tamaño de rizoma de calahuala. Resultados de la última lectura. Pag. 45

Cuadro 11. Resultados al mes de noviembre de la siembra de calahuala en tres diferentes sustratos. Pag. 46

Cuadro 12. Información de las variables respuesta: formación de soros y plagas y enfermedades. Pag. 47

Cuadro 13. Análisis químico de sustrato de *Phlebodium pseudoaureum*. Pag. 49

Cuadro 14. Enfermedades presentes en las plantas de calahuala en condiciones de manejo. Pag. 50

Cuadro 15. Costos del establecimiento de un vivero para reproducción de calahuala (área 231.25 m<sup>2</sup>). 54

## Indice de Figuras

- Figura 1. Ciclo de vida de un helecho del género *Polypodium*. Pag. 7
- Figura 2. Área de estudio del proyecto de Estudio de caracterización *in situ* manejo de poblaciones del complejo calahuala (Polypodiaceae) Pag. 12
- Figura 3. Mapa que presenta el área de estudio y los lugares donde se establecieron parcelas de caracterización *in situ* de calahuala (Polypodiaceae) Pag. 13
- Figura 4. Representación de la fronda calahuala: arriba *Polypodium lowei*, abajo *Phlebodium pseudoaureum*. Pag. 19
- Figura 5. Crecimiento de frondas. Localidad Ciénega Grande, Ciprés. Pag.20
- Figura 6. Crecimiento de frondas. Localidad Ciénega Grande, Pino. Pag.21
- Figura 7. Crecimiento de frondas. El Zapote, colonia 1. Pag. 22
- Figura 8. Crecimiento de frondas. Localidad El Zapote, colonia 2. Pag. 23
- Figura 9. Crecimiento de frondas. Localidad El Zapote, colonia 3. Pag. 24
- Figura 10. Crecimiento de frondas. Localidad Las Nubes, colonia 1. Pag. 25
- Figura 11. Crecimiento de frondas, *P. lowei*. Localidad Las Nubes, colonia 2. Pag. 26
- Figura 12. Crecimiento de frondas. Localidad Samororo, colonia 1. Pag.27
- Figura 13. Crecimiento de fronda. Localidad Samororo, colonia 2. Pag. 28
- Figura 14. Crecimiento de frondas. Localidad La Sierra, colonia 1. Pag. 29
- Figura 15. Crecimiento de fronda. Localidad La Sierra, colonia 2. Pag. 30

Figura 16. Crecimiento de fronda, *P. lowei*. Localidad Soledad Grande. Pag. 31

Figura 17. Fronda de calahuala en los primeros estadios de crecimiento. 32

Figura 18. Forma en que se observan los diferentes estados de desarrollo de los soros. Pag. 35

Figura 19. *Polypodium lowei*, La Soledad Grande. Pag. 40

Figura 20. *Phlebodium aureum*, La Nubes, San José Pínula Mataquescuintla. Pag. 40

Figura 21. Dendrograma de Calahuala, basado principalmente en datos de rizoma. Pag. 41

## Resumen

Durante el año 2001 se realizó la investigación denominada **Estudio de caracterización *in situ* y manejo de poblaciones del complejo calahuala (*Polypodium spp.*)**, en la porción de la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical, comprendida entre los departamentos de Guatemala y Jalapa.

La calahuala es un complejo de especies utilizadas similarmente por su rizoma para tratamiento de enfermedades reumáticas y más recientemente del extracto acuoso del rizoma de *P. leucatomos* se ha obtenido una saponina llamada anapsos, que es utilizado para el tratamiento de dermatitis atópica, soriasis y vitíligo, también se le atribuye propiedades para la cura de la enfermedad de Alzheimer. Por lo tanto tiene un bastante interés utilización, para lo cual es preciso conocer la biología y los principales aspectos del manejo de estas especies.

El objetivo general de este estudio fue obtener información sobre las características bióticas y a abióticas bajo las cuales se desarrollan las poblaciones de calahuala y de sus características morfológicas, fenológicas y de dinámica de población en la porción de Bosque húmedo Montano bajo Subtropical de Guatemala-Jalapa. Como objetivos específicos se planteo: a) Caracterizar morfológica y fenológicamente las poblaciones naturales de calahuala; b) Realizar estudios preliminares de manejo que conduzcan al aprovechamiento de estas especies; c) Medir la variabilidad de la actividad biológica de diferentes materiales calahuala y d) Proponer un plan de manejo de poblaciones naturales que pueda ser probado en trabajos posteriores.

Se encontró que en el área de estudio hay dos especies utilizadas como calahuala, una es *Polypodium lowei* con una distribución restringida y *Phlebodium pseudoaureum* que había sido denominada erróneamente *Phlebodium aureum*. Esto último es un avance sustancial en el conocimiento de estas especies pues a partir de esto se puede tener seguridad de la entidad taxonómica con la cual se está trabajando. Hay una gran variación en el tamaño de la fronda influenciada principalmente por factores climáticos. En cuanto al rizoma *P. lowei* tiene un mayor rendimiento que *P. pseudoaureum*.

Con relación al manejo para su cultivo únicamente se pudo avanzar en forma parcial, sin embargo hay algunas situaciones que han quedado claras: en primer lugar es necesario cultivar las calahuales bajo sombra natural o artificial y colocar los rizomas prebrotados en sustratos con un contenido por arriba del 50% de materia orgánica.

Se determino que de acuerdo al estado actual de las poblaciones naturales no es posible plantear un plan de manejo partiendo de las densidades actuales, sino que es necesario previamente hacer un enriquecimiento de los bosques. Por lo tanto la mejor opción es el manejo bajo cultivo de estas especies que aseguren la sostenibilidad de su producción a través del tiempo, para lo cual es preciso seguir investigando en el campo agronómico.

Guatemala, 29 de noviembre de 2001

Dr. Oscar Cobar  
Director  
Dirección General de Investigación  
Presente

Estimado Dr. Cobar:

Adjunto encontrará el informe final del proyecto denominado **Estudio de caracterización *in situ* y manejo de poblaciones del complejo calahuala (*Polypodium spp.*)**,

Ejecutado a través del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía con el apoyo financiero de la Dirección General de Investigación.

En el mismo quedan pendientes los resultados del análisis químico de los rizomas de calahuala que serán adjuntados al estar disponibles.

Sin otro particular, atentamente.

Ing. Agr. José Vicente Martínez Arévalo  
Coordinador del proyecto

Vo. Bo.

Dr. Ariel Ortiz López  
Director del Instituto de Investigaciones FAUSAC

## 1. Introducción

En el año 2001 la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos y el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, ejecutó la investigación denominada **Estudio de caracterización *in situ* y manejo de poblaciones del complejo calahuala (*Polypodium spp.*)**, en la porción de la zona de vida Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical, comprendida entre los departamentos de Guatemala y Jalapa.

Por ser una región rica en variabilidad genética de este grupo de especies y porque el deterioro que sufren los bosques naturales por la deforestación, cambio en el uso del suelo y otros puede provocar la pérdida de este recurso fitogenético utilizado en medicina para el tratamiento de enfermedades como reumatismo, soriasis y como inmunomodulador entre las más importantes. Se planteó este trabajo primero a este nivel en este grupo de especies, constituyéndose como un trabajo pionero.

Para enfrentar este problema deben plantearse opciones de manejo y propiciar su siembra visualizándola como un producto no maderable del bosque que puede dar ingresos a los pobladores de la región. Pero para esto es necesario en una primera fase hacer los estudios básicos que proporcionen los criterios necesarios para su manejo.

Por lo tanto esta no es una investigación puntual, sino a largo plazo y en este caso se trabajó un primer año que ayudó a iniciar un trabajo necesario para las especies importantes.

Sin embargo, debe reconocerse que hoy quizá hay más dudas que respuestas, pero esto es el proceso lógico de la investigación. Se ha avanzado en el entendimiento del desarrollo de las poblaciones en condiciones naturales y sobre su manejo, pero adelante queda seguir estudiando su manejo.

En este proyecto se estudió a través de ocho meses el desarrollo natural de siete localidades distribuidas a lo largo del área de estudio, donde se observó que el crecimiento de las frondas y su normal desarrollo están influenciados por la precipitación especialmente por el comportamiento anual.

Por otra parte se llevaron a cabo ensayos de manejo de poblaciones que por el período de estudio aun no se puede concluir sobre los mismos pero deja claro que es posible darle manejo *ex situ* a poblaciones y obtener rendimientos aceptables.



## 2. Antecedentes

En el género *Polypodium* hay varias especies denominadas "Calahuala" que son utilizadas con fines medicinales, dentro de estas las principales son *P. aureum* L. (sinonimia *P. leucatomos* H&B), *P. dissimile* L., y *P. decumanum* Willd. (Cáceres, 1996).

La parte aprovechada son los rizomas que en infusión, decocción y tópica se usan popularmente para el tratamiento de varias afecciones (Cáceres *et al.* 1990; Gupta, 1995; Cáceres 1996). Pero actualmente sus usos más importantes e interesantes desde el punto de vista comercial son como antirreumático, para combatir el vitiligo y soriasis y como inmunomodulador (Rayward *et al.*, 1993).

Crece en bosques húmedos cálidos a templados como epífitas o en el suelo sobre algunos sustratos orgánicos. En Guatemala se reportan en Chimaltenango, Jalapa, Guatemala e Izabal, aunque las especies que se trabajaron en el presente estudio solo crecen por arriba de los 1600 msnm.

Por las condiciones especiales que necesita para crecer y que es el rizoma el utilizado en medicina, se ha provocado una gran erosión genética en las poblaciones naturales.

Aunque no se tienen datos precisos, igual como sucede con la mayoría de plantas medicinales, pero por el interés creciente por estas plantas, se puede prever que los volúmenes que se utilizarán serán mayores y si no se hace un uso racional del germoplasma existente, estará en serio peligro de extinción o desaparecerá.

De acuerdo con la información existente y de estudios de campo realizados, en el país no se cultiva sino únicamente es extraída de los bosques.

Precisamente por todo esto, y porque las calahualas son especies nativas, se han escogido como uno de los grupos de interés para investigación en especial por su asociación con el bosque que proponen un reto para hacer un uso racional y conservar las poblaciones naturales.

Se seleccionó como área de estudio la porción del Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, ubicado entre los departamentos de Guatemala y Jalapa, que comprende los siguientes municipios: Palencia y San José Pínula en Guatemala y Mataquescuintla y San Pedro Alzazate en Jalapa, en altitudes comprendidas entre 1,700 a 2,500 msnm. En esta región se reporta que hay un extractivismo de estas plantas y por lo tanto es una región de interés para este tipo de estudio.

### 3. Justificación

Las poblaciones naturales de calahuala deben ser estudiadas *in situ* para comprender las condiciones en las cuales las especies se desarrollan adecuadamente, esto ayudará a proponer planes de manejo que faciliten su reproducción y por ende su producción para el mercado nacional e internacional en las cantidades y calidades requeridas.

Por otra parte se carece de información sobre la variabilidad en la actividad biológica que tienen las partes útiles en medicina, esta información sería útil para decidir, el o los lugares y las épocas más adecuadas para su producción, todo esto ayudará al aprovechamiento sostenible de estas plantas.

La caracterización de poblaciones contribuirá para elucidar los problemas taxonómicos que se tienen en estos grupos de especies.

Para iniciar un plan de domesticación de cualquier especie se debe partir del conocimiento de su ambiente para hacer su producción sostenible. Por medio de los estudios autoecológicos se logra hacer un análisis detenido de las condiciones específicas en las cuales se desarrolla una especie lo cual se debe tomar en cuenta al momento de someterla a cultivo y/o manejo.

Debe considerarse que una de las mejores formas de conservar la variabilidad vegetal de los bosques es proponiendo opciones de manejo y aprovechamiento de las especies de interés, esto por un lado permitirá que las poblaciones existentes sigan evolucionando naturalmente y a la vez permitirá que los agricultores obtengan un ingreso talvez superior al simple extractivismo.

### 4. Revisión de literatura

#### 4.1 Taxonomía

La taxonomía de los helechos es bastante compleja pues por tratarse de plantas sin semillas de la división Pteridofita y la clase Polypodiopsida, su ciclo de vida es complejo y existe alto porcentaje de poliploidia. Los helechos motivo de este estudio pertenecen a la familia Polypodiaceae. De acuerdo con el tratamiento realizado por Stolze, R. (1981) para los helechos de Guatemala, los de interés conocidos como calahualas se clasifican en el género *Polypodium* y el subgénero *Phlebodium*.

Pero en el tratamiento de la Flora Mesoamericana (Morán, 1995) se apunta que *Phlebodium* debe reconocerse como un género aparte de *Polypodium*, la diferencia básica entre estos dos géneros es que las plantas pertenecientes a *Phlebodium* tienen nervaduras areoladas con los soros dispuestos en la unión de 2 nervaduras incluidas y las de *Polypodium* generalmente tienen nervaduras libres

y a veces aréoladas los soros dispuestos en el ápice de una sola nervadura incluida.

En este documento se proporciona la siguiente descripción botánica para el género *Phlebodium*:

#### Descripción botánica del género *Phlebodium*

Plantas epífitas, rupícolas o terrestres; rizoma rastrero, generalmente farinoso, escamoso, la farina blanca, las escamas concoloras, generalmente anaranjadas, no clatradas, denticuladas; hojas monomorfas, pinnatisectas, a menudo glaucas en el envés, articuladas al rizoma; pinnas escamosas o glabras en el envés, los márgenes engrosados y cartilaginosos, enteros o casi enteros; nervaduras areoladas, las aréolas con o sin nérvulos incluidos; soros redondeados, sin parafisos, dispuestos en el ápice fusionado de 2 nérvulos incluidos, en 1-7 series entre la costa y el margen; esporas hialinas;  $x = 37$ . 4 especies. Distribución en Sureste de Estados Unidos, México, Mesoamérica, Sudamérica y la Antillas. (Morán, 1995).

#### Descripción botánica del género *Polypodium*

Plantas epífitas, rupícolas o raramente terrestres; rizoma largamente rastrero o o rara vez cortamente rastrero, generalmente ramificado, a menudo pruinoso, escamoso, sin raíces proliferas; escamas del rizoma clatradas o no clatradas, peltadas o pseudopeltadas; hojas estériles y fértiles monomorfas o raramente dimorfas; pecíolo articulado o con un filopodio corto, desprendiéndose en la madurez, sulcado adaxialmente; lámina pinnatisecta a 1-pinnada, raramente más dividida, glabra, pelosa o escamosa; raquis sulcado adaxialmente, glabro o pelos; nervaduras libres o areoladas; las aréolas en 1-10 hileras entre la costa y el margen, conteniendo un solo nérvulo excurrente; soros redondeados u ocasionalmente elípticos, dispuestos en los ápices de las nervaduras; cápsulas esporangiales glabras o setulosas; esporas amarillas (al menos cuando frescas), reniformes;  $x = 37$ . Aproximadamente 120 especies. Distribución Canadá, Estados Unidos, México, Mesoamérica, Sudamérica, regiones templadas de Europa, Asia y África.

Las plantas encontradas en el presente estudio corresponden principalmente a *Phlebodium pseudoaureum* y *Polypodium lowei*.

Al final de este estudio se ha decidido reconocer el ente taxonómico estudiado inicialmente bajo el nombre de *Polypodium aureum*, como *Phlebodium pseudoaureum* por la evidencia presentada en la Flora Mesoamericana y que se explicará en los resultados.

## Descripción botánica de *Phlebodium pseudoaureum* (Cav.) Lellinger

### Sinonimia

*Polypodium pseudoaureum* Cav.

*Goniophlebium areolatum* (Humb. et Bonpl. Ex Willd.) C. Presl.

*Phlebodium aureum* auct., en part (L.) J. Sm.

*Polypodium areolatum* Humb. et Bonpl. ex Willd.

*Polypodium areolatum* var. *loreum* J. Bommer

*Polypodium aureum* auct., en parte L.

Plantas epífitas, ocasionalmente rupícolas o terrestres; rizoma 0.7-1.5 cm de ancho, las escamas 5-8 mm, subenteras a moderadamente denticuladas; lámina glabra en el envés; pinnas 10-33 x 1-3 cm, el ápice atenuado, agudo o acuminado. Crece en selvas húmedas, bosques de pino-liquidambar-encino, bosques de neblina, cafetales. (500-) 1000-2300 (-2600) msnm. Florida, México, Mesoamérica, Colombia, Venezuela, Guayana, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Paraguay, Argentina, Antillas.) (Morán, 1995).

En Mesoamérica, *Phlebodium pseudoaureum* previamente ha sido llamada *P. aureum*, especie sólo conocida de Florida, Sudamérica, la Bahamas, Puerto Rico y las Antillas Menores. *P. decumanum* y *P. pseudoaureum*, ambas diploides, han hibridizado dando origen a *P. aureum*, una tetraploide.

La evidencia morfológica que sustenta este parentesco es que *P. aureum* tiene un número intermedio de series de soros (2-3) entre el de *P. pseudoaureum* (1) y el de *P. decumanum* (3-7). También se señala que *P. decumanum* y *P. pseudoaureum* (tratada como *P. aureum*) se entrecruzan en Honduras produciendo un híbrido (posiblemente *P. dictyocallis*) con 74 cromosomas no apareados, 37 de los cuales son grandes y 37 pequeños.

## Descripción botánica de *Polypodium lowei* C. Chr.

### Sinonimias

*Polypodium pleurosorum* Kunze ex Mett.

*Goniophlebium inaequale* (T. Moore) J. Sm.

*Phlebodium inaequale* (T. Moore) Lowe

Plantas epífitas; rizoma 5-15 mm de ancho, pruinoso, las escamas 3-8 x 1-3, lanceoladas, pálidas a anaranjado-pardusco oscuro, glabras; pecíolo  $\frac{1}{2}$  del largo de la lámina a tan largo como ella, glabro, pajizo, sin alas; lámina 30-80 x 20-50 cm, 1 pinnada en toda su extensión, deltada a oblonga, glabra entre las nervaduras en ambas superficies, el ápice un segmento terminal similar en forma a las pinas laterales; pinnas (2-) 4-12 pares, 10-28 (-35) x 2-4 (-5) cm, anchamente redondeadas o angostadas basalmente, subopuestas basalmente alternas distalmente, sésiles pero no adnatas, enteras, sin cilios; raquis y costas glabros en

ambas superficies, pajizos; nervaduras arreoladas, con 3-4 aréolas entre la costa y el margen; soros redondeados, densamente agrupados hacia las costas, en 1 hilera entre la costa y el margen, realizados adaxialmente; esporangios glabros. Se encuentra en selvas perennifolias, bosques de neblina, bosques de *Pinus*. Distribuida en sur de México y Mesoamérica.

Otras especies reconocidas como calahuala y utilizadas en medicina

Aparte de *Phlebodium aureum*, *P. pseudoaureum* y *Polypodium dissimile* ya mencionadas también se utilizan otras especies de igual manera. Por ejemplo *P. leucatomos* se ha reportado que en Honduras es manejada y exportada como extracto, aunque algunas veces se le considera como sinonimia de *P. aureum* de acuerdo con Moran (1996) son diferentes taxonómicamente. También *Polypodium trisereale* y *P. decumanum* son utilizadas popularmente.

#### **4.2 Ciclo de vida de los helechos**

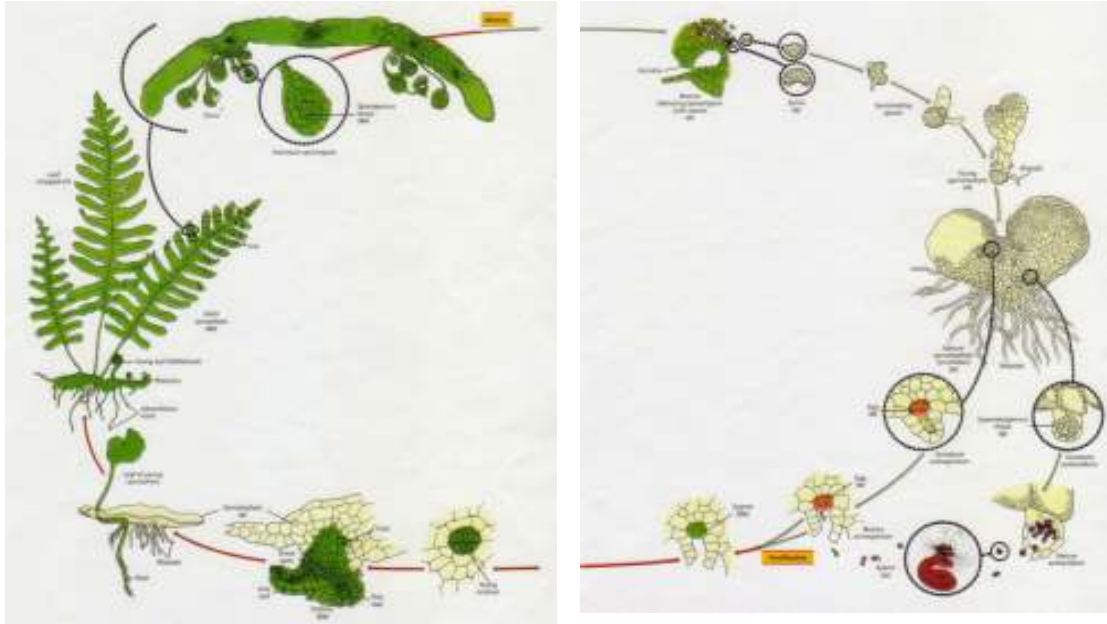
Las esporas de los helechos se producen en la cara inferior de las hojas o frondas en grupos pequeños receptáculos de color pardo cuando están maduros. Cada espora que se produce ahí es haploide producida por meiosis a partir de células de la espora madre. La planta esporofítica puede vivir años y producir en cada uno varias cosechas de esporas.

Las esporas se liberan al momento adecuado, caen al terreno y dan lugar a gametofitos aplanados, verdes, en forma de corazón, de 5 a 6 mm de diámetro. El gametofito llamado protalo crece en lugares húmedos y sombreados, en especial sobre madera en descomposición o sobre la tierra y rocas húmedas. De cada gametofito se originan varios rizoides que penetran en el medio de germinación y absorben agua y sales. Los órganos sexuales masculinos y femeninos (anteridios y arquegonios) aparecen en la cara inferior del gametofito.

Cada arquegonio, generalmente cerca del surco de la planta en forma de corazón, contiene un solo huevo. El anteridio, en el otro extremo del gametofito, emite varios anterozoides flagelados. Estos adoptan la forma de una corta espiral y tienen muchos flagelos en el extremo anterior más delgado. Después de la lluvia, estas células quedan liberadas y, atraídas por una sustancia química liberada por el arquegonio, nadan en el agua sobre la superficie inferior del gametofito hasta alcanzar el huevo.

Los anteridios suelen desarrollarse y liberar sus anterozoides antes que las arquegonias de dicha planta gametofito hayan madurado. El anterozoide de una planta suele fertilizar el huevo de la otra planta, y del cigoto resultante se desarrolla un nuevo esporofito. El huevo fertilizado empieza el desarrollo dentro del arquegonio, produciendo un embrión de esporofito. Inicialmente el esporofito se desarrolla como parásito sobre el gametofito, pero pronto crecen sus propias

raíces, tallo y hojas, y pasa a ser un esporofito independiente, completando el ciclo.



Tomado de Raven, et al. 1999.

**Figura 1. Ciclo de vida de un helecho del género *Polypodium*.**

### 4.3 Farmacología

Del extracto acuoso del rizoma de *P. leucatomos* se obtiene una saponina llamada anapsos, que está compuesta por un cetosteroide y una desoxihexosa, que es utilizado para el tratamiento de dermatitis atópica, soriasis y vitíligo, también se le atribuye propiedades para la cura de la enfermedad de Alzheimer y artritis reumatoide (Rayward *et al.*, 1993).

Se ha demostrado actividad biológica que favorece la regeneración de tejidos afectados por las enfermedades mencionadas por medio de la capacidad de incrementar el número de linfocitos DC8 (citotóxicos/supresores).

### 4.4 Química de calahuala

Los estudios aun son incompletos. El rizoma de *P. aureum* contiene azúcar, aceite esencial, mucílago, almidón, nitrato de potasio y colorante rojo; además contiene calagualina, polipodina, aceites grasos y taninos, así como esteroides (ecdisterona y dos ecdisonas como la polipodaureina) (Cáceres, 1996).

De *P. leucatomos* ya se obtiene un producto farmacéutico elaborado en España con materia prima proveniente de Honduras de la empresa Extractos Vegetales de Centroamérica (Rayward *et al.* 1993), de donde para 1992 se estaban cultivando bajo sarán (tela especial para producir cierto porcentaje de sombra), seis hectáreas con capacidad para producir 500 kg de extracto purificado por mes (Caballer y Girón, 1992).

#### **4.5 Estado de manejo**

Los rizomas se obtienen por recolección en los bosques de poblaciones silvestres, siendo el material muy variable en sus características botánicas. En Honduras se cultiva comercialmente en desechos de palma en condiciones bajo sarán.

En Guatemala, los lugares de mayor extracción están en Mataquescuintla y la montaña de Jalapa: Para 1996 se tiene información que se exportaron 18 toneladas de rizoma a Europa (Girón y Cáceres, 1996), de las cuales no se tiene información si son o no cultivadas.

#### **4.6 Otros estudios**

En la Facultad de Agronomía se realizó como trabajo de tesis de grado un estudio de las comunidades vegetales del complejo calahuala (*Polypodium* sp.) de uso medicinal en la cuenca del río las Escobas, Santo Tomas de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.

Aunque aun está en proceso, se puede indicar que se encontró que una de las especies que se utiliza como calahuala es *P. triseriale* que no ha sido estudiada profundamente como medicinal.

Esta especie en el cerro San Gil crece en altitudes de 600 a 900 msnm. También se ha encontrado que las poblaciones son muy escasas y que se pueden considerar con alto riesgo de extinción.

### **5. Objetivos**

#### **General**

Obtener información sobre las características bióticas y a abióticas bajo las cuales se desarrollan las poblaciones de calahuala y de sus características morfológicas, fenológicas y de dinámica de población en la porción de Bosque húmedo Montano bajo Subtropical de Guatemala-Jalapa .

Específicos

Caracterizar morfológica y fenológicamente las poblaciones naturales de calahuala.

Realizar estudios preliminares de manejo que conduzcan al aprovechamiento de estas especies.

Medir la variabilidad de la actividad biológica de diferentes materiales calahuala.

Proponer un plan de manejo de poblaciones naturales que pueda ser probado en trabajos posteriores.

## **6. Metodología**

### **6.1 Caracterización morfológica y fenológica**

En el mes de febrero de 2001 se realizó un recorrido en el área de estudio, para hacer un reconocimiento de la zona y con la ayuda de los habitantes locales se trato de localizar lugares específicos donde se desarrollan naturalmente las plantas de calahuala.

### **6.2 Selección de parcelas de muestreo**

Por ser especies con una distribución muy desuniforme se realizó una selección de las parcelas a partir de un muestreo preferencial, que consistió que con base en la información de personas del lugar, que estuvieran dispuestas a colaborar dejando ingresar a su propiedad durante el período de estudio, se escogieron siete parcelas a lo largo del área de estudio, procurando que estuvieran dentro del rango altitudinal de crecimiento natural de las especies.

Cada parcela se delimitó de acuerdo a las condiciones del lugar y se estuvo tomando la siguiente información: especies vegetales acompañantes principalmente árboles sobre los que crece las calahualas, muestreo de suelos y la información de caracterización morfológica y fenológica de las plantas de calahuala.

### **6.3 Levantamiento florístico**

Se hizo un levantamiento de la vegetación acompañante principalmente árboles, que consistió en tomar muestras de herbario de cada una de las especies presentes en la parcela, estas se llevaron al herbario de la Facultad de Agronomía para su determinación botánica.



También se tomaron muestra de herbario de las plantas de calahuala para su determinación botánica, con base en las claves existentes en la Flora de Guatemala y Flora Mesoamericana.

#### **6.4 Muestreo de sustrato para análisis en el laboratorio de suelos**

En cada parcela se tomaron muestras de sustrato pues crecen en su mayoría en forma epífita.

Fueron enviadas al laboratorio se suelos de la Facultad de Agronomía donde se realizo un análisis caracterización.

#### **6.5 Información climática**

Se colocaron dos estaciones meteorológicas portátiles a partir del mes de agosto, una en la aldea Ciénega Grande, San José Pínula y la otra en la aldea Samororo, Jalapa donde se llevaron registros de precipitación, humedad, temperatura máxima, mínima y promedio.

Esta información al final no es utilizada en el presente informe pues solo se presentan datos de tres meses.

Para obtener una información climática se consulto donde podrían haber estaciones meteorológicas que tuvieran al menos cinco años de estar registrando información. Sin embargo, desafortunadamente, algunas estaciones existentes han dejado de funcionar, por lo que únicamente se pudo obtener información de la estación ubicada en la zona 13 de la ciudad.

#### **6.6 Caracterización**

En cada parcela se tomaron datos de las plantas de calahuala cada quince días tomando como base el siguiente el descriptor que se presenta en el Apéndice 1.

A todas las variables se les estimo los estadísticos de rutina como son rango, media, desviación estándar y coeficiente de variación.

Con las variables cuantitativas se hizo un análisis multivariable por medio del paquete estadístico MT-SYSTAT con el fin de encontrar el grado de similitud entre las muestras caracterizadas.

Con las variables fenológicas se elaboró un cuadro a manera de calendario que representa el comportamiento anual.

## **6.7 Estudios preliminares de manejo**

En la aldea Monte Redondo con la colaboración de la empresa Deshidrafarm, se monto un estudio sobre sustratos de crecimiento del rizoma aprovechando la infraestructura establecida, consistente en una sombra de sarán que cubre aproximadamente 5000 m<sup>2</sup>.

Desafortunadamente a partir de agosto ya no se contó con la colaboración de esta empresa, pero paralelamente se estableció un vivero con sombra de sarán del proyecto en la aldea Ciénega Grande, donde se monto nuevamente el experimento.

Entre otras actividades, se investigo acerca de la manera de hacer una propagación por medio de esporas y tiempo de brotación de los rizomas.

## **6.8 Actividad biológica**

Los rizomas de cada parcela de estudio *in situ*, fueron cosechados a principios de noviembre. Se le hará un análisis de laboratorio para identificar algunos de sus componentes y con esto hacer comparaciones de su variabilidad química. Las muestras aun están en fase de laboratorio y la información obtenida se anexará la presente informe cuando este disponible.

## **6.9 Plan de manejo de poblaciones naturales**

Con toda la información obtenida en los pasos anteriores se propone un plan de manejo, que puede servir para darle planificar el aprovechamiento sostenible de estas especies por parte de los agricultores.

# **7. Resultados y Discusión**

## **7.1 Área de estudio**

El área de 1700 a 2400 msnm comprendida entre San José Pínula y Mataquescuintla que correspondería al nicho fundamental, es decir, el área donde teóricamente se podría encontrar calahuala en condiciones naturales es 277.08 km<sup>2</sup>. Sin embargo en la realidad se puede observar un gran deterioro de los bosques y por lo tanto esto influye sobre la distribución de las calahualas.

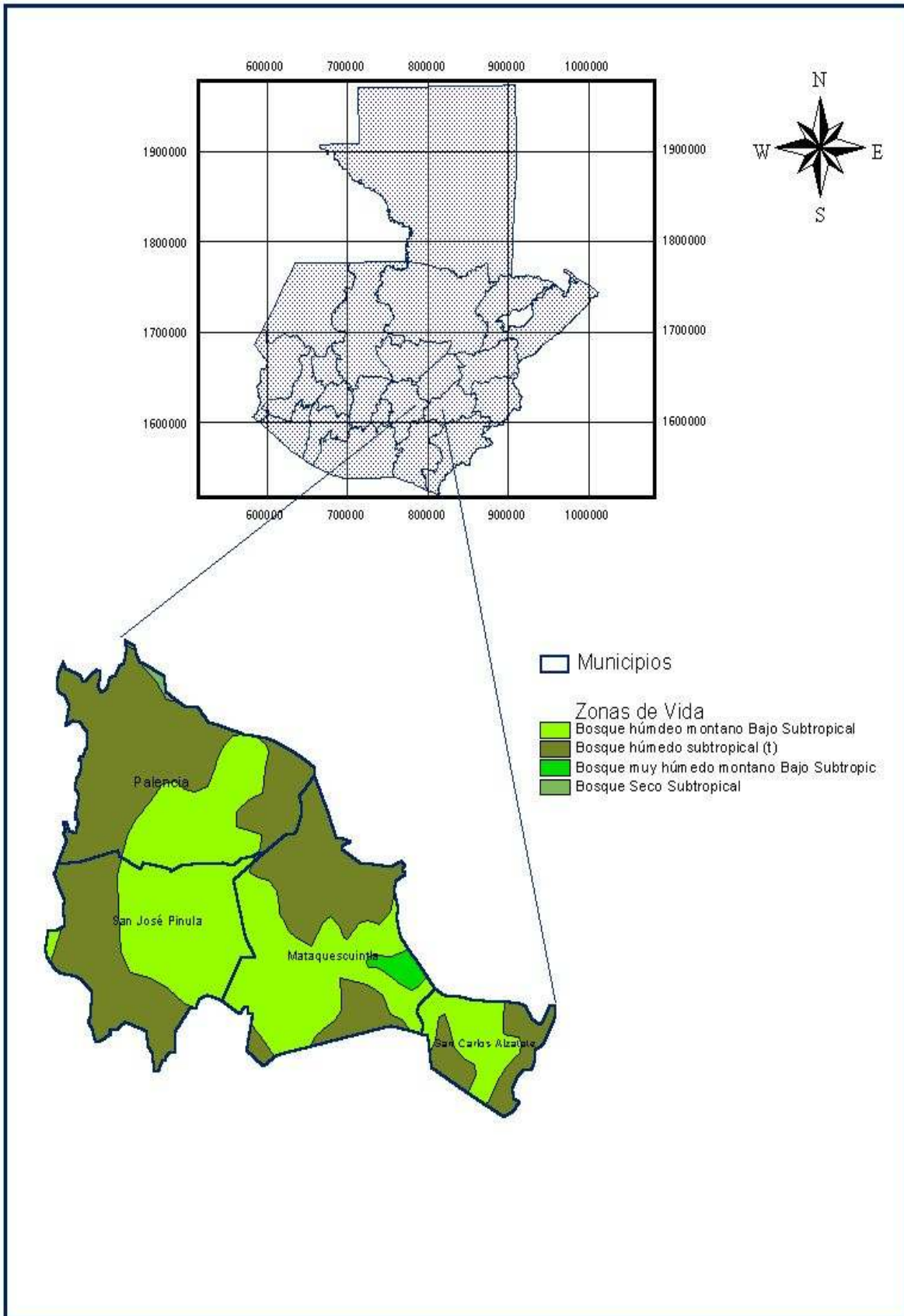
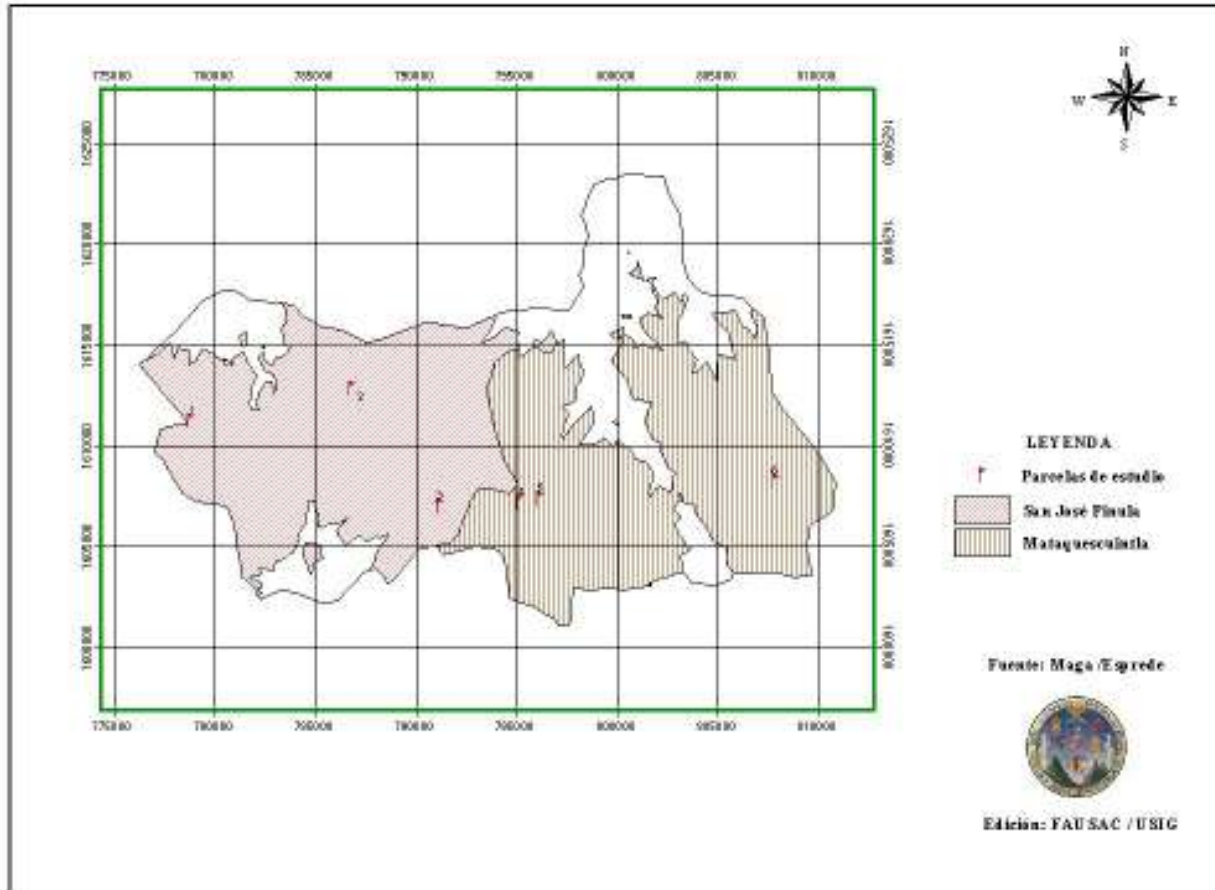


Figura 2. Área de estudio del proyecto de Estudio de caracterización *in situ* manejo de poblaciones del complejo calahuala (Poypodiaceae).



**Figura 3. Mapa que presenta el área de estudio y los lugares donde se establecieron parcelas de caracterización *in situ* de calahuala (Polypodiaceae).**

Aunque en el la región de estudio se puede observar áreas con bosques puros de pino o de ciprés, los mismos son relativamente recientes, lo cual no proporciona el ambiente propicio para el desarrollo de estas especies.

En la Figura 2 se presenta la ubicación geográfica de la región que se escogió para la presente investigación. Dentro de esta el área de estudio esta comprendida en las zonas de vida Bosque húmedo montano bajo Subtropical y Bosque muy húmedo montano bajo Subtropical.

En la Figura 3 se presenta la región de San José Pínula y Mataquescuintla, los colores que presenta está figura representan las áreas altitudinales donde teóricamente es posible encontrar las especies de calahuala. En este mapa se indican los puntos donde se ubicaron las parcelas de caracterización *in situ*.

**Cuadro 1. Resumen de principales datos de las parcelas de caracterización *in situ* de calahuala, 2001.**

<b>Localidad</b>	<b>Altitud msnm</b>	<b>% Pendiente</b>	<b>Vegetación</b>	<b>Especie Calahuala</b>
Ciénega Grande 1	1940	30	Ciprés	<i>P. aureum</i>
Ciénega Grande 2	2000	30	Pino	<i>P. aureum</i>
Las Nubes	2040-2180	40	Latifoliadas	<i>P. aureum</i> y <i>P. lowei</i>
El Zapote	2050	40	Latifoliadas	<i>P. aureum</i>
Samororo	1960-2160	60	Latifoliadas	<i>P. aureum</i>
La Sierra	2100	60	Latifoliadas	<i>P. lowei</i>
Soledad Grande	2570	60	Pino y Lat.	<i>P. aureum</i>

## 7.2 Localidades de caracterización *in situ* de calahuala

### 1. Aldea Ciénega Grande, San José Pínula

#### 1.1 Ubicación

En esta aldea se ubicaron dos parcelas, una en un bosque casi puro de ciprés y la otra en un bosque dominado por Pinos.

Están ubicadas en el terreno propiedad de la familia Andrade Castañeda. Coordenadas 90° 25'53'' log. Oeste y 14° 33'34.05'' lat. Norte.

##### 1.1.1 parcela de ciprés

Altitud 1960 msnm

A 300-400 m del camino que une la Aldea Ciénega Grande con la Aldea El Pajón, en un bosque de ciprés.

Orientación: De este a oeste.

Porcentaje de pendiente: 10 %

##### 1.1.2 Parcela en Pino

Altitud 1913 msnm

A 500 a 600 m del camino que une la Aldea Ciénega Grande con la Aldea El Pajón.

Bosque de *Pinus* sp. acompañado de manzanilla (*Crataegus pubescens*), lengua de vaca y otras especies.

Orientación: De este a oeste

Porcentaje de pendiente: 20 a 30 %.

## 2. Aldea El Zapote, San José Pínula, Guatemala.

Altitud 2060 msnm.

La parcela se ubico en la Finca El Milagro, propiedad del señor Arnoldo Padilla, aproximadamente a 400 del camino, en un bosque mixto. Coordenadas 90° 17'53.3'' log. Oeste y 14° 31'14.59'' lat. Norte.

La calahuala se encuentra sobre árboles de palo de corcho (*Leucothoe mexicana*), otra vegetación dominante son *Pinus* sp. *Quercus* sp. y *Ostrya* sp.

Orientación de la pendiente: De este a oeste

Porcentaje de pendiente: Mayor del 75%.

## 3. Aldea Las Nubes, San José Pínula, Guatemala.

Altitud 2,241 y 2,278 msnm.

Se ubicaron tres sub parcelas en la Hacienda Las Nubes, propiedad del señor Juan Solís. La primera a la orilla de un riachuelo sobre un árbol de *Rhamnus capraefolia*, cerca del camino y a unos 300 m de la casa patronal. La segunda a unos 50 m de la casa patronal a la orilla del un potrero sobre un árbol de *Cupressus lusitanica*. La tercera a unos 200-300 m del riachuelo Los Cangrejitos, sobre un árbol de *Prunus barbata* a unos 40 m del camino principal de la finca. Coordenadas 90° 20'16.67'' long. Oeste y 14° 34'25.95'' lat. Norte.

Orientación: De sur a norte.

Pendiente: 10-12 % y 20 %.

## 4. Aldea Samororo, Mataquescuintla, Jalapa

Atitudes: 2,260, 2040 y 1960 msnm.

La parcela se ubico en el parteaguas de un cerro, propiedad del señor José Juárez a unos 900 m del potrero principal y como a 1 km del camino principal, a la orilla de un bosque de latifoliadas, sobre un árbol caído de encino. Otra de las subparcelas estuvo antes del potrero principal a 0.75 km del camino principal, sobre un árbol viejo no determinado y una tercera subparcela se encuentra en un bosque de pino y ciprés a 300-400 m del camino principal. Coordenadas 90° 15'41.67'' log. Oeste y 14° 31'17.84'' lat. Norte.

En la primer parcela la calahuala se encuentra sobre una árbol de *Quercus* viejo tumbado, la segunda sobre un árbol viejo que no tiene ramas ni hojas por lo que no se pudo tomar muestra de herbario; y la que se encuentra cerca del camino está sobre un árbol de *Pinus* sp. Otras especies *Ostrya* sp., *Psidium* sp. (coyolito), ciprés, hoja de queso, lengua de vaca.

Orientación: De este a oeste

Porcentaje de pendiente: 4-6%, 6-8% y 20-20% respectivamente.

## 5) San José La Sierra, Mataquescuintla, Jalapa

Altitud: 2,130 msnm.

La parcela se encuentra en un terreno de 50 manzanas, propiedad del señor Macario González, a unos 400 m del camino de terracería que comunica a la aldea San José La Sierra con el caserío El Aguacate. Sus coordenadas aproximadas son 90° 15'05'' log. Oeste y 14° 31'24'' lat. Norte.

La calahuala se encuentra sobre árboles de *Quercus sapotaefolia*., palo de corcho (*Leucothoe mexicana*) y *Pinus* sp. (pino colorado). Otras especies: Sigüil, palo de suso, guayabillo, palo de moco, barreto, palo de cacho, laurel y papelillo.

Orientación de la pendiente: De oeste a este

Porcentaje de pendiente: Mayor del 60%.

## 6. La Soledad Grande, Matequescuintla, Jalapa

Altitud 2540 msnm.

La parcela se ubico en la Finca El Carmen, cerro Santiago, propiedad del señor Carlos Cruz, está a la orilla del camino balastrado que conduce a la torre de TELGUA y al radar de COSESNA, a unos 20-25 m de la talanquera y del cerco que divide a esta propiedad de la del señor Román Meléndez. Coordenadas aproximadas 90° 08'35'' log. Oeste y 14° 31'48.65'' lat norte.

La calahuala de este sitio corresponde a *Polypodium lowei*, se encuentra sobre un árbol de *Pinus ayacahuite*, otras especies son *Quercus* sp. , *Abies guatemalensis*, café cimarrón, y otras no determinadas.

Orientación: De Norte a sur

Porcentaje de pendiente: 60%.

### **Cuadro 2. Especies sobre las cuales se encuentran creciendo las plantas de calahuala en las parcelas de caracterización *in situ*.**

<b>Localidad</b>	<b>Especie</b>
Ciénega Grande 1	<i>Cupressus lusitánica</i>
Ciénega Grande 2	<i>Pinus pseudostrobus</i>
El Zapote	<i>Leucothoe mexicana</i>
Las Nubes	<i>Rhamnus capraefolia</i> y <i>Prunus barbata</i>
Samororo	<i>Quercus sapotaefolia</i>
San José La Sierra	<i>Quercus sapotaefolia</i>
La Soledad Grande	<i>Pinus ayacahuite</i>

Como puede observarse en el Cuadro 2 las plantas de calahuala no tienen una preferencia exclusiva sobre determinadas especies del bosque para desarrollarse, más bien podría indicarse que son las condiciones ambientales y microambientales las que lo determinan.

Las condiciones ambientales son una alta humedad relativa y una temperatura templada y el microambiente dado por la cantidad de materia orgánica que se haya acumulado en los troncos que proporciona el ambiente propicio para el desarrollo de estas especies.

**Cuadro 3. Análisis de suelo de las localidades donde se establecieron parcelas de caracterización de calahuala.**

IDENT	ppm			Meq/100		ppm				%	%
	PH	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	M.O.	N
1	5.3	13.6	90	12.5	0.87	0.5	3.5	23.5	8	60.68	1.58
2	4.6	9.2	238	2.5	0.77	0.5	3.5	29	13	>60	0.97
3	4.4	9.33	188	4.68	1.23	0.5	6	14.5	18	65.66	0.95
4	3.9	7.4	98	3.74	1.03	1	5	18.5	13	58.74	2.04
5	4.3	24..25	108	4.06	0.67	1.5	3	20.5	11.5	53.09	2
6	4.4	24.05	65	2.50	0.31	0.5	2	20	13	65.73	1.85
7	4.80	10.6	88	6.55	0.56	0.5	4	15.5	15	60.03	1.79

1. Ciénega Grande, ciprés; 2. Ciénega Grande, pino; 3. El Zapote; 4. Las Nubes; 5. Samororo; 6. San José La Sierra; 7. La Soledad Grande.

El análisis de los sustratos sobre los que crece la calahuala presentan un pH relativamente ácido, esto explicable porque se trata de materia orgánica en descomposición, lo cual se puede notar la columna correspondiente que presenta porcentajes entre 53 a 66% de materia orgánica.

Con esto se espera que exista presencia de muchos ácidos producto de la propio proceso de descomposición. Esta característica debe tomarse en consideración al momento de plantear un plan de manejo bajo cultivo de estos helechos.

Con relación a los otros elementos, como no se tiene un parámetro de comparación para saber cuales son los niveles óptimos bajo los cuales se desarrollan mejor las calahualas, únicamente se puede indicar que aparentemente hay un buen contenido de todos ellos.



### 7.3 Especies de calahuala encontradas

Cuando se planteo el presente estudio se supuso que la especie más abundante del área de estudio era *Polypodium aureum*, sin embargo a través de la revisión de literatura, en especial de la Flora Mesoamericana, se lograron dejar claros varios aspectos taxonómicos en relación a los taxones estudiados.

En primer lugar ahora se tiene claro que debe distinguirse en entre el género *Polypodium* y *Phlebodium*. En primer lugar en el tratamiento de Stolze (1981) para los helechos de Guatemala, se coloca a *Phlebodium* como un subgénero de *Polypodium*, pero ya en el tratamiento de la flora Mesoamericana de 1994, se hace una separación y se indica que *Phlebodium* debe reconocerse como un género aparte.

Una de las características morfológicas distintivas es que en *Phlebodium* los soros se desarrollan al final de un par de venillas en tanto que los de *Polypodium* al final de una sola venilla. Por lo tanto en esta investigación se trabajo con ambos géneros.

En segundo lugar queda claro que la especie que se reconocía como *Phlebodium aureum*, en realidad no existe en Guatemala y que la que se ha confundido con esta es *Phlebodium pseudoaureum*. Esto es de suma importancia porque cuando se revisa el listado de las plantas protegidas por el convenio CITES, lo que aparece es esta última, lo que significa que legalmente esta especie se puede proteger para evitar su extracción ilegal.

Por lo tanto de acuerdo con la determinación botánica realizada a las muestras de herbario, las especies con las que se trabajo son: *Phlebodium pseudoaureum* que resulto ser la más abundante y *Polypodium lowei* encontrada en las localidades de Las Nubes y La Soledad Grande.

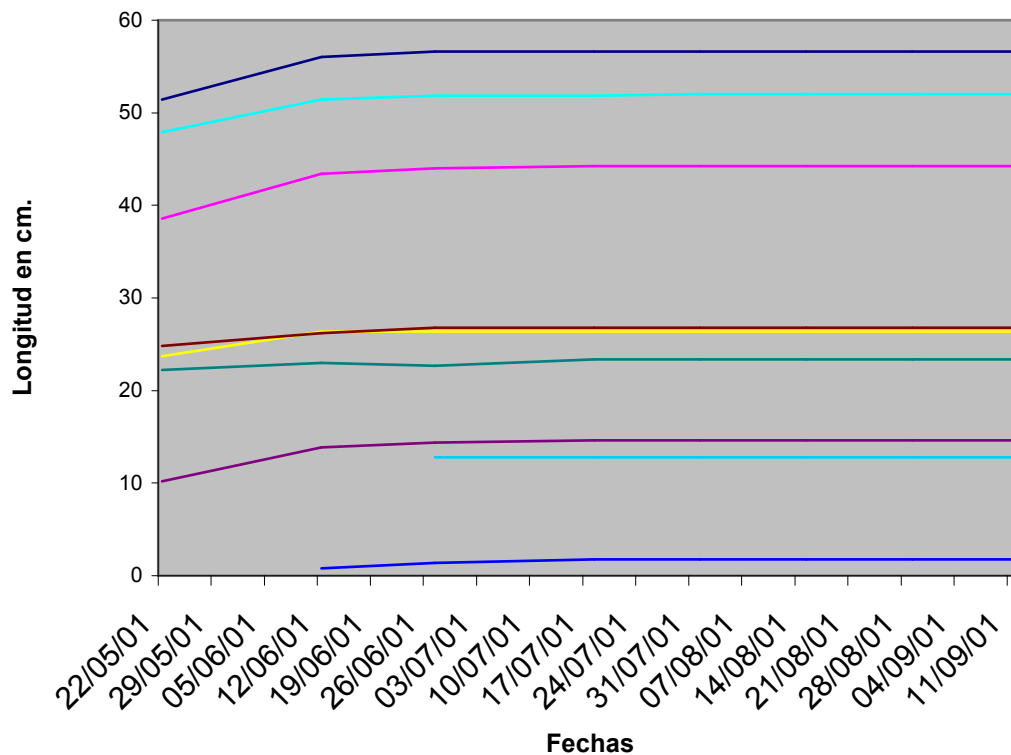


**Figura 4. Representación de la fronda calahuala: arriba *Polypodium lowei*, abajo *Phlebodium pseudoaureum*.**

#### 7.4 Desarrollo de frondas en condiciones naturales

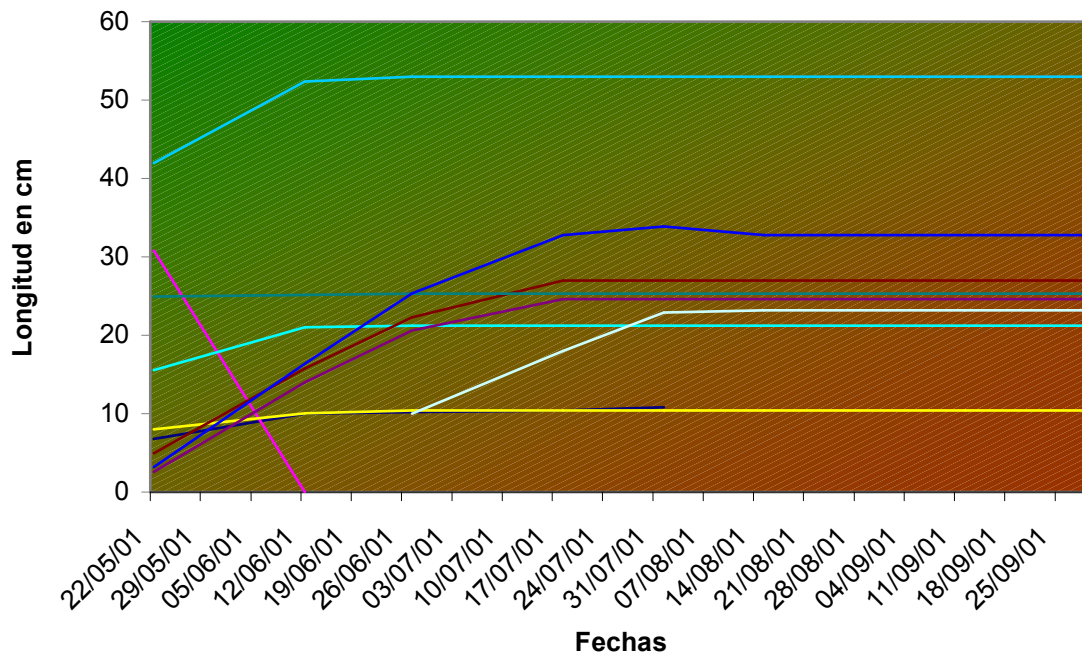
En las figuras de la 5 a la 16 Se presenta las curvas de crecimiento de las frondas de calahuala en las parcelas de caracterización in situ. En cada parcela se llevo el control quincenal del crecimiento de las frondas. Se pudo notar que el crecimiento de las frondas se ve bastante afectado por el ambiente, incluso se tiene la hipótesis de que el mismo manipuleo que se les dio para la toma de datos pudo haber influido en que el crecimiento de varias se estancara.

**Figura 5. Crecimiento de frondas. Localidad Ciénega Grande, Ciprés.**



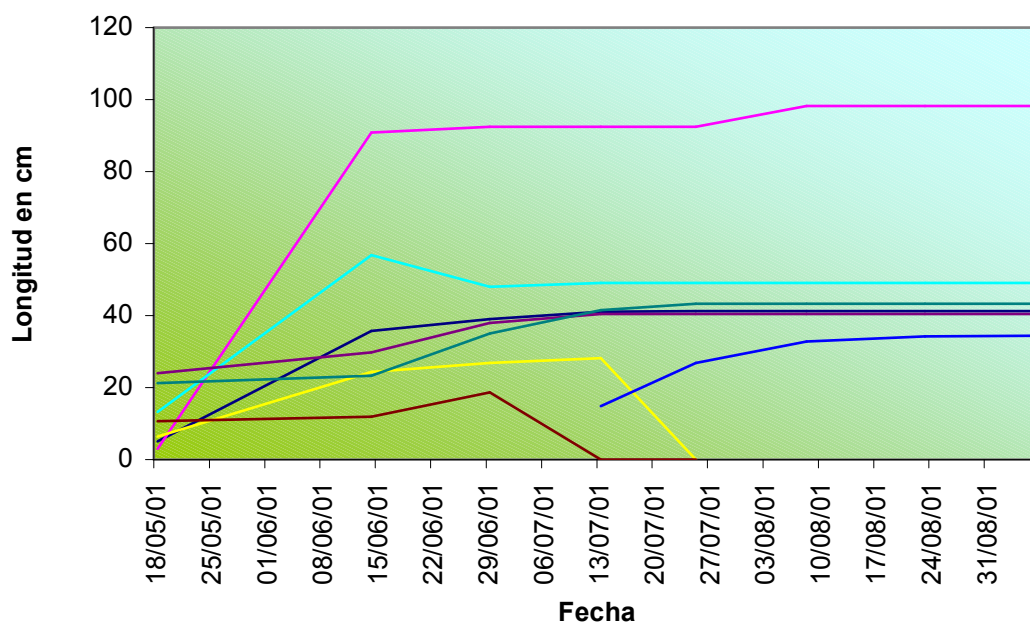
Fecha	N.de fronda								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
22/05/01	51.4	38.6	23.7	47.9	10.2	24.8	22.2		
12/06/01	56.0	43.4	26.4	51.4	13.9	26.2	23	0.8	
27/06/01	56.6	44	26.4	51.8	14.4	26.8	22.7	1.4	12.8
18/07/01	56.6	44.2	26.4	51.8	14.6	26.8	23.4	1.8	12.8
01/08/01	56.6	44.2	26.4	52	14.6	26.8	23.4	1.8	12.8
15/08/01	56.6	44.2	26.4	52	14.6	26.8	23.4	1.8	12.8
29/08/01	56.6	44.2	26.4	52	14.6	26.8	23.4	1.8	12.8
12/09/01	56.6	44.2	26.4	52	14.6	26.8	23.4	1.8	12.8

**Figura 6. Crecimiento de frondas. Localidad Ciénega Grande, pino.**



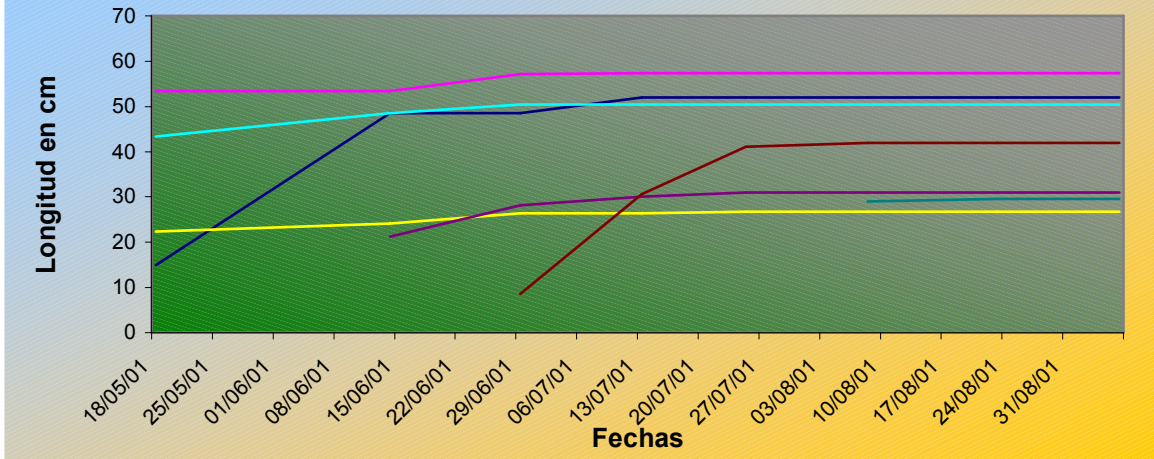
Fecha	Número de fronda de lectura									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22/05/01	6.8	30.8	8	15.6	2.6	5	25	3.2	42	
12/06/01	10	0	10.1	21	14	15.8	25.2	16.4	52.4	
27/06/01	10.2		10.4	21.2	20.6	22.3	25.3	25.4	53	10
18/07/01	10.4		10.4	21.2	24.6	27	25.3	32.8	53	18
01/08/01	10.8		10.4	21.2	24.6	27	25.3	33.9	53	22.9
15/08/01			10.4	21.2	24.6	27	25.3	32.8	53	23.2
29/09/01			10.4	21.2	24.6	27	25.3	32.8	53	23.2
12/09/01			10.4	21.2	24.6	27	25.3	32.8	53	23.2

**Figura 7. Crecimiento de frondas. El Zapote, colonia 1.**



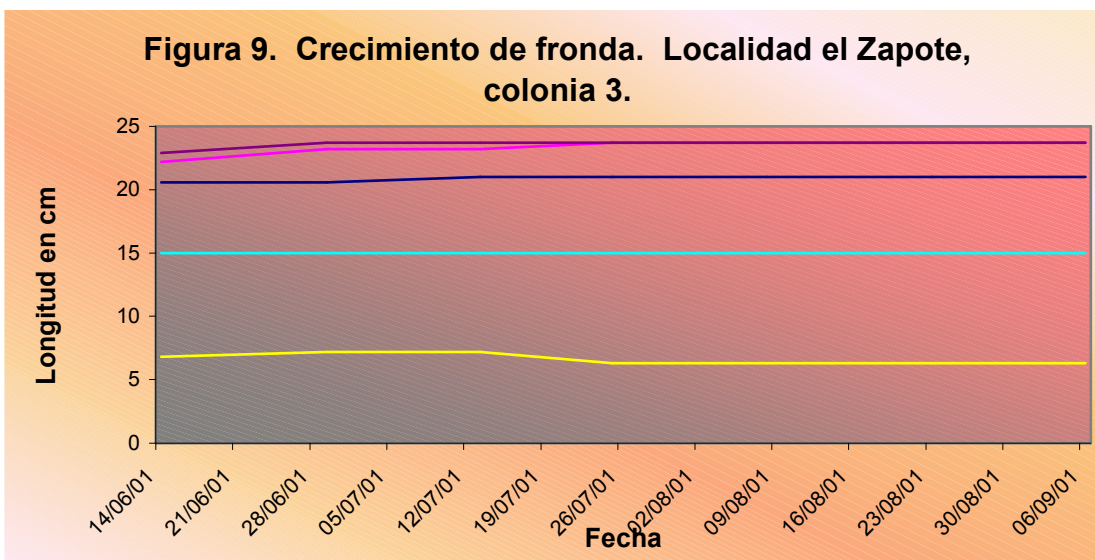
Fecha de lectura	Número de fronda de lectura							
	1	2	3	4	5	6	7	8
18/05/01	5	3	6.4	13.2	24	10.6	21.2	
14/06/01	35.7	90.8	24.3	56.8	29.8	11.8	23.3	
29/06/01	39	92.5	26.8	48	38	18.6	35	
13/07/01	41	92.5	28.1	49	40.4	-----	41.5	14.8
25/07/01	41.2	92.5	-----	49	40.4	-----	43.2	26.8
08/08/01	41.2	98.2		49	40.4		43.2	32.8
23/08/01	41.2	98.2		49	40.4		43.2	34.2
06/09/01	41.2	98.2		49	40.4		43.2	34.4

**Figura 8. Crecimiento de frondas. Localidad El Zapote, colonia 2**



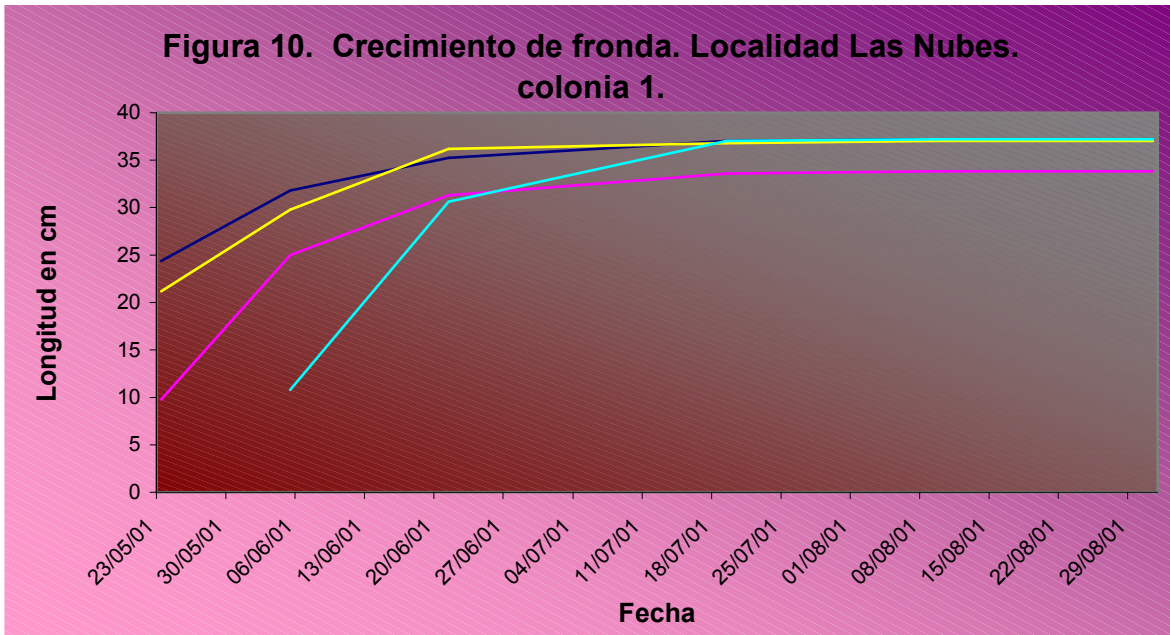
Fecha de lectura	Número de fronda de lectura						
	1	2	3	4	5	6	7
18/05/01	15	53.4	22.4	43.4			
14/06/01	48.6	53.4	24.2	48.6	21.2		
29/06/01	48.6	57.2	26.4	50.4	28.2	8.6	
13/07/01	52	57.4	26.4	50.4	30	30.6	
25/07/01	52	57.4	26.8	50.4	31	41.1	
08/08/01	52	57.4	26.8	50.4	31	42	29
23/08/01	52	57.4	26.8	50.4	31	42	29.6
06/09/01	52	57.4	26.8	50.4	31	42	29.6

**Figura 9. Crecimiento de fronda. Localidad el Zapote, colonia 3.**



Fecha de lectura	Número de fronda de lectura				
	1	2	3	4	5
14/06/01	20.6	22.2	6.8	15	22.9
29/06/01	20.6	23.2	7.2	15	23.7
13/07/01	21	23.2	7.2	15	23.7
25/07/01	21	23.7	6.3	15	23.7
08/08/01	21	23.7	6.3	15	23.7
23/08/01	21	23.7	6.3	15	23.7
06/09/01	21	23.7	6.3	15	23.7

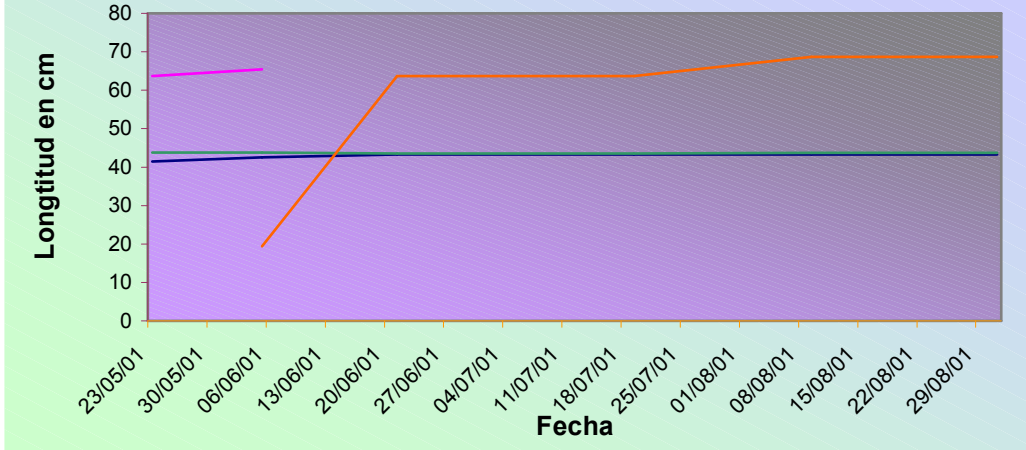
**Figura 10. Crecimiento de fronda. Localidad Las Nubes. colonia 1.**



Fecha	Número de fronda de lectura			
	1	2	3	4
23/05/01	24.4	9.8	21.2	
05/06/01	31.8	25	29.8	10.8
21/06/01	35.2	31.3	36.2	30.6
19/07/01	37	33.6	36.8	37
09/08/01	37.2	33.8	37	37.2
17/08/01	37.2	33.8	37	37.2
31/08/01	37.2	33.8	37	37.2

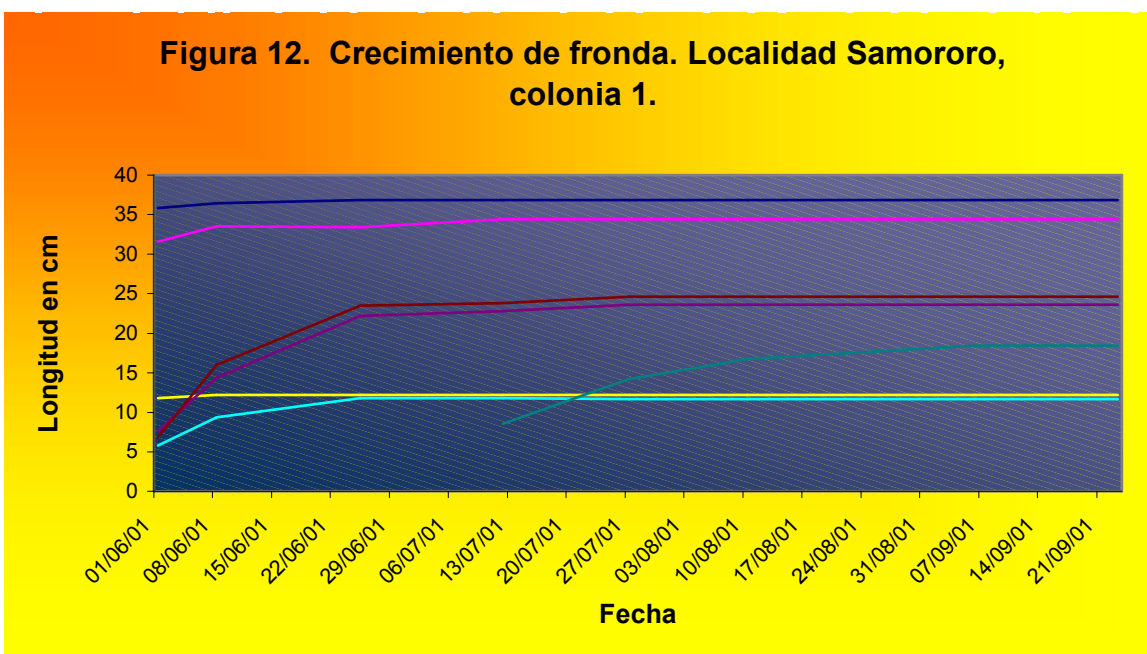


**Figura 11. Crecimiento de frondas, *P. lowei*.  
Localidad Las Nubes, colonia 2.**



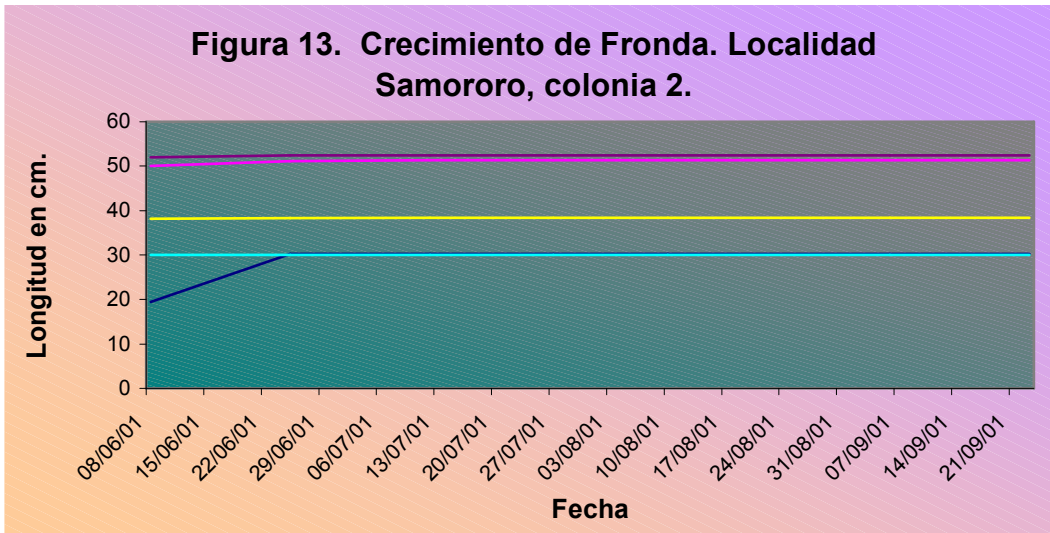
Fecha	Número de fronda de lectura			
	1	2	3	4
23/05/01	41.4	63.6	43.8	
05/06/01	42.5	65.4	43.8	19.4
21/06/01	43.2		43.6	63.6
19/07/01	43.2		43.6	63.6
09/08/01	43.2		43.7	68.6
17/08/01	43.2		43.7	68.6
31/08/01	43.2		43.7	68.6

**Figura 12. Crecimiento de fronda. Localidad Samororo, colonia 1.**



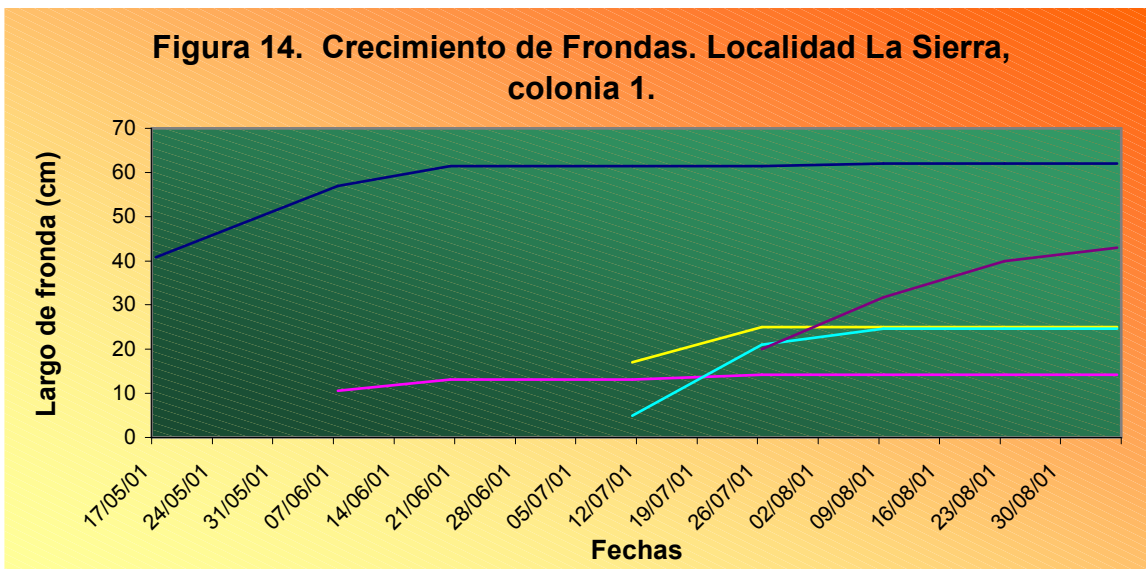
Fecha	Número de fronda de lectura								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
01/06/01	35.8	31.6	11.8	5.8	7.6	6.9			
08/06/01	36.4	33.5	12.2	9.4	14.4	16			
25/06/01	36.8	33.4	12.2	11.8	22.2	23.5			
12/07/01	36.8	34.4	12.2	11.8	22.8	23.8	8.6		
27/07/01	36.8	34.4	12.2	11.7	23.6	24.6	14.2		
10/08/01	36.8	34.4	12.2	11.7	23.6	24.6	16.7	22.6	24.8
23/09/01	36.8	34.4	12.2	11.7	23.6	24.6	18.4	25.2	28.7
06/09/01	36.8	34.4	12.2	11.7	23.6	24.6	18.4		

**Figura 13. Crecimiento de Fronda. Localidad Samororo, colonia 2.**



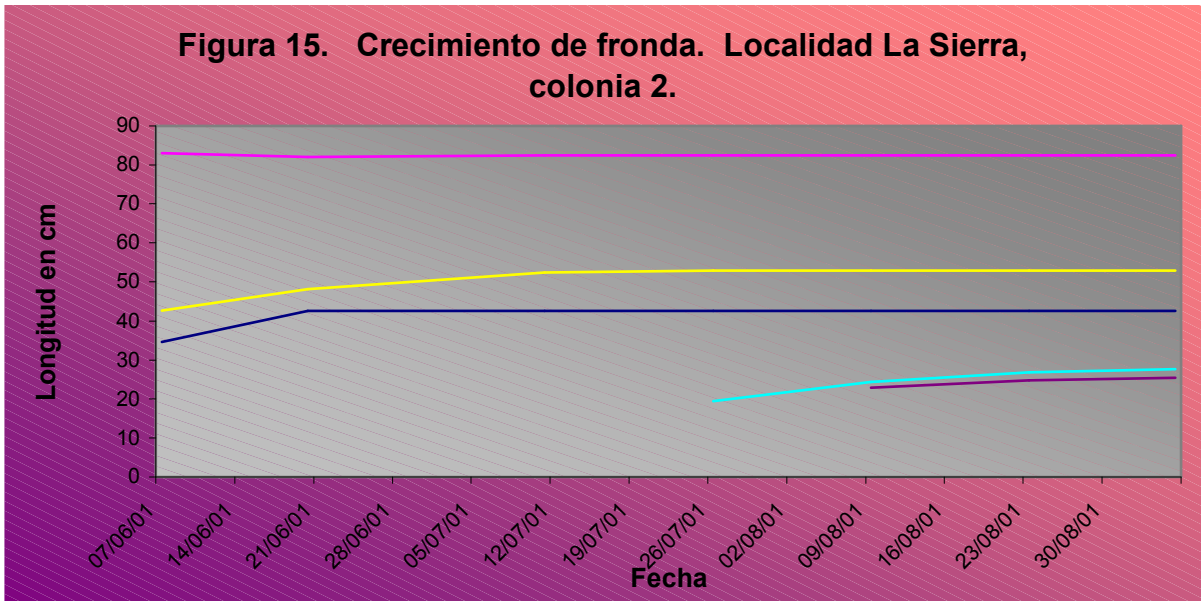
Fecha	Número de fronda de lectura				
	1	2	3	4	5
08/06/01	19.4	50	38.2	30	52
25/06/01	30.2	51.1	38.3	30	52.4
12/07/01	30.2	51.4	38.4	30	52.4
27/07/01	30.2	51.4	38.4	30	52.4
10/08/01	30.2	51.4	38.4	30	52.4
23/09/01	30.2	51.4	38.4	30	52.4
06/09/01	30.2	51.4	38.4	30	52.4

**Figura 14. Crecimiento de Frondas. Localidad La Sierra, colonia 1.**



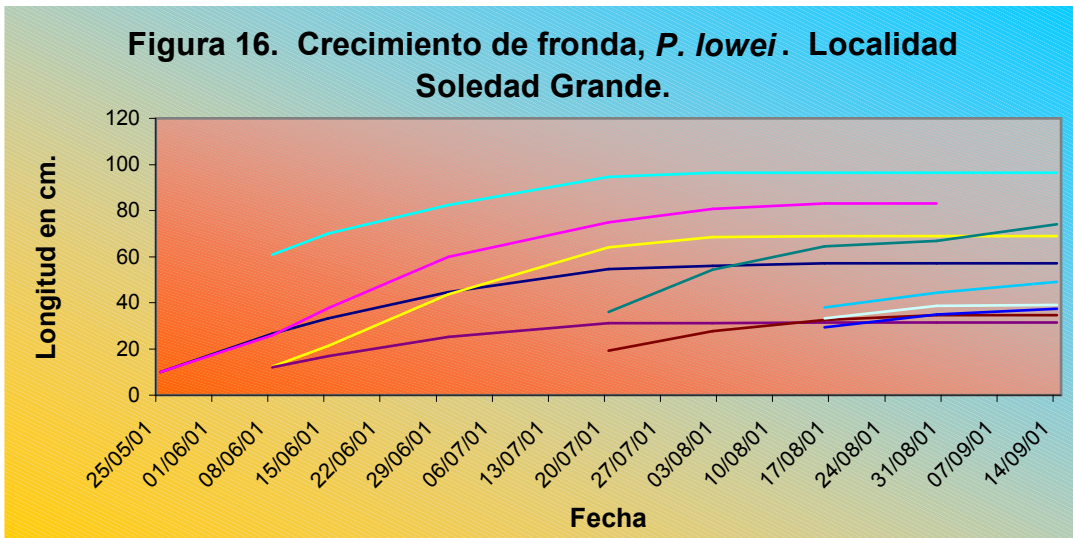
Fecha	Número fronda de lectura				
	1	2	3	4	5
17/05/01	40.8				
07/06/01	57	10.6			
20/06/01	61.4	13.2			
11/07/01	61.4	13.2	17	5	
26/07/01	61.4	14.2	25	21	20
09/08/01	62	14.2	25	24.6	31.7
23/08/01	62	14.2	25	24.6	39.9
05/09/01	62	14.2	25	24.6	43

**Figura 15. Crecimiento de fronda. Localidad La Sierra, colonia 2.**



Fecha	Número de fronda de lectura				
	1	2	3	4	5
07/06/01	34.6	83	42.7		
20/06/01	42.6	82	48.2		
11/07/01	42.6	82.5	52.4		
26/07/01	42.5	82.5	53	19.4	
09/08/01	42.5	82.5	53	24.4	22.8
23/08/01	42.5	82.5	53	26.8	24.8
05/09/01	42.5	82.5	53	27.6	25.4

**Figura 16. Crecimiento de fronda, *P. lowei*. Localidad Soledad Grande.**



Fecha	Número de fronda de lectura									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25/05/01	10	10								
08/06/01	26.6	25.8	12.2	60.8	12					
15/06/01	33.3	37.6	21.2	70	16.8					
30/06/01	44.6	59.8	43.6	82.4	25.3					
20/07/01	54.6	74.8	64.1	94.6	31.2	19.2	36			
02/08/01	56	80.8	68.4	96.4	31.2	27.8	54.3			
16/08/01	57	83	69	96.4	31.4	32.6	64.5	29.3	38	33.2
30/08/01	57	83	69	96.4	31.4	34.6	66.8	34.8	44.4	38.5
14/09/01	57		69	96.4	31.4	34.6	74	37.4	49	39

## 7.5 Descripción fenológica de las poblaciones naturales de calahuala

**Cuadro 4. Calendario fenológico de calahuala en la región de bosque húmedo montano bajo Subtropical comprendido entre Guatemala y Jalapa.**

	enero	feb.	Marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept.	octubre	nov.	dic.
Dormancia	XXX	XX	XXX	X							XX	XX
Inicio de brotación				XXX								
Crecimiento de frondas				XXX	XXX	XXX	XXXX	XXXXX	XXXX	XXX		
Desarrollo de soros						XXX	XXXX	XXXXX	XXXX	XXXX	X	

### Período de dormancia

Las calahuales son plantas perennes pero sus rizomas cada año producen nuevas frondas, la cuales completan su ciclo entre 4 a 5 meses. Este está bien marcado con la temperatura y la humedad.

En la época seca que coincide al inicio con los meses de menor temperatura, las plantas entran en una aparente dormancia. Esto dificultó la ubicación de poblaciones al empezar la presente investigación, pues se dependió de las personas conocedoras del área para que pudieran indicar donde había plantas.



**Figura 17. Fronda de calahuala en los primeros estadios de crecimiento.**

## Época de brotación

El inicio de las lluvias marca el comienzo de la brotación de las frondas en lo que se conoce como cabeza de violín ya que la fronda empieza por un leve desarrollo donde la mayor parte de la fronda se encuentra enrollada sobre si misma.

En el año 2001 fue evidente como a partir de la primera lluvia considerable que se registro el 10 de abril, empezaron a brotar las frondas.

## Periodo de crecimiento de las frondas

A partir de la segunda quincena de abril se empezaron hacer evidentes los lugares donde se desarrollan estas plantas, y en algunos que habían sido visitados anteriormente para esta época presentaban pequeñas frondas.

El desarrollo de las frondas, aparentemente se ve muy influenciado por el medio como daño de insectos, la cantidad de precipitación e incluso la presencia del ser humano. Como puede verse en los cuadros del Apéndice 2, donde se presentan las lecturas de crecimiento de frondas, en muchos casos se pudo notar cierto detenimiento del crecimiento que puede atribuirse a lo errático que estuvo el periodo de lluvias en este año, en especial en esta área caracterizada por una alta precipitación.

Al parecer en las frondas que se seleccionaron para lectura hubo en algunos casos un detenimiento del crecimiento, que puede atribuirse al manipuleo a que fueron sometidas en la toma de datos.

## Desarrollo de los soros

La evidencia del aparecimiento de los soros se empieza a marcar a partir de la segunda quincena de junio y se extiende hasta agosto, esto para las frondas que empezaron su desarrollo en abril. Pero aquellas que lo inician en mayo y junio la formación de soros va del mes de agosto a octubre.

Para medir adecuadamente este desarrollo se utilizo la siguiente escala:

**0** = No se observa ninguna señal en el lugar en donde nacen los soros. La superficie del haz y del envés no presenta protuberancia ni de depresión.

**1** = En los puntos en que se van a formar los soros, se observa en el haz protuberancias y en el envés depresiones.



**2** = En el envés, en el lugar en donde se han formado las depresiones, se comienzan a formar los soros. El color de los mismos es verde tierno.

**3** = El color de los soros se torna amarillo.

**4** = El color de los soros se torna ocre.

**5** = Los soros adoptan un tono anaranjado cobrizo

**6** = Los soros vuelven a adoptar una coloración amarillenta pero con una consistencia fina. Aparentemente por el inicio de la maduración de las esporas.

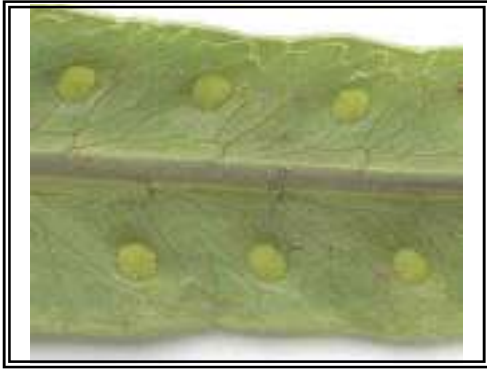
**7** = El color de los soros se torna café y abultado, y las esporas fácilmente se desprenden de los mismos.



Fase 0



Fase 1



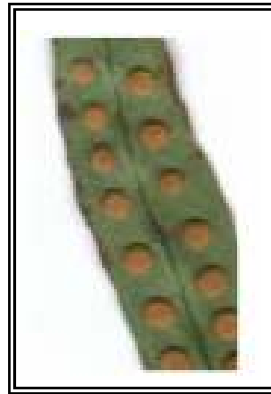
Fase 2



Fase 3



Fase 5



Fase 4



Fase 6



Fase 7

**Figura 18. Forma en que se observan los diferentes estados de desarrollo de los soros.**

## Presencia de enfermedades

La presencia de manchas foliares provocadas por *Pleospora* sp. y amarillamiento por *Pestalotia* sp. se pone de manifiesto cuando las frondas están completamente maduras, esto ocurre a principios de agosto.

Hasta el momento no se puede indicar que estos patógenos puedan ser un grave problema para el desarrollo de los rizomas, sin embargo, si se llega a demostrar que en las frondas también hay principios activos de interés si se debe tomar en consideración su control ya que el aspecto de las frondas puede ser un factor negativo para la calidad.

Por otra parte también se noto a nivel del rizoma que algunos casos se presento ahorcamiento en las yemas y pudriciones provocadas por *Rizoctonia* sp.

## 7.6 Datos estadísticos de las frondas y rizomas

**Cuadro 5. Estadísticos para longitud de frondas.**

Localidades	Rango	Media	Desv. Std.	Varianza	C.V.
Ciénega Grande, ciprés	1.8-56.6	28.73	18.62	346.72	64.80
Ciénega Grande, pino	10.4-53.0	27.19	12.20	148.81	44.87
El zapote, Colonia 1	34.4-98.2	51.07	23.57	555.32	46.15
El zapote, Colonia 2	26.8-57.4	41.31	12.32	151.70	29.81
Las Nubes, colonia 1	33.8-37.2	36.3	1.67	2.79	4.60
Las Nubes, colonia 2	43.2-68.6	51.83	14.52	210.90	28.02
Samororo, colonia 1	30.0-52.4	40.48	10.97	120.29	27.09
Samororo, colonia 2	12.9-64.5	47.72	20.47	418.95	42.89
La Sierra, colonia 1	14.2-62.0	33.76	18.88	356.53	55.93
La sierra, colonia 2	25.4-82.5	46.20	23.22	403.93	50.25
La Soledad Grande	31.4-96.4	54.20	21.92	480.51	40.44

**Cuadro 6. Estadísticos para ancho de frondas.**

<b>Localidades</b>	<b>Rango</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Std.</b>	<b>Varianza</b>	<b>C. V.</b>
Ciénega Grande, ciprés	0.2-19.0	12.156	7.14757	43.15	58.801
Ciénega Grande, pino	8.2-24	13.93	4.62	21.36	33.19
El zapote, Colonia 1	15-21.6	20.20	7.18	51.58	35.56
El zapote, Colonia 2	16.0-28.0	17.27	6.00	36.06	34.77
Las Nubes, colonia 1	10.4-22.0	15.25	4.88	23.80	31.99
Las Nubes, colonia 2	19.0-28.4	22.73	4.99	24.89	21.95
Samororo, colonia 1	12.0-26.0	18.74	5.40	29.19	28.83
Samororo, colonia 2	12.0-30.0	20.92	22.70	24.24	108.53
La Sierra, colonia 1	7.8-29.0	16.40	13.88	15.10	84.63
La sierra, colonia 2	6.8-29.0	17.00	9.49	75.14	55.85
La Soledad Grande	14.4-42.6	20.54	11.19	125.29	54.50

**Cuadro 7. Estadísticos para largo del pecíolo.**

<b>Localidades</b>	<b>Rango</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Std.</b>	<b>Varianza</b>	<b>C.V.</b>
Ciénega Grande, ciprés	1.2-26.6	12.68	7.90	51.98	62.30
Ciénega Grande, pino	2.8-22.8	10.88	5.65	31.89	51.92
El zapote, Colonia 1	14.8-37.0	22.75	7.54	56.85	33.14
El zapote, Colonia 2	16.0-29.8	22.10	5.21	27.15	23.58
Las Nubes, colonia 1	10.0-19.6	15.65	4.06	16.49	25.95
Las Nubes, colonia 2	10.4-30.8	17.27	11.72	137.37	67.88
Samororo, colonia 1	11.0-20.0	14.36	4.02	16.15	27.98
Samororo, colonia 2	3.6-28.0	17.00	19.68	19.98	115.76
La Sierra, colonia 1	9.7-26.2	16.38	14.42	15.36	88.01
La sierra, colonia 2	11.2-30.0	21.16	7.84	30.76	37.05
La Soledad Grande	10.8-39.0	21.18	9.28	86.12	43.82

En general se puede observar una gran variabilidad en el largo y ancho de la fronda y el largo del pecíolo. En las observaciones que se hicieron en la plantación de la Aldea Monte Redondo se noto que las frondas son más largas que lo que se observa en condiciones naturales. Esto posiblemente se deba a que en cultivo se tiene una mayor cantidad de sustrato lo que provoca un mejor vigor en las frondas.

En la longitud de fronda se puede notar el amplio rango que hay, lo cual como ya se ha anotado está bastante influenciado por el ambiente. En general las frondas de *Polypodium lowei* (localidades de Las Nubes 2 y La Soledad Grande) son más largas que la *Phlebodium pseudoaureum*.

Otra diferencia en las frondas de estas especies es que *P. lowei* se puede encontrar casi todo el año, siempre que haya un poco de humedad, sus frondas se caen más rápido después de llegar a la madurez.

**Cuadro 8. Características de rizomas, escamas de rizomas, soros y raíces de calahuala.**

Localidad	Rizoma				Escamas		Soros		Raíces		Peso rizoma	
	longitud cm	Número nudos/15 cm	diámetro mm	rango	densidad escamas/cm2	longitud escamas	lugar nac*	diámetro mm	long. cm	rango	fresco kg/m2	seco kg/m2
Ciénega Grande, ciprés	226.3	9	10.17	7.7-12.3	126	7.5	2	2	6.34	4.4-7.6	0.6775	0.1766
Ciénega Grande, pino	92.9	7	8.79	6.6-11.2	128	7.6	2	2	7.99	5.0-13.8	0.3056	0.0722
El Zapote	321.7	11	11.45	8-16.6	138	7.9	2	2	12.56	8.2-18.4	1.4966	0.2684
La Nubes <i>aureum</i>	744.4	11	11.85	6.8-14.8	135	8	2	2.5	6.09	3.6-8.6	2.0295	0.6161
La Nubes <i>lowei</i>	261.8	6	14.8	11.5-18.2	30	7.6	1	2.5	9.97	6.4-14.7	4.4300	0.9878
Samororo	283.7	11	12.35	10.4-14.8	134	8.5	2	2.5	9.06	6-11.8	2.5151	0.5842
San José La Sierra	231.8	11	10.51	7.5-13.4	130	7	2	2.5	10.83	6.5-20.4	1.0832	0.3333
La Soledad Grande	842.85	9	15.1	12.5-18.9	40	10.25	1	2.5	13.87	10.0-17.6	2.9445	0.7431
Media	375.68	9.38	11.88		107.63	8.04		2.31	9.59		1.94	0.47
Desv. Estandar	267.67	2.00	2.19		45.07	0.99		0.26	2.79		1.35	0.31
Varianza	71646.49	3.98	4.81		2031.41	0.98		0.07	7.78		1.82	0.10
Coef. de variación	71.25	21.29	18.46		41.88	12.32		11.19	29.09		69.72	65.97

\*Lugar de nacimiento del soro: 1: En o muy cerca de la extremidad de venecillas; 2: En la unión de dos venecillas incluídas

Algunos caracteres considerados dentro del descriptor permanecieron constantes a ambas especies, estas son: las escamas que son apesadas y circulares, tienen un color café dorado, los soros son redondos y sin inducio.



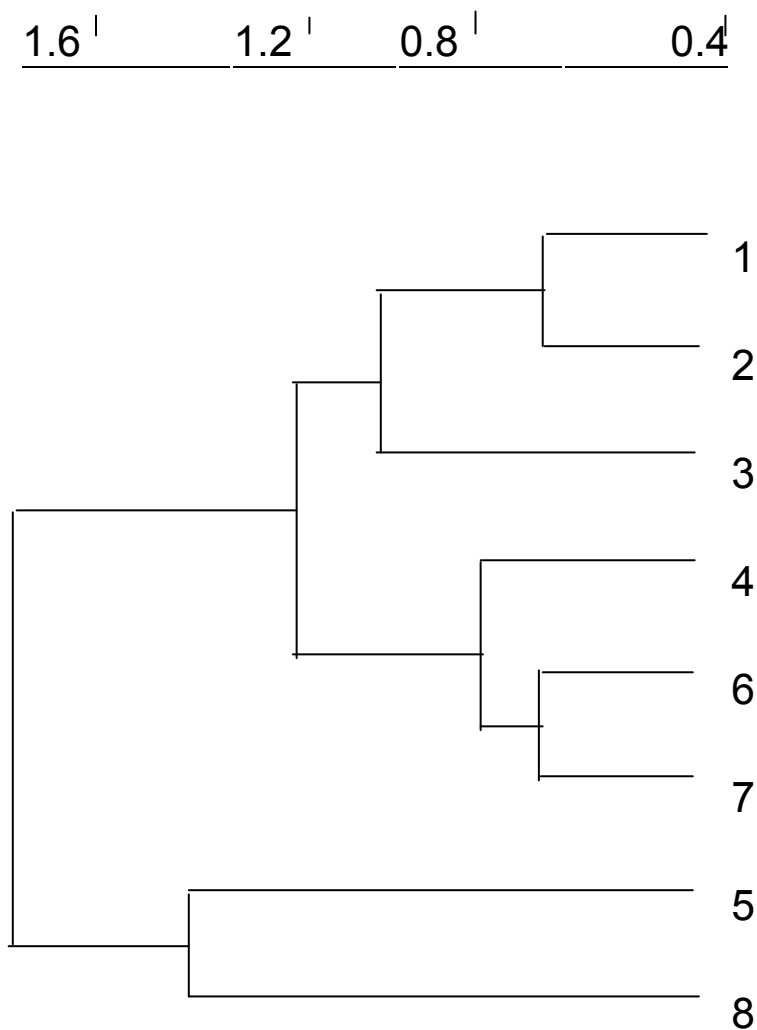
**Figura 19.** *Polypodium lowei*, La Soledad Grande, Pínula Mataquescuintla.



**Figura 20.** *Phlebodium aureum*, La Nubes, San José

Al realizar un análisis multivariable con los datos del Cuadro 8, utilizando el programa MT-SISTAT, se puede observar en el fenograma producido que se forman dos grupos bien marcados. Los números 8 y 5 corresponden a las localidades de las Nubes 2 y la Soledad Grande respectivamente, los cuales se encuentran formando un grupo separado que corresponde a las muestras de P. lowei.

En el segundo hay bastante afinidad entre las localidades, pero las dos parcelas colocadas en la Ciénega Grande son más afines, esto indica que aunque para el estudio se separaron por el ambiente donde se encontró la calahuala, en realidad su desarrollo es similar tanto en pino como en ciprés.



**Figura 21. Dendrograma de Calahuala, basado principalmente en datos de rizoma.**



## 7.7 Estudios preliminares de manejo

Propagación por rizomas

Para estos trabajos se utilizó la especie *Phlebodium pseudoaureum*.

Al inicio del proyecto se trató de sembrar rizoma sin frondas, sin embargo, se pudo notar que estos aparentemente tienen un período de latencia, por lo que hay que esperar que se rompa para tener un mejor resultado.

Por lo que se llegó a definir que para propagar estos helechos, se puede utilizar el método de la división de rizomas con frondas recién emergidas o bien con frondas completamente desarrolladas.

Basado en la experiencia de este proyecto se pueden plantear las siguientes ventajas y desventajas en las diferentes formas de sembrar los rizomas:

	Ventajas	Desventajas
Rizomas con frondas recién emergidas	<b>Fácil y más rápida oportunidad de demostrar si se adapta a sustratos diferentes en condiciones naturales. Bajo condiciones controladas, se puede asegurar la sobrevivencia llevando el control de las frondas que estén desarrolladas.</b>	<b>Las divisiones se deben hacer con mucho cuidado, para no dañar los brotes pues se quiebran con facilidad. También se ha visto que los brotes débiles son dañados por hongos del tipo <i>Rizoctonia</i>.</b>
Rizomas con frondas completamente desarrolladas	<b>Es el mejor método cuando los fines de la propagación no son extensivos.</b>	<b>Solo serviría para reproducirla sin fines de experimentación, y en sustratos propios de la especie.</b>
Rizomas sin brotes	<b>Se tiene mayor seguridad de que el sistema radical se está adaptando a sustratos nuevos. También se pueden evaluar tamaños de rizomas para siembra, número de yemas, forma de sembrarlos, evaluar brotación, profundidad, distanciamiento, etc.</b>	<b>Lleva mayor tiempo evaluarlos, ya que la brotación tarda 2 meses a partir de la siembra en época de lluvia. Podría ser que en meses calurosos se disminuya el tiempo considerablemente. En este caso se tendría un especial cuidado en la forma y profundidad de sembrar el rizoma, ya que de esto dependerá la brotación de frondas.</b>

Hay varios ambientes que se le pueden proporcionar a las plantas de calahuala para que tengan un desarrollo adecuado, entre ellos están:

Una sombra artificial que representa una forma controlada de mantener el porcentaje de luz que necesitan los helechos, esta sombra puede ser diseñada con sarán que se puede conseguir en el mercado con ciertos porcentajes de sombra (40, 60 y 80%).

No se realizaron estudios de porcentaje de sombra, pero de acuerdo a lo observado en el campo, mientras más sombra posean, el crecimiento es mejor.

El tiempo que llega la fronda a su madurez es mayor bajo sombra por lo que se les puede observar por casi un mes más en comparación a las que crecen en lugares con mayor cantidad de luz directa.

La sombra también proporciona condiciones más húmedas que favorecen el desarrollo de estos helechos.

Por esto parece razonable recomendar sarán con un 60 a 80% de sombra, ya que este brindará un ambiente de porcentaje de luz, temperatura y humedad relativa mayor y soporta mejor los períodos interestivales.

La sombra puede hacer natural, o sea procurar enriquecer bosques donde existan árboles adultos y sembrar bajo los mismos las plantas.

Esto sería una gran ventaja respecto a las opciones de sombra artificial, ya que aparte de que no se gastaría grandes cantidades de dinero comprando tela de sarán, se estaría conservando los árboles mayores y se le daría el ambiente natural que este helecho requiere. Sin embargo, se debe considerar que teniendo un cultivo se podrían tener problemas por el riego y la deforestación.

De la experiencia de este proyecto se pudo determinar que se deben tener en cuenta los siguientes aspectos a la hora de seleccionar rizomas:

a) Los rizomas se encuentran incrustados en un conglomerado de raíces formadas por las mismas calahualas y las otras plantas del microambiente, esto sirve para retener materia orgánica de su ambiente exterior. Por lo que al momento de separarlos de esta turba, quedan prácticamente sin raíces.

b) Los rizomas deben ser seleccionados por su vigorosidad, peso, longitud, distanciamiento de yemas, (a mayor distancia de yemas es mejor, ya que esto significa que está creciendo más rápidamente), turgencia, y que estén aparentemente libres de pudriciones en yemas y el rizoma en general.

Se recomienda usar rizomas con mayor longitud, ya que se tienen más yemas por centímetro lineal, proporciona la posibilidad de que brote más de 1 fronda por rizoma al momento de sembrarlos directamente.

En los ensayos de campo realizados se evaluó la brotación de rizomas con tres diferentes tamaños ( 10, 15, y 20 cm), con tres diferentes sustratos (turba de calahuala, turba+arena, y turba+arena+suelo) dando como resultado lo siguiente:

1. La primera lectura se hizo a partir de que brotaron los primeros rizomas, esto fue después de dos meses de haber sembrado.

**Cuadro 9. Sustratos de siembra y diferentes tamaño de rizoma de calahuala. Resultados de la primera lectura.**

Sustrato*	Tamaño de rizoma (cm)			Σ
	10	15	20	
<b>T</b>	11	10	16	37
<b>TA</b>	8	4	11	23
<b>TAS</b>	4	12	12	28
<b>Σ</b>	23	26	39	88

\*

- T = turba
- TA = turba + arena
- TAS = turba + arena + suelo

De acuerdo con estos resultados, en la turba se logró más brotación : T= 20.55% TA= 12.77 % Y TAS = 15.55 %.

Además, en todos los tamaños de rizomas sembrados en turba se obtuvo mayor brotación: 10cm. = 12.77%, 15cm. = 14.44% y 20cm. = 21.67%.

En total después de dos meses, se obtuvo de brotación 14.1 % del total de frondas que se esperaban brotaran.

2. Las últimas lecturas se tomaron a la segunda quincena de agosto y dieron los siguientes resultados.

**Cuadro 10. Sustratos de siembra y diferentes tamaño de rizoma de calahuala. Resultados de la última lectura.**

Sustrato	Tamaño de rizoma (cm.)			Σ
	10	15	20	
<b>T</b>	20	28	<b>34</b>	<b>82</b>
<b>TA</b>	19	20	21	60
<b>TAS</b>	17	23	28	68
<b>Σ</b>	56	71	83	<b>210</b>

En este caso también en la turba se logró el mayor porcentaje de brotación con un 82%. Así mismo también en todos los tamaños de rizoma este fue el mejor sustrato (10= 31.11%, 15=39.44%, 20=46.11%)

Al final se tuvo un total de 38.88% de brotación del total de rizomas sembrados.

Este es solo un experimento exploratorio, pero deja claro que debe seguirse investigando sobre el tiempo de brotación, tomando en consideración aspectos como el peso inicial del rizoma ya que esto proporciona una idea de la energía concentrada en los mismos que estará disponible para la brotación de las fronda.

Se puede concluir que para asegurar el establecimiento de una siembra de calahuala a partir de rizoma sin brotar, se debe utilizar rizomas con más de 20 cm de largo. Los rizomas deben colocarse en el sustrato 2 meses antes que empiece la época lluviosa para que puedan recibir la luz y la temperatura que necesitan para brotar con las primeras lluvias, tal como sucede en condición natural.

#### Sustratos

Como es un helecho epifito, para su siembra no debe cultivarse directamente en el suelo, sino que debe colocarse sobre sustratos que asemejen los ambientes naturales.

Los sustratos se pueden colocar sobre el suelo de manera que permita las labores de desmalezado, recolección, fertilización y otros. Para esto es necesario poner los sustratos en forma de camas o tablonés.

Para los helechos en general se tienen recomendaciones de distanciamiento (Hoshizaki, 1979), así: Se prefiere sembrarlos en hileras sobre las camas, donde se colocan de 25-35 cm al cuadro. Se prefiere sembrar más de un rizoma por postura, principalmente para la calahuala, donde se a podido observar que la brotación de frondas es muy escasa (1-2 por rizoma) y se pueden incrementar la densidad sembrando más de 1 rizoma, esto ayudará mucho a la retención de humedad del sustrato, proporcionando más follaje.

Al finalizar este proyecto se quedo un experimento en vivero donde se están evaluando los siguientes materiales: musgo, arena y desechos de madera en descomposición. Están colocados en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones.

Hasta la primera semana de noviembre se tomado la siguiente información:

**Cuadro 11. Resultados al mes de noviembre de la siembra de calahuala en tres diferentes sustratos.**

* **	Sobrevivencia %	Tamaño (cm.) Repeticiones			— X
		1	2	3	
<b>AM</b>	63.3	31.9	26.2	40.7	<b>32.93</b>
<b>AMAr</b>	65	38.5	33.8	37.5	<b>36.6</b>
<b>T</b>	85	42.6	44.3	31.8	<b>39.57</b>
<b>AMuM</b>	75	35.5	36	36.6	<b>36.03</b>
<b>MuM</b>	63.3	36.1	33.4	31.2	<b>33.57</b>
<b>MuMAr</b>	68.3	35.7	35.9	31.6	<b>34.4</b>
<b>AMuMAr</b>	65	32.1	40.1	29.54	<b>33.91</b>

\*

AM = Astillas + mantillo

AMAr = Astillas + Mantillo + Arena

T= Testigo (sustrato natural)

AMuM= Astillas + Musgo + Mantillo

MuM= Musgo + Mantillo

MuMAr = Musgo + Mantillo + Arena

AMuMAr = Astillas + Musgo + Mantillo + Arena

\*\* Se tomaron 5 submuestras por cada repetición de 20 helechos, a las cuales se les mide el crecimiento cada 15 días.

**Cuadro 12. Información de las variables respuesta: formación de soros y plagas y enfermedades.**

Trat.	Presencia de soros*				Infestación por enfermedades (antracnosis y manchas foliares) sin ocasionar muerte. *				Muertas por ahorcamiento y pudrición de rizomas. * “ <i>Rizoctonia spp.</i> “			
	1	2	3	X	1	2	3	X	1	2	3	X
<b>AM</b>	2	1	0	<b>1</b>	4	4	7	<b>5</b>	8	9	5	<b>7.3</b>
<b>AMAR</b>	3	2	1	<b>2</b>	2	10	4	<b>5.3</b>	9	5	7	<b>7</b>
<b>T</b>	2	4	1	<b>2.3</b>	4	5	9	<b>6</b>	2	5	3	<b>3.3</b>
<b>AmuM</b>	4	2	3	<b>3</b>	4	3	9	<b>5.3</b>	2	5	8	<b>5</b>
<b>MuM</b>	2	3	1	<b>2.7</b>	5	8	6	<b>6.3</b>	7	7	8	<b>7.3</b>
<b>MuMAr</b>	2	1	2	<b>1.7</b>	6	4	11	<b>7</b>	7	5	7	<b>6.3</b>
<b>AmuMAr</b>	3	3	4	<b>3.3</b>	11	7	6	<b>8</b>	8	7	6	<b>7</b>

\* Datos de un total de 20 rizomas con frondas recién emergidas por repetición dentro de cada tratamiento.

Hasta la fecha no se puede concluir acerca de cual de los tratamientos es el mejor, pero como se puede observar en el cuadro sobre crecimiento, el testigo presenta el mayor crecimiento.

El porcentaje de mortalidad más bajo también lo tiene el testigo (15%), pero el tratamiento identificado como AmuM, también presenta un porcentaje de mortalidad bajo ( 25%), por lo que no se podría concluir si existe alguna diferencia estadística en cuanto a sobrevivencia porque todavía falta esperar hasta el final del experimento.

La presencia de enfermedades con síntomas de ahorcamiento a ocasionado hasta un 95 por ciento de la mortalidad. Las otras enfermedades presentes, aparentemente no son una amenaza contra para este helecho, pero se deben de tomar en cuenta para trabajos posteriores y proponer un manejo preventivo.

La profundidad de siembra es una parte esencial para su manejo, ya que esto influye en la brotación de frondas, en la aparición de enfermedades tales como el ahorcamiento y pudrición de rizomas.

Es importante que al momento de sembrar los rizomas, queden lo más expuesto posible a la luz y a la vez sumergido en el sustrato que no tiene que ser compacto. Tienen que tener suficiente longitud de tal forma una parte del rizoma quede dentro del sustrato y la otra fuera de él.

La posición puede ser diagonal, con una leve inclinación del rizoma que le permita a un extremo incrustarse dentro del sustrato para que le brinde sostén, esto cuando se siembra rizomas con frondas recién emergidas. Cuando se utilizan rizomas sin haber brotado se pueden sembrar como lo descrito anteriormente o bien se pueden poner horizontalmente y con la más mínima cantidad de sustrato que se pueda sobre de ellos, ya que el calor y/o la luz influyen mucho en la brotación de frondas.

La época de siembra puede ser durante todo el año, siempre que se cuente con suficiente agua para, de las observaciones de los lugares donde crece la calahuala, se ha observado que siempre que exista una alta humedad, hay frondas durante todo el año.

Se ha podido demostrar con experimentos de campo que los rizomas pueden ser inducidos a brotar. Algunas pruebas al respecto se describen a continuación:

1. Se tomó cierta cantidad de rizomas cosechados sin sustrato y se colocaron bajo sombra de más de 95 %, los rizomas no poseían humedad. En estos rizomas luego de 1.5 de mes empezó la brotación de frondas, alcanzando hasta un 20%.

2. Otra parte de los rizomas se colocaron con luz bajo sombra. Antes de empezar a deshidratarse tardaron aproximadamente 1 mes en las condiciones anteriores sin haber brotado frondas. Con luz indirecta las frondas no brotaron, si no hasta que se colocaron en humedad y luz directa.

El tiempo de brotación a partir de que los rizomas se exponen a la humedad y al porcentaje de luz que deja pasar el sarán, es de 1.5 de mes aproximadamente.

El período de brotación no es uniforme sino que a partir de este momento se va escalonando durante varios meses.

Lo que se ha podido observar es que los rizomas no brotan cuando están enterrados y no reciben de luz, aunque tengan suficiente humedad.

3. En condiciones naturales los rizomas incrustados en turba empiezan a brotar sus frondas a partir de la primeras lluvias, generalmente finales de abril y principios de mayo. En este período se podría colectar material para experimentos en los que se sembrarán con frondas brotadas.

En conclusión se puede decir que para inducir la brotación de los rizomas con fines experimentales y posiblemente de reproducción extensiva, después de colectados se deben poner expuestos a una moderada humedad y a un porcentaje de luz similar a la que deja pasar el sarán de 60%.

Hace falta hacer experimentos para comprobar la influencia de la intensidad de luz sobre la brotación de rizomas, pero se puede predecir que alta humedad y luz moderada favorecen este proceso.

### Fertilización

Considerando el análisis hecho al sustrato natural (turba de calahuala) que arrojará los siguientes resultados:

**Cuadro 13. Análisis químico de sustrato de *Phlebodium pseudoaureum*.**

Identificación	pH	% M.O.	% N	Ug/ml		Meq/100ml		Ppm			
				P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
Sustrato	5.7	61.94	1.65	15.28	213	3.12	1.70	1.00	3.5	42.5	17

Un plan de fertilización debe partir del análisis de sustrato anterior, ya que se espera que al momento de utilizar algún sustrato diferente, se pueda dar las condiciones de nutrición necesarias para simular o mejorar su estado en la naturaleza.

Para ello, se tendrá que practicar análisis similares a los sustratos que se usarán en pruebas de reproducción de calahuala, y determinar su estado nutricional.

Del presente análisis se deben considerar dos cosas importantes: primero el valor de pH de 5.7 que es relativamente ácido, ocasionado principalmente por los altos niveles de materia orgánica presentes (61.94 %). Segundo, con respecto a los otros valores se tendría que hacer un análisis de tejido para comparar las necesidades del helecho con lo presente en el sustrato.

### Malezas

Las malezas se tienen que tomar muy en cuenta para el cultivo de la calahuala, estas pueden llegar a ser difíciles de controlar debido a varias razones:

1. Cuando se cultivan helechos por lo general se utilizan camas o tabloncillos, donde no se puede mecanizar casi ningún trabajo. Todos tendrían que ser manuales.



2. Se dificulta utilizar muchos productos químicos ya que para helechos no se tienen herbicidas específicos, y la forma de crecimiento y del follaje dificulta la aplicación.
3. Los sustratos que a la fecha se están probando han llevado consigo en su transporte semillas de plantas que podrían presentarse como potenciales malezas. Lo musgos son algunos.

En conclusión las malezas se deben de controlar en espacios de tiempo cortos (1.5 a 2 meses) para que no se conviertan en problema, y la forma de hacerlo debería ser manual.

### Plagas y enfermedades

En el caso de la calahuala, se carece de información acerca plagas y enfermedades, por lo mismo se tiene que estar pendiente de identificar a aquellos organismos que se puedan presentar como potenciales. De este proyecto a la fecha se ha obtenido siguiente información.

**Cuadro 14. Enfermedades presentes en las plantas de calahuala en condiciones de manejo.**

<b>SÍNTOMA</b>	<b>INCIDENCIA (aproximada) %</b>	<b>SEVERIDAD (aproximada)%</b>	<b>AGENTA CAUSAL</b>
<b>Ahorcamiento</b>	<b>40</b>	<b>90</b>	<b><i>Rizoctonia sp.</i></b>
<b>Pudrición de Rizomas</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b><i>Rizoctonia sp.</i></b>
<b>Necrosis en las frondas</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b><i>Pleospora sp.</i></b>
<b>Manchas foliares</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b><i>Pestalotia sp.</i></b>

Hasta el momento se han identificado 4 diferentes tipos de síntomas que corresponden a enfermedades.

Por la experiencia obtenida, se puede decir que se debe poner especial importancia al hongo *Rizoctonia sp.* que generalmente está asociado a otros patógenos del suelo como *Phytium spp.* y *Verticillium spp.* y que provocan una alta severidad.

Los síntomas por *Rhizoctonia* son ahorcamiento del pecíolo, acompañado de una necrosis en el mismo, las frondas se tornan de un color amarillo hasta que la base del pecíolo se desprende del rizoma ocasionando la muerte.

Por lo general en helechos con estos síntomas el rizoma presenta pudrición la cual se puede notar al presionarlo con los dedos, donde se nota que estará aguanoso y se macerará fácilmente con las manos.

El desarrollo de estos hongos es favorecido por una alta humedad relativa y un mal drenaje del suelo y/o sustratos, especialmente daña en los estados tempranos de crecimiento de las frondas.

*Pestalotia spp.* ocasiona manchas foliares las cuales se distribuyen en la mayoría de las pinas de las frondas, al cabo de un tiempo estas manchas se convierten en orificios, esto se produce porque la planta tiene un sistema de defensa en el cual mata las células alrededor de la infestación para que no puedan continuar su avance.

*Pleospora spp.* ocasiona antracnosis, este síntoma corresponde a quemaduras que empiezan de la punta de las pinas y avanzan hacia la parte central de la fronda, pareciera ser que no llegan a matar al helecho y que este también posee un sistema de defensa parecido al presentado en las manchas foliares.

En cuanto a plagas, se colectaron pupas de un insecto, posiblemente trips los cuales ocasionan agujeros pequeños en las frondas, pero la incidencia es bastante baja.

En conclusión se puede decir que se debe formular un plan de prevención de *Rizoctonia spp* al momento de pensar en realizar nuevos experimentos o siembras comerciales.

Se puede prevenir la aparición de este hongo, desinfectando los sustratos antes de la siembra de alguna manera. Una forma de hacerlo es aplicando agua caliente, esto servirá en aquellos casos donde sólo se estén haciendo pruebas de propagación ya que sería difícil hacerlo en forma extensiva.

Otra forma es el solarizado con la desventaja del costo de comprar nylon para realizarlo. También se puede realizar la desinfección aplicando productos químicos contra hongos del suelo causantes del mal del talluelo y otros hongos del suelo (*Rizoctonia*, *Phytium*, *Phytophthora*) antes de sembrar, ya que los primeros 20-30 días después de siembra de rizomas con frondas recién emergidas es la etapa en la cual son más susceptibles a estos hongos del suelo.

## Cosecha

Actualmente el aprovechamiento de la calahuala es a través de sus rizomas, sin embargo, en los cultivos que se hacen en Honduras, el principio activo se extrae a partir de fronda. Aquí es una especie diferente, por lo que se tienen que hacer los análisis respectivos. Sin embargo, cabe hacer algunas consideraciones sobre la posible explotación de frondas

1. La plantación se tendría que establecer solamente una vez o al menos cada 5 años, hasta el punto en el cual los rizomas requieran de un raleo.
2. La producción de frondas sería mayor que la producción de rizomas, ya que estas podrían producirse a través de todo el año y en varias cosechas.
3. El utilizar las frondas daría mayor posibilidades pequeños agricultores quieran dedicarse a cultivar calahuala ya que se tendrían varias cosechas al año que le permitiría.

Por otra parte actualmente con el aprovechamiento de rizomas se pueden mencionar los siguientes problemas:

Según los colectores, la regeneración de poblaciones naturales de calahuala, se estima que alcanza hasta los 5 años. Bajo condiciones de cultivo este tiempo se disminuye a 1 o 2 años, pero de todas formas, parte del rendimiento de la parte útil debe utilizarse para nuevas siembras lo que disminuye el rendimiento real.

2. En el momento que personas de escasos recursos se quieran dedicar al cultivo de la calahuala, no tendrían como obtener ingresos si no hasta después de 2 o 3 años, lo que limitaría el interés por su manejo.

#### Rendimiento

Se calculó a partir de una plantación que se dejó durante de 3 años en tablones sobre materia orgánica y bajo sarán de 60%.

En un área cosechada de aproximadamente de 226 m<sup>2</sup> se pudo obtener un total de 9 quintales de rizoma en estado verde. Esto significa que se puede cosechar alrededor de 1.81 kg /m<sup>2</sup> o sea 398.2 qq/ha.

## Costos de producción

Se realizó una estimación primaria de costos de producción de calahuala en estado de rizoma:

Estimación de costos para la construcción de instalaciones y establecimiento del experimento de cultivo de la calahuala (*Phlebodium pseudoaureum*). Área de 231.25 m<sup>2</sup>.

Actividades a realizarse para la instalación del cultivo de la calahuala en la aldea Ciénaga Grande, San José Pínula.

## Actividades

- Construcción de las instalaciones
- Limpieza del área
- Aplicación de sustrato al suelo y complementos
- Transporte de la calahuala al lugar
- Siembra-transplante

## Cosstos

Tomado de una estimación de costos de construcción de instalaciones para realizar experimentos de propagación de calahuala en Aldea Ciénaga Grande San José Pinula y adaptándolo a precios de compra de calahuala a los recolectores.

**Cuadro 15. Costos del establecimiento de un vivero para producción de calahuala (área 231.25 m<sup>2</sup>).**

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN	Precio Q.	U	Total Q.	Subtotal Q.
Postes	24.00	27	648.00	
Alambre tipo cable	2.60/m	200m	520.00	
Alambre acerado calibre 10	2.25/m	200m	450.00	
Alambre acerado calibre 12	2.4/m	200m	480.00	
Alambre acerado calibre 14	2.6/lb	5	13.00	
Cemento	31.0/qq	4	124.00	
Arena	60/m <sup>3</sup>	4	240.00	
Piedrin	115/m <sup>3</sup>	2	230.00	
Mano de obra total para instalación completa	35/jornal	20	700.00	3405.00
<b>TRANSPORTE DE LA CALAHUALA AL LUGAR</b>				
Flete	75.00	1	75.00	75.00
<b>SUSTRATOS</b>				
Jornales para aplicación	35/jor	2	35.00	
Broza /mantillo	5/ qq	20	100	
Turba de calahuala con todo y rizomas.	100/ qq	30	3000	3135.00
<b>LIMPIEZA DEL AREA CUBIERTA POR KIKUYU</b>				
Manera de trabajar labores de tierra en la región es por áreas de a 10*10 o 20*20	50/de a 10	2	100	100.00
<b>TRANSPLANTE DE CALAHUALA</b>				
Jornales	35/jor	3	105	105.00
<b>MANTENIMIENTO POR AÑO</b>				
Control de malezas	35/jor	5	175	175.00
<b>Total de instalación del cultivo sin incluir el precio del sarán (12.5/mt<sup>2</sup>)</b>				<b>6995.00</b>
<b>Total de instalación de cultivo incluyendo el precio del sarán.</b>	<b>12.5/ m<sup>2</sup></b>	<b>352</b>	<b>4400</b>	<b>11395.00</b>
<b>Total de instalación por manzana</b>				<b>492756.77</b>

## **7.8 Consideraciones para la germinación y propagación de la calahuala por esporas**

En este proyecto a un inicio se tenía contemplado hacer una propagación por esporas, sin embargo, cuando se realizó la consulta de literatura se pudo notar que el tiempo para esto es más largo que la duración de la presente investigación.

Además la época para la obtención de esporas es en los meses de septiembre a noviembre, por lo que no se tenía disponibilidad de estos al inicio de este trabajo.

Por lo tanto, para no desaprovechar la oportunidad de avanzar en este aspecto, ya que debe ser abordado en futuros trabajos, se presentan algunas consideraciones necesarias para lograr la germinación de esporas.

Las condiciones necesarias para una adecuada germinación de las semillas son principalmente humedad y luz.

Una de las situaciones que se deben tomar en consideración en la germinación de esporas es el tiempo que se lleva para obtener nuevas plantas, de tal forma que se deben tomar en cuenta los siguientes pasos:

A los tres meses germina el Protalium o gametofito. La fertilización puede ser al mismo o diferente Protalium. Para que la fertilización se produzca debe existir una película de agua sobre el Protalium.

Si la fertilización no se produce el Protalium puede seguir viviendo por varios años. Las primeras frondas producidas por el esporofito usualmente no se parecen a la planta adulta.

La producción de esporas por la nueva planta varía con la especie. Puede producirse a los 6-7 meses o hasta los dos años.

La recolección de esporas debe ser en un día fresco o nublado para reducir la pérdida de esporas. Colectarlas cuando aún están en fase de "ciruela", por medio de brochas o cuchillas, colocarlas en un sobre, tiene apariencia de polvo.

Para el caso de este proyecto se realizó una recolección de esporas que se tienen almacenadas para ser utilizadas en próximo año en diferentes trabajos.

La desinfección de las esporas se puede hacer por medio de Clorox (diluir 1 parte de clorox comercial en 19 partes de agua) y adicionar.

## Técnicas para la siembra de esporas

1. Preparar el medio de siembra, teniendo seguro que este esté suficientemente húmedo.
2. De preferencia usar recipientes nuevos, de lo contrario se deben lavar adecuadamente antes colocar el medio de siembra.
3. Llenar los recipientes a una tercera parte de su capacidad con arena gruesa desinfectada.
4. Llenar el resto del recipiente con medio de propagación, aprisionando bien y dejar una profundidad de 3 cm.
5. Aplicar agua hirviendo (90 °C) sobre los recipientes. También se pueden colocar por 10 minutos en un microondas.
6. Después de esto dejar los recipientes hasta que estén completamente fríos.
7. Sembrar las esporas usando una cuchara o la hoja de un chuchillo.
8. Regar las esporas con agua por medio de un atomizador.
9. Cubrir inmediatamente con plástico de polieteno.
10. Colocar los recipientes cubiertos de agua mas o menos a una tercera parte de su altura.
11. Cubrir el plástico con una hoja de papel periódico por 2 a 3 semanas (esto asegura una germinación más uniforme de las esporas).
12. Mantener el nivel del agua y el plástico cubriendo hasta que se produzca una germinación completa y la primera fronda verdadera empiece a aparecer.
13. Remover el plástico y permitir a la planta su endurecimiento.
14. Después del endurecimiento, las plántulas pueden ser pasadas a bandejas o recipientes. Las plántulas generalmente se desarrollan en pequeños grupos. Las plantas que van desarrollando más dentro de estos grupos pueden separarse y colocarse en recipientes individuales. Cuando han alcanzado 5-10 cm de alto pueden hacerse el trasplante final.

## 7.9 Plan de manejo de poblaciones naturales

Retomando algunos de los conceptos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), sobre el manejo de productos no maderables del bosque (Villalobos, 2001), se plantean como elementos principales para proponer el plan de manejo lo siguiente:

1. Hacer una estimación de la cantidad de producto posible de cosechar al inicio del plan,
2. Un análisis de la capacidad de crecimiento productivo (cantidad de producto que se puede cosechar cada año sin deteriorar la población),
3. Un sistema de corrección periódica en cuanto a la cantidad de producto cosechado y las prácticas de manejo utilizadas.

Estimación de la cantidad de producto posible de cosechar actualmente

Es importante tener una estimación de la cantidad de producto que teóricamente se tendría en este momento del área de estudio, que se sabe que no hay un manejo de las poblaciones naturales de calahuala, lo que puede permitir vislumbrar la abundancia o bien el peligro de su extinción.

Con base en la información generada en este proyecto, en primer lugar se tiene un área potencial para el desarrollo de calahuala en la porción estudiada de 277.08 km<sup>2</sup>.

Por otra parte las áreas cosechadas estuvieron en un rango de 0.12 a 0.35 m<sup>2</sup>, que corresponde a las porciones de los árboles donde se acumula materia orgánica. Si se considera que no son plantas abundantes, se pudiera hacer un estimado teórico que en un bosque poco deteriorado la probabilidad de encontrar árboles con calahuala sería de un 5%, o sea, que se podría considerar un 5% de los 277.08 km<sup>2</sup> como el área conjunta que tendría calahuala, esto daría 13.85 km<sup>2</sup>.

Si se considera una distancia promedio entre árboles de 5 m al cuadro, quiere decir, que en 25 m<sup>2</sup> habrá 4 árboles esto daría como resultado que en los 13.85 km<sup>2</sup> habrían 2 216,000 árboles con calahuala. Si en cada árbol hay un área promedio de 0.23 m<sup>2</sup> de calahuala en total se tendrían 509,680 m<sup>2</sup> de este helecho.

De acuerdo con los datos obtenidos, el promedio de rendimiento de rizomas en fresco por m<sup>2</sup> es de 1.94 kg; entonces se tendría un rendimiento de 988.78 tm de rizoma fresco de calahuala. Tomando en consideración una relación de peso fresco a seco de 4:1 se tendría un rendimiento de 247.20 tm. Según datos para 1996 se exportaban 18 tm a Europa, si se considera una demanda similar, sin manejo en 12 o 13 años se puede extinguir una buena parte de las poblaciones naturales.



Qué cantidad de producto se podría obtener cada año?

El desarrollo de los rizomas está relacionado con el período de lluvias, por lo tanto se puede obtener una sola cosecha al año. Pero según la experiencia de los colectores del área de estudio las poblaciones naturales se recuperan a los 5 años.

También debe considerarse que solo en árboles adultos se desarrolla en forma natural.

De acuerdo con las observaciones realizadas se puede establecer la siguiente hipótesis sucesional: al inicio se establecen tilansias que forma un ambiente adecuado consistente principalmente en el sustrato. Cada año se va sumando una cantidad de este en las bases de las plantas tanto de material de los árboles como de la producción de biomasa de las propias tilansias. Solo en algunos casos se observaron plantas de calahuala que crecían bajo la corteza de pinos, en su mayoría se desarrollan sobre un sustrato ya existente. De tal forma las calahuales en esta escala sucesional colonizan en estadios muduros.

Se debe tomar en consideración que es el rizoma la parte útil en medicina y por lo tanto el aprovecharla sin manejo adecuado significa eliminar la planta por completo.

Cuando se realizó la cosecha de los rizomas para su caracterización se peso la cantidad de material total del micro hábitat donde viven, se hizo un estimado y se obtuvo que hay  $13.67 \text{ kg/m}^2$ , de los cuales  $1.94 \text{ kg}$  son de rizoma de calahuala, o se que sólo el 14% de este peso corresponde a la parte de interés de la planta y por lógica debe pensarse que para que se forme esa cantidad de biomasa en las ramas de los árboles deben pasar muchos años, 20 o 30 como mínimo.

Como es el rizoma la parte aprovechable, cuando se hace el aprovechamiento de estas plantas, generalmente se tienen que dañar el micro hábitat existe, lo que trae consigo que para el siguiente año la probabilidad que existan plantas de calahuala en ese lugar es bajo.

Por otra parte debe considerarse que para el establecimiento de una nueva colonia de plantas de calahuala se tiene que dar por medio de esporas, las cuales llevan un ciclo largo para establecer nuevamente la generación esporofítica.

Propuesta de un sistema de enriquecimiento de bosques

Tomando en consideración los puntos anteriormente expuestos, es claro que tal como se encuentran actualmente las poblaciones naturales de calahuala, no es posible pensar en simplemente hacer una extracción a través de un plan de

manejo de las poblaciones naturales y de su repoblación, pues se trata de plantas con condiciones especiales para sobrevivir.

En tal sentido, la propuesta consiste en que las personas que deseen hacer aprovechamiento de bosques con calahuala, en un primer año es recomendable que no cosechen, sino que el material obtenido se utilice para enriquecer los bosques, porque se ha notado que hay muchas partes de árboles donde supuestamente están las condiciones adecuadas para el crecimiento de estas plantas, pero que las mismas no se encuentran ahí.

Por otra parte también puede aprovecharse la materia orgánica que se tiene en estos bosques para crear ambientes en los cuales se siembre rizomas.

Pero la forma más sostenible para la obtención de una producción adecuada, aparentemente es hacer un manejo controlado de las plantas de calahuala, ya sea bajo una sobra artificial o bien bajo un bosque, esto se expuso con mayor amplitud en el capítulo de reproducción asexual.

## 8. Conclusiones

En el área de estudio se encontraron dos especies de helechos que se utilizan como calahuala éstas son *Phlebodium pseudoaureum* y *Polypodium lowei*. De estas la más abundante es la primera que ha sido confundida con *Phlebodium aureum*, la cual no crece en forma natural en el país.

Se pudo notar una gran variabilidad en la morfología de las frondas principalmente en tamaño, el cual es muy influenciado por las condiciones climáticas que se presenten durante su desarrollo. La frondas de *P. lowei* son más grandes de que las de *P. pseudoaureum* y las de ésta última son más persistentes en la planta.

El rizoma de *P. lowei* es mucho más largo y menos ramificado que el de *P. pseudoaureum*, así mismo el rendimiento por metro cuadrado de la primera es bastante mayor.

Los principales estados fenológicos de las plantas de calahuala en el área de estudio se pueden describir de la siguiente manera: en los meses de la época seca que comprende de noviembre a marzo o abril los rizomas se encuentran en dormancia, con las primeras lluvias empieza la brotación de frondas que completan su ciclo a finales de agosto, pero además, se siguen produciendo otras frondas hasta finales de julio, de tal forma que el desarrollo de frondas va de abril a octubre o principios de noviembre. Los soros se empiezan a desarrollar a partir de junio y van presentando diferentes estadios de maduración, hasta que finalmente se tornan de color amarillo-anaranjado cuando las esporas están listas para ser llevadas por el viento.

Las calahuales fueron encontradas creciendo sobre diferentes árboles y no se noto preferencia por determinadas especies arbóreas, más bien las condiciones son que los árboles hayan acumulado suficiente materia orgánica entre sus troncos, para propiciar el establecimiento y desarrollo de estos helechos. Por lo tanto son necesarios bosques adultos en donde los micro hábitat inicialmente son colonizados por tilansias que crean un medio rico en materia orgánica donde posteriormente se establecen las calahuala.

Se iniciaron trabajos de establecimiento de cultivo de calahuala, por el período que duro el presente proyecto no se tienen conclusiones específicas. Sin embargo, en forma general se puede indicar que para el establecimiento de una siembra de calahuala es preciso contar con sombra natural o artificial entre 60 a 80%, es necesario colocar los rizomas prebrotados en un medio rico en materia orgánica en descomposición, en donde se mantenga una alta humedad.

Con base en las observaciones y los datos tomados durante el presente proyecto, se pudo establecer que el simple extractivismo de la calahuala de su ambiente natural no es sostenible. Para proponer un plan de manejo es necesario inicialmente hacer un enriquecimiento del bosque a través de reproducción

asexual, ya que con las poblaciones existentes actualmente no es recomendable iniciar un aprovechamiento.

## **9. Recomendaciones**

El estudio de nuevas especies útiles lleva un proceso relativamente largo, en especial cuando se trata de especies nativas. El proceso en el estudio de las calahualas se ha iniciado hace dos años y el presente proyecto por su duración y techo presupuestario es únicamente un paso para contribuir al conocimiento de estas especies.

Cabe reconocer que a pesar del corto tiempo del proyecto se ha logrado avanzar bastante en especial en el esclarecimiento taxonómico de lo que en realidad es la calahuala que se está utilizando, al menos en el área de estudio. Así mismo varios aspectos de su fenología importantes para propiciar el cultivo de estas especies. Pero es necesario tomar en cuenta que se debe seguir apoyando este tipo de trabajos para que en un mediando plazo se puedan tener resultados transferibles.

Aunque por razones técnicas no se planteo un segunda fase para el año 2002, cabe indicar que se seguirá trabajando con esta especie y preparando un nuevo proyecto para el año 2003, en el cual se espera la colaboración financiera de la Dirección General de Investigación.

Es recomendable que el futuro aprovechamiento de estas especies sea a partir de siembras establecidas y no del manejo de poblaciones naturales. Para esto es necesario seguir investigando en la propagación y tecnificación del cultivo.

## 10. Bibliografía

Caballer, V. y L. Girón. 1992. Informe de los talleres de asesoría del sector plantas medicinales y hierbas en la región. ASOEXPRO. RLA/75/12 CCI-CEE-ASOEXPRO. Guatemala. 120p.

Cáceres, A.; L. Girón y V. Freire. 1990. Plantas de uso medicinal en Guatemala: 1. Detección etnobotánica y bibliográfica. Rev. Universidad de San Carlos. 9: 55-77.

Cáceres, A. 1996. Plantas medicinales de Guatemala. Editorial Universitaria. Guatemala. 412 p.

Girón, L. y A. Cáceres. 1996. Situación de la industria fitofarmacéutica de Guatemala. 1a. Reunión de la Coordinación Internacional del Subprograma X. Química Fina Farmacéutica de la Red Iberoamericana de Productos Fitofarmacéuticos. Guatemala. pp. 149-155.

Gupta, M. P. (editor) 1995. Doscientas setenta Plantas Medicinales Iberoamericanas. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Subprograma de Química Fina Farmacéutica. Colombia. 617 p.

Hoshizaki, J. B. 1979. Fern Growers Manual. Alfred. A. Knopf. New York. Pp 55-74.

Jones, L. 1987. Encyclopaedia of Ferns. Oregon, USA. Pp. 140-150.

Moran, R. 1996. Polypodiaceae. En: Davidse, G.; Sousa, M. & Chater, A. (Eds.). Flora Mesoamericana. Vol 5. Universidad Nacional Autónoma de México, Missouri Botanical Garden y The Natural History Moseum. México p. 130-133.

Raven, P.; Evert y Eichhorn. 1999. Biology of Plants. 6a. ed. Freeman and Company, USA. Pp 460-461.

Rayward, J. ; V. G. Villarrubia; G. Sada y M. Alvarez-Mon. 1993. Aspectos inmunológicos del extracto de *Polopodium leucatomos*. Segundo Congreso Internacional de Respuesta Biológica Modificante. USA.

Stolze, R. 1981. Ferns and Fern Allies of Guatemala. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany 6(2): 374-377.

Villee, C. A. 1996. Biología. Octava Edición. McGraw Hill. México. Pp 213-216.

## Apéndice 1

### DESCRIPTOR DE CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE PLANTAS DEL COMPLEJO CALAHUALA (Polypodiaceae)

LUGAR: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

PARCELA: \_\_\_\_\_

CODIGO DE LA PLANTA: \_\_\_\_\_

#### 1. HABITO:

1. Epífita \_\_\_\_\_ 2. Rupícola \_\_\_\_\_ 3. Terrestre \_\_\_\_\_

Se determinará si la planta crece sobre árboles, rocas o sobre la tierra.

#### 2. FRONDA

2.1 Longitud \_\_\_\_\_

Se medirá en centímetros, desde donde el pecíolo se articula con el rizoma o con el filopodio hasta el ápice de la lámina, cada 15 días.

2.2 Ancho \_\_\_\_\_

Se medirá en centímetros, de borde a borde opuesto de la lámina, en su parte media y cada 15 días.

2.3 Dimorfismo: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Se determinará si existe una fronda fértil y una vegetativa y, de ser así, si tienen forma diferente.

2.4 Tipo de lámina: 1. Pinnada \_\_\_\_\_ 2. Pinnatífida \_\_\_\_\_

3. Pinnatisecta \_\_\_\_\_ 3. Tripinnada \_\_\_\_\_ 4. Simple, entera \_\_\_\_\_.

2.5 Aspecto de la superficie de la lámina:

1. Glabra\_\_\_\_\_ 2. Pubescente\_\_\_\_\_ 3. Cubierta de escamas\_\_\_\_\_

2.6 Nervaduras:

1. Libres\_\_\_\_\_ 2. Bifurcadas\_\_\_\_\_ 3. Areoladas\_\_\_\_\_

2.7 Pecíolo:

1. Pecioladas\_\_\_\_\_ 2. Sésiles\_\_\_\_\_ 3. Subsésiles\_\_\_\_\_

2.8 Longitud del pecíolo\_\_\_\_\_

Si la fronda es peciolada, se determinará cual es su longitud en centímetros, desde la base de la lámina hasta el rizoma o en donde se articula con el filopodio, cada 15 días.

2.9 Aspecto de la superficie del pecíolo:

1. Glabro\_\_\_\_\_ 2. Pubescente\_\_\_\_\_ 3. Cubierto de escamas\_\_\_\_\_

2.10 Color del pecíolo:

1. Verde\_\_\_\_\_ 2. Verde pajizo\_\_\_\_\_ 3. Corinto\_\_\_\_\_

3. RIZOMA

3.1 Longitud\_\_\_\_\_

Se medirá en centímetros, en el eje más largo, cuando las frondas hayan completado su crecimiento.

3.2 Número de nudos (yemas)\_\_\_\_\_

Se contará el número de yemas o frondas que hay en determinada longitud del rizoma, en el momento de relizar la medición anterior.

3.3 Diámetro del rizoma\_\_\_\_\_

Se expresará en milímetros y se medirá con un vernier. Se tomará del promedio de 10 diferentes observaciones, representativas de la colonia estudiada, en el momento de realizar las anteriores mediciones.

3.4 1. Rastrero\_\_\_\_\_ 2. Compacto y subrecto\_\_\_\_\_

3.5 1. Cubierto de escamas\_\_\_\_\_ 2. Sin escamas\_\_\_\_\_

3.6 Si el rizoma está cubierto de escamas:

Escamas clatradas: Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

3.7 Disposición de las escamas:

1. Esparcidas\_\_\_\_\_ 2. Filiformes\_\_\_\_\_ 3. Apresas y circulares\_\_\_\_\_

3.8 Densidad de escamas\_\_\_\_\_

Se expresará en escamas por centímetro cuadrado.

3.9 Longitud de escamas\_\_\_\_\_

Se expresará en milímetros y se tomará del promedio de 10 diferentes observaciones.

3.10 Coloración de las escamas\_\_\_\_\_

Se determinará en laboratorio con el auxilio de la Escala Munsell

4. SOROS (DISCRETOS):

4.1 Forma:

1. Redondos\_\_\_\_\_ 2. Oblongos\_\_\_\_\_ 3. Elípticos\_\_\_\_\_

4.2 Localización:



1. Superficiales \_\_\_\_\_ 2. Profundamente incluidos en el tejido \_\_\_\_\_

4.3 Lugar de nacimiento:

En o muy cerca de la extremidad de venecillas \_\_\_\_\_

En la unión de dos venecillas incluidas \_\_\_\_\_

4.4 Indusio:

Ausente \_\_\_\_\_ Presente \_\_\_\_\_

4.5 Parafisos:

1. Presentes \_\_\_\_\_ 2. Ausentes \_\_\_\_\_

Si presentes: Filiformes \_\_\_\_\_ Circulares y peltados \_\_\_\_\_

5. ESPORANGIOS (Escasamente pedicelados):

1. Desnudos \_\_\_\_\_ 2. Glandulares papilosos \_\_\_\_\_ 3. Setosos \_\_\_\_\_

6. ESPORAS

1. Monoletes \_\_\_\_\_ 2. Bilaterales \_\_\_\_\_ 3. Globosas \_\_\_\_\_ 4. Carentes de perineo \_\_\_\_\_

DESCRIPTOR FENOLÓGICO DE PLANTAS DEL COMPLEJO  
CALAHUALA  
(*Polypodium spp.*)

LUGAR: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

PARCELA: \_\_\_\_\_

CODIGO DE LA PLANTA: \_\_\_\_\_

1. Fecha de brotación de frondas: \_\_\_\_\_
2. Tasa de crecimiento relativo de frondas: \_\_\_\_\_
3. Período de desarrollo de frondas: \_\_\_\_\_
4. Fecha de inicio de formación de soros: \_\_\_\_\_
5. Período de desarrollo de soros: \_\_\_\_\_
6. Fecha de inicio de la esporulación: \_\_\_\_\_

## Apéndice 2

Datos de campo de crecimiento de frondas de cada una de las localidades de estudio.

Cuadros de crecimiento de frondas por localidad

Cuadro 1. Desarrollo de frondas, localidad de Ciénega Grande, Ciprés.

Fecha 22/5/2001

Número de fronda

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Longitud de fronda (cm)	51.4	38.6	23.7	47.9	10.2	24.8	22.2		
Ancho de fronda (cm)	18.4	13	12	22.2	3.6	10.2	8		
Longitud del pecíolo (cm)	26.6	19.6	11.8	19.6	6.8	11.6	10.4		

Fecha 12/062001

Longitud de fronda (cm)	56	43.4	26.4	51.4	13.9	26.2	23	0.8	
Ancho de fronda (cm)	19.8	17	16.8	18	5	11.6	8.4	0	
Longitud del pecíolo (cm)	26.4	19.4	12.2	19.2	7	11.4	10.2	0	
Color de pecíolo	cd	Cd	v	cd	v	vp	vp	V	
Estado de soros	3	2	0	1	0	2	0	0	
Densidad de frondas	2 frondas/0.06 m <sup>2</sup>		4 frondas /0.03 m <sup>2</sup>		3 frondas/0.8 m <sup>2</sup>				
Densidad/m <sup>2</sup>	33		133		3.75				

Fecha 27/06/2001

Longitud de fronda (cm)	56.6	44	26.4	51.8	14.4	26.8	22.7	1.4	12.8
Ancho de fronda (cm)	19	18.2	16	18	5	12.8	11.8	0	5.4
Longitud del pecíolo (cm)	26.4	19.6	12.4	19.6	6.7	11.6	10	0	6.4
Color de pecíolo	c	c	vp	c	v	vp	vp	V	v
Estado de soros	4	4	0	4	0	4	4	0	0

Fecha 18/07/2001

Longitud de fronda (cm)	56.6	44.2	26.4	51.8	14.6	26.8	23.4	1.8	12.8
Ancho de fronda (cm)	19	18.2	17	20	5	12.8	11.8	0.2	5.4
Longitud del pecíolo (cm)	26.6	19.6	12	19.4	6.8	11.6	10.5	1.2	6.4
Color de pecíolo	c	c	vp	c	vp	vp	vp	V	vp
Estado de soros	5	5	0	5	0	4	4	0	0

Fecha 01/08/2001

Longitud de fronda (cm)	56.6	44.2	26.4	52	14.6	26.8	23.4	1.8	12.8
Ancho de fronda (cm)	23.4	19.4	15	19	5.4	12.8	11.8	0.2	5.4
Longitud del peciolo (cm)	26.6	19.6	12	19.4	6.6	11.6	10.5	1.2	6.6
Color de peciolo	c	c	c	c	vp	c	c	V	vp
Estado de soros	5	5	0	5	0	4	4	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e			p y e

Fecha 15/08/2001

Longitud de fronda (cm)	56.6	44.2	26.4	52	14.6	26.8	23.4	1.8	12.8
Ancho de fronda (cm)	19	18.2	17	20	5	12.8	11.8	0.2	5.4
Longitud del peciolo (cm)	26.6	19.6	12	19.4	6.8	11.6	10.5	1.2	6.4
Color de peciolo	c	c	c	c	vp	c	c	V	v
Estado de soros	5	5	0	5	0	4	4	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e	e	'-----	p y e

Fecha 29/08/2001

Longitud de fronda (cm)	56.6	44.2	26.4	52	14.6	26.8	23.4	1.8	12.8
Ancho de fronda (cm)	19	18.2	17	20	5	12.8	11.8	0.2	5.4
Longitud del peciolo (cm)	26.6	19.6	12	19.4	6.8	11.6	10.5	1.2	6.4
Color de peciolo	c	c	c	c	vp	c	c	v	vp
Estado de soros	5	5	0	5	0	4	4	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e	e	'-----	p y e

Fecha 12/09/2001

Longitud de fronda (cm)	56.6	44.2	26.4	52	14.6	26.8	23.4	1.8	12.8
Ancho de fronda (cm)	19	18.2	17	20	5	12.8	11.8	0.2	5.4
Longitud del peciolo (cm)	26.6	19.6	12	19.4	6.8	11.6	10.5	1.2	6.4
Color de peciolo	c	c	c	c	vp	c	c	v	vp
Estado de soros	5	5	0	5	0	4	4	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e	e	'-----	p y e

---

El estado de desarrollo de los soros se explica al final de los cuadros.  
P= presencia de daño por insectos; e= presencia de daño por enfermedades.

Cuadro 2. Datos de desarrollo de frondas de la Ciénega Grande, pino.

Fecha 22/5/2001

Número de fronda de lectura

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud de fronda (cm)	6.8	30.8	8	15.6	2.6	5	25	3.2	42	
Ancho de fronda (cm)	3.6	17.2	7	8.8	0.3	0.5	14	0.3	17.2	
Longitud del peciolo (cm)	4.2	13.8	2.6	7.4	0.8	4	11	2.6	19	

Fecha 12/06/2001

Longitud de fronda (cm)	10	0	10.1	21	14	15.8	25.2	16.4	52.4	
Ancho de fronda (cm)	6.3	0	8.4	10	3	3.3	14.2	2.2	24	
Longitud del peciolo (cm)	4	0	2.8	7.2	10.3	10	11	12	22.4	
Color del peciolo	v	0	vp	v	v	v	c	V	c	
Estado de soros	0		0	0	0	0	0	0	0	
Densidad de frondas	2 frondas/0.015 m <sup>2</sup> ; 2 frondas/0.03 m <sup>2</sup> ; 6 frondas/0.48 m <sup>2</sup>									
Densidad /m <sup>2</sup>	133			67			13			

27/6/2001

Longitud de fronda (cm)	10.2		10.4	21.2	20.6	22.3	25.3	25.4	53	10
Ancho de fronda (cm)	6.2		8	12.4	8.2	10	14.6	10.6	21	0.2
Longitud del peciolo (cm)	4		2.8	7.4	10.3	10	11	12	22	0
Color del peciolo	vp		vp	vp	v	vp	vp	Vp	c	v
Estado de soros	0		0	0	0	1	0	11 y 4		0

Fecha 18/07/01

Longitud de fronda (cm)	10.4		10.4	21.2	24.6	27	25.3	32.8	53	18
Ancho de fronda (cm)	6.2		8.2	12.8	11.6	12.2	14.6	15.6	24	6
Longitud del peciolo (cm)	10		2.8	7.2	10.4	10	11	12	22.8	10.6
Color del peciolo	vp		vp	vp	c	c	c	C	c	v
Estado de soros	0		0	0	2	2	0	2	4	0

Fecha 01/08/2001

Longitud de fronda (cm)	10.8		10.4	21.2	24.6	27	25.3	33.9	53	22.9
Ancho de fronda (cm)	6.4		8.6	12.8	12	12.2	14.6	16	24	12.4
Longitud del peciolo (cm)	6.2		8.2	7.4	10.4	12.2	11	12.3	24	10.8
Color del peciolo	vp		vp	vp	vp	c	c	C	c	vp
Estado de soros	0		0	0	2	2	0	3	4	0
Plagas y enfermedades	p y e					p y e	e	E	p y e	

Fecha 15/08/01

Longitud de fronda (cm)	'-----		10.4	21.2	24.6	27	25.3	32.8	53	23.2
Ancho de fronda (cm)	'-----		8.2	12.8	11.6	12.2	14.6	15.6	24	12.4
Longitud del peciolo (cm)	'-----		2.8	7.2	10.4	10	11	12	22.8	10.8
Color del peciolo			vp	vp	c	c	c	c	c	vp
Estado de soros			0	0	4	4	0	4	4	1
Plagas y enfermedades			e		p y e	p y e	p y e	e	p y e	

\*Fronda dañada ya no fue posible tomarle datos.

Fecha 29/09/2001

Longitud de fronda (cm)	'-----		10.4	21.2	24.6	27	25.3	32.8	53	23.2
Ancho de fronda (cm)	'-----		8.2	12.8	11.6	12.2	14.6	15.6	24	12.4
Longitud del peciolo (cm)	'-----		2.8	7.2	10.4	10	11	12	22.8	10.8
Color del peciolo			Vp	vp	c	c	c	c	c	vp
Estado de soros			0	0	4	4	0	5	4	1
Plagas y enfermedades				e	p y e	p y e	p y e	e*	p y e	e

\*Algunos soros de esta fronda tienen un color amarillo oro en el centro.

Fecha 12/09/01

Longitud de fronda (cm)	'-----		10.4	21.2	24.6	27	25.3	32.8	53	23.2
Ancho de fronda (cm)	'-----		8.2	12.8	11.6	12.2	14.6	15.6	24	12.4
Longitud del peciolo (cm)	'-----		2.8	7.2	10.4	10	11	12	22.8	10.8
Color del peciolo			Vp	vp	c	c	c	c	c	vp
Estado de soros			0	0	4	4	0	5	4	1
Plagas y enfermedades				e	p y e	p y e	p y e	e*	p y e	e

---

### Cuadro 3. Datos del Zapote, colonia 1.

---

Fecha 18/5/2001

Número de fronda de lectura

	1	2	3	4	5	6	7
Longitud de fronda (cm)	5	3	6.4	13.2	24	10.6	21.2
Ancho de fronda (cm)	2.8	1.4	2.6	10.8	9.6	2.8	12
Longitud del peciolo (cm)	2	1.2	3.3	10.4	10.2	7	9.4

Fecha 14/6/2001

Longitud de fronda (cm)	35.7	90.8	24.3	56.8	29.8	11.8	23.3
Ancho de fronda (cm)	13	37.6	5.6	12.6	5	0.8	3
Longitud del peciolo (cm)	19.8	36.2	14.6	23.4	20.4	10.8	19
Color del peciolo	vp	vp	v	vp	v	v	v
Estado de soros	0	1	0	0	0	0	0

Densidad de soros                      5 fr/0.75 m<sup>2</sup>    3fr /0.03 m<sup>2</sup>    20 fr /0.78 m<sup>2</sup>

Densidad por m<sup>2</sup>                                      7                                      10                                      26

Fecha 29/6/2001

Longitud de fronda (cm)	39	92.5	26.8	48	38	18.6	35
Ancho de fronda (cm)	13.2	40	7	13.8	13	1	10.8
Longitud del peciolo (cm)	19.8	36.8	14.6	23.4	20.2	16	20
Color del peciolo	vp	Vp	v	vp	vp	vp	V
Estado de soros	0	3	0	0	0	0	0

Fecha 13/07/2001

Longitud de fronda (cm)	41	92.5	28.1	49	40.4	'-----	41.5	14.8
Ancho de fronda (cm)	21.6	32.6	7	17	15.2	'-----	14.5	1.4
Longitud del pecíolo (cm)	19.8	37	14.6	23.6	20.4	'-----	20	12.4
Color del pecíolo	vp	Vp	v	vp	vp	'-----	v	V
Estado de soros	1	3	0	0	0	'-----	0	0

Fecha 25/07/2001

Longitud de fronda (cm)	41.2	92.5	'-----	49	40.4	'-----	43.2	26.8
Ancho de fronda (cm)	21.6	34	'-----	17	15.2	'-----	15	6
Longitud del pecíolo (cm)	20.4	37	'-----	23.6	20.7	'-----	20	14.8
Color del pecíolo	vp	Vp	'-----	vp	vp	'-----	v	V
Estado de soros	1	3	'-----	0	0	'-----	0	0

Fecha 08/08/2001

Longitud de fronda (cm)	41.2	98.2		49	40.4		43.2	32.8
Ancho de fronda (cm)	21.6	34		17	15.2		15	16.2
Longitud del pecíolo (cm)	20.4	37		23.6	20.7		20	15
Color del pecíolo	vp	Vp		vp	vp		vp	V
Estado de soros	0	3		0	0		0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p y e		p y e	p y e		p y e	p y e

Fecha 23/08/2001

Longitud de fronda (cm)	41.2	98.2		49	40.4		43.2	34.2
Ancho de fronda (cm)	21.6	34		17	15.2		15	18.4
Longitud del pecíolo (cm)	20.4	37		23.6	20.7		20	14.8
Color del pecíolo	vp	Vp		vp	vp		vp	vp
Estado de soros	0	4		0	0		0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p y e		p y e	p y e		p y e	p y e

Fecha 06/09/2001

Longitud de fronda (cm)	41.2	98.2		49	40.4		43.2	34.4
Ancho de fronda (cm)	21.6	34		17	15.2		15	18.4
Longitud del pecíolo (cm)	20.4	37		23.6	20.7		20	14.8
Color del pecíolo	vp	Vp		vp	vp		vp	vp
Estado de soros	0	4		0	0		0	0
Plagas y enfermedades	p y e	P y e		p y e	p y e		p y e	p y e

Cuadro 4. El Zapote colonia 2.

Colonia 2

Fecha 18/5/2001

Número de fronda de lectura

	1	2	3	4	5
Longitud de fronda (cm)	15	53.4	22.4	43.4	
Ancho de fronda (cm)	5	28.6	5.4	13	
Longitud del peciolo (cm)	12.4	36.2	14.6	23.4	

Fecha 14/6/2001

Longitud de fronda (cm)	48.6	53.4	24.2	48.6	21.2
Ancho de fronda (cm)	25	15.4	7.4	21	3.4
Longitud del peciolo (cm)	28.6	27.6	15.6	21	17
Color del peciolo	vp	Vp	vp	vp	v
Estado de soros	0	0	0	0	0

Densidad de frondas 80-90 frondas/4.8 m<sup>2</sup>-----  
 Densidad de frondas/m<sup>2</sup> 19 promedio 38

Fecha 29/6/2001

Longitud de fronda (cm)	48.6	57.2	26.4	50.4	28.2	8.6
Ancho de fronda (cm)	24.4	17.6	10.8	22.6	12	0.3
Longitud del peciolo (cm)	29.8	27.6	15.6	20.5	17.2	7.8
Color del peciolo	vp	Vp	Vp	vp	v	v
Estado de soros	0	0	0	0	0	0

Fecha 13/07/2001

Longitud de fronda (cm)	52	57.4	26.4	50.4	30	30.6
Ancho de fronda (cm)	26.7	16.6	11.2	22.6	16	14
Longitud del peciolo (cm)	29	27.8	15.6	21	17.2	24
Color del peciolo	vp	Vp	Vp	vp	vp	v
Estado de soros	1	0	0	0	0	0

Fecha 25/07/2001

Longitud de fronda (cm)	52	57.4	26.8	50.4	31	41.1
Ancho de fronda (cm)	28	18	12.3	21	16	14
Longitud del peciolo (cm)	29.8	27.4	16	20.6	17.5	24.4
Color del peciolo	vp	Vp	Vp	vp	vp	v
Estado de soros	1	0	0	0	0	0



Fecha 08/08/2001

Longitud de fronda (cm)	52	57.4	26.8	50.4	31	42	29
Ancho de fronda (cm)	28	18	12.3	21	16	16	9
Longitud del peciolo (cm)	29.8	27.4	16	20.6	17.5	24.4	19
Color del peciolo	vp	Vp	Vp	vp	vp	vp	v
Estado de soros	1	0	0	0	0	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e		

Fecha 23/08/2001

Longitud de fronda (cm)	52	57.4	26.8	50.4	31	42	29.6
Ancho de fronda (cm)	28	18	12.3	21	16	16	9.6
Longitud del peciolo (cm)	29.8	27.4	16	20.6	17.5	24.4	19
Color del peciolo	vp	vp	vp	vp	vp	vp	v
Estado de soros	1	0	0	0	0	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e	p

Fecha 06/09/2001

Longitud de fronda (cm)	52	57.4	26.8	50.4	31	42	29.6
Ancho de fronda (cm)	28	18	12.3	21	16	16	9.6
Longitud del peciolo (cm)	29.8	27.4	16	20.6	17.5	24.4	19
Color del peciolo	vp	Vp	vp	vp	vp	vp	v
Estado de soros	1	0	0	0	0	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e	p

### Cuadro 5. Las Nubes, colonia 1

Fecha 23/5/2001

	1	2	3	4
Longitud de fronda (cm)	24.4	9.8	21.2	
Ancho de fronda (cm)	8.2	0.2	1.4	
Longitud de peciolo (cm)	10	7.4	15	

05/06/01

Longitud de fronda (cm)	31.8	25	29.8	10.8
Ancho de fronda (cm)	15.4	2.4	6.8	0.6
Longitud de peciolo (cm)	10	19	15.6	9.8

21/6/2001

Longitud de fronda (cm)	35.2	31.3	36.2	30.6
Ancho de fronda (cm)	15	9.8	14.2	6.4
Longitud de peciolo (cm)	9.8	17	16.6	19.4
Color del peciolo	c	V	vp	v
Estado de los soros	2	2	2	0
Densidad de frondas				

19/07/01

Longitud de fronda (cm)	37	33.6	36.8	37
Ancho de fronda (cm)	16	9.8	13.4	14.8
Longitud de peciolo (cm)	10	16.8	15.8	19.4
Color del peciolo	c	C	c	vp
Estado de los soros	3	2	2	0
Densidad de frondas				

09/08/01

Longitud de fronda (cm)	37.2	33.8	37	37.2
Ancho de fronda (cm)	22	10.4	13.8	14.8
Longitud de peciolo (cm)	10	17	16	19.6
Color del peciolo	v	C	c	vp
Estado de los soros	4	3	4	0

17/08/01

Longitud de fronda (cm)	37.2	33.8	37	37.2
Ancho de fronda (cm)	22	10.4	13.8	14.8
Longitud de peciolo (cm)	10	17	16	19.6
Color del peciolo	c	C	c	vp
Estado de los soros	5	3	4	0
Plagas y enfermedades	p y e	P y e	p y e	p y e

31/08/01

Longitud de fronda (cm)	37.2	33.8	37	37.2
Ancho de fronda (cm)	22	10.4	13.8	14.8
Longitud de peciolo (cm)	10	17	16	19.6
Color del peciolo	c	C	c	vp
Estado de los soros	5	4	4	0
Plagas y enfermedades	p y e	P y e	p y e	p y e

Cuadro 6. Las Nubes, colonia 2.

05/06/01

	1	2	3	4
Longitud de fronda (cm)	41.4	63.6	43.8	
Ancho de fronda (cm)	17.6	40.8	27.4	
Longitud de peciolo (cm)	10.4	18	10.6	

21/6/2001

Longitud de fronda (cm)	42.5	65.4	43.8	19.4
Ancho de fronda (cm)	18.4	41	24	24
Longitud de peciolo (cm)	11.2	18	10.4	15.8
Color del peciolo	vp	Vp	vp	v
Estado de los soros	0	3	0	0

Densidad de frondas

19/07/01

Longitud de fronda (cm)	43.2	'----	43.6	63.6
Ancho de fronda (cm)	19	'-----	21	19.8
Longitud de peciolo (cm)	11.6	'-----	18.4	29
Color del peciolo	vp	'-----	vp	v
Estado de los soros	0	'-----	0	0

Densidad de frondas

09/08/01

Longitud de fronda (cm)	43.2		43.7	68.6
Ancho de fronda (cm)	19		28.4	20.8
Longitud de peciolo (cm)	10.6		10.4	30.8
Color del peciolo	vo		vo	vp
Estado de los soros	0		0	0

17/08/01

Longitud de fronda (cm)	43.2		43.7	68.6
Ancho de fronda (cm)	19		28.4	20.8
Longitud de peciolo (cm)	10.6		10.4	30.8
Color del peciolo	vp		vp	vp
Estado de los soros	0		0	0
Plagas y enfermedades	p y e		p y e	p y e

31/08/01

Longitud de fronda (cm)	43.2		43.7	68.6
Ancho de fronda (cm)	19		28.4	20.8
Longitud de peciolo (cm)	10.6		10.4	30.8
Color del peciolo	vp		vp	vp
Estado de los soros	0		0	0
Plagas y enfermedades	p y e		p y e	p y e

Cuadro 7. Samororo Colonia 1.

	1	2	3	4	5
Longitud de fronda (cm)	19.4	50	38.2	30	52
Ancho de fronda (cm)	13.4	22	17.6	17.4	27
Longitud el peciolo (cm)	10.7	19.8	12.8	10.8	17

25/06/01

Longitud de fronda (cm)	30.2	51.1	38.3	30	52.4
Ancho de fronda (cm)	12	22	16.8	16.2	26
Longitud el peciolo (cm)	11	20	13	10.8	17
Color del peciolo	c	C	c	c	c
Estado de los soros	3	4	4	3	4

12/07/01

Longitud de fronda (cm)	30.2	51.4	38.4	30	52.4
Ancho de fronda (cm)	12	22	17.5	16.2	26
Longitud el peciolo (cm)	11	20	13	10.8	17
Color del peciolo	c	C	c	c	c
Estado de los soros	4	4	4	4	4

27/07/01

Longitud de fronda (cm)	30.2	51.4	38.4	30	52.4
Ancho de fronda (cm)	12	22	17.5	16.2	26
Longitud el peciolo (cm)	11	20	13	10.8	17
Color del peciolo	c	C	c	c	c
Estado de los soros	4	4	4	4	4
Plagas y enfermedades	p y e	E	p y e		p y e

10/08/01

Longitud de fronda (cm)	30.2	51.4	38.4	30	52.4
Ancho de fronda (cm)	12	22	17.5	16.2	26
Longitud el peciolo (cm)	11	20	13	10.8	17
Color del peciolo	c	C	c	c	c
Estado de los soros	4	5	5	5	5
Plagas y enfermedades	p y e	E	p y e		p y e

23/09/01

Longitud de fronda (cm)	30.2	51.4	38.4	30	52.4
Ancho de fronda (cm)	12	22	17.5	16.2	26
Longitud el peciolo (cm)	11	20	13	10.8	17
Color del peciolo	c	C	c	c	c
Estado de los soros	5	5	5	5	5
Plagas y enfermedades	p y e	E	p y e	p y e	p y e

06/09/01

Longitud de fronda (cm)	30.2	51.4	38.4	30	52.4
Ancho de fronda (cm)	12	22	17.5	16.2	26
Longitud el peciolo (cm)	11	20	13	10.8	17
Color del peciolo	c	c	c	c	c
Estado de los soros	5	5	5	5	5
Plagas y enfermedades	p y e	e	p y e	p y e	p y e

Cuadro 8. Samororo, colonia 2.

Fecha 08/06/2001

	1	2	3	4	5
Longitud de fronda (cm)	12.8	47.4	51.4	59.3	64.2
Ancho de fronda (cm)	12.2	14	16	28	19
Longitud el peciolo (cm)	3.6	18	16.6	18.6	28

8 frondas/0.25 m<sup>2</sup>

25/06/01

Longitud de fronda (cm)	12.9	48.2	52.8	60.5	64.5
Ancho de fronda (cm)	12	12.4	18.2	30.6	22.6
Longitud el peciolo (cm)	3.4	18.2	17	18	28
Color del peciolo	c	Vp	c	c	c
Estado de los soros	0	1	3	4	4

12/07/01

Longitud de fronda (cm)	12.9	48.2	52.8	60.5	64.5
Ancho de fronda (cm)	12	15	18.2	30.6	25.5
Longitud el peciolo (cm)	3.6	18	17	18.2	28
Color del peciolo	vp	vp	c	c	c
Estado de los soros	0	2	4	4	4

27/07/01

Longitud de fronda (cm)	12.9	48.2	52.8	60.2	64.5
Ancho de fronda (cm)	12	15	21.6	30	26
Longitud el peciolo (cm)	3.6	18.2	17	18.2	28
Color del peciolo	vp	vp	c	c	c
Estado de los soros	0	3	4	4	4
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e

10/08/01

Longitud de fronda (cm)	12.9	48.2	52.8	60.2	64.5
Ancho de fronda (cm)	12	15	21.6	30	26
Longitud el peciolo (cm)	3.6	18.2	17	18.2	28
Color del peciolo	vp	vp	c	c	c
Estado de los soros	0	3	4	4	4
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e

23/09/01

Longitud de fronda (cm)	12.9	48.2	52.8	60.2	64.5
Ancho de fronda (cm)	12	15	21.6	30	26
Longitud el peciolo (cm)	3.6	18.2	17	18.2	28
Color del peciolo	vp	vp	c	c	c
Estado de los soros	0	4	5	5	5
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e

06/09/01

Longitud de fronda (cm)	12.9	48.2	52.8	60.2	64.5
Ancho de fronda (cm)	12	15	21.6	30	26
Longitud el peciolo (cm)	3.6	18.2	17	18.2	28
Color del peciolo	vp	vp	c	c	c
Estado de los soros	0	4	5	5	5
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	p y e	p y e

Cuadro 9. La Sierra, colonia 1.

Fecha 17/05/01

	1	2	3	4
Longitud de fronda en cm	40.8			
Ancho de fronda en cm	6.8			
Longitud de peciolo	25			

Fecha 07/06/2001

Longitud de fronda en cm	57	10.6		
Ancho de fronda en cm	16.6	1.6		
Longitud de peciolo	25	9		

Densidad de frondas 7 frondas/0.25 m2  
densidad/m2 28

20/6/2001

Longitud de fronda en cm	61.4	13.2		
Ancho de fronda en cm	21.6	13.2		
Longitud de peciolo	24.8	9.4		
Color del peciolo	vp	V		
Estado de soros	0	0		

11/07/01

Longitud de fronda en cm	61.4	13.2	17	5
Ancho de fronda en cm	28	6	2	0.3
Longitud de peciolo	24.8	9.6	13.6	4.5
Color del peciolo	vp	V	v	v
Estado de soros				

26/07/01

Longitud de fronda en cm	61.4	14.2	25	21	20
Ancho de fronda en cm	29.2	7.8	11.2	4.2	2.4
Longitud de peciolo	24.4	9.7	14.4	15	16.6
Color del peciolo	vp	Vp	v	v	v
Estado de soros	0	0	0	0	0
Plagas y enfermedades		E			

09/08/01

Longitud de fronda en cm	62	14.2	25	24.6	31.7
Ancho de fronda en cm	29	7.8	11.2	10.4	14
Longitud de peciolo	26.2	9.7	14.4	15.2	18
Color del peciolo	vp	Vp	vp	v	v
Estado de soros	0	0	0	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p ye	e	e	

23/08/01

Longitud de fronda en cm	62	14.2	25	24.6	39.9
Ancho de fronda en cm	29	7.8	11.2	13.2	16.4
Longitud de peciolo	26.2	9.7	14.4	13.6	18
Color del peciolo	vp	Vp	vp	vp	v
Estado de soros	0	0	0	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p ye	e	e	p

05/09/01

Longitud de fronda en cm	62	14.2	25	24.6	43
Ancho de fronda en cm	29	7.8	11.2	13.2	20.8
Longitud de peciolo	26.2	9.7	14.4	13.6	18
Color del peciolo	vp	Vp	vp	vp	vp
Estado de soros	0	0	0	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p ye	e	e	p

Cuadro 10. La Sierra, colonia 2.

Fecha 07/06/2001

	1	2	3
Longitud de fronda en cm	34.6	83	42.7
Ancho de fronda en cm	2	29.4	6.6
Longitud de peciolo	25.3	29.6	24.5

13 frondas/m2

13 Promedio 19

20/6/2001

Longitud de fronda en cm	42.6	82	48.2
Ancho de fronda en cm	14	27.6	18.6
Longitud de peciolo	25.4	29.8	24.4
Color del peciolo	vp	C	vp
Estado de soros	2	3	2



11/07/01

Longitud de fronda en cm	42.5	82.5	52.4	
Ancho de fronda en cm	22.8	27.2	14.5	
Longitud de peciolo	25	30.4	24.2	
Color del peciolo	vp	C	vp	
Estado de soros	3	4	2	

26/07/01

Longitud de fronda en cm	42.5	82.5	53	19.4
Ancho de fronda en cm	24.6	29	14.6	2.8
Longitud de peciolo	25	30	24.8	14.2
Color del peciolo	vp	c	vp	c
Estado de soros	4	5	3	0
Plagas y enfermedades	p y e	p y e		

09/08/01

Longitud de fronda en cm	42.5	82.5	53	24.4	22.8
Ancho de fronda en cm	24.6	29	14.6	5.4	7.4
Longitud de peciolo	25	30	24.8	14.2	11
Color del peciolo	vp	c	vp	vp	vp
Estado de soros	4	5	3	0	2
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e		e

23/08/01

Longitud de fronda en cm	42.5	82.5	53	26.8	24.8
Ancho de fronda en cm	24.6	29	14.6	6.6	9.6
Longitud de peciolo	25	30	24.8	14.6	11
Color del peciolo	vp	c	vp	vp	vp
Estado de soros	4	5	3	0	2
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e		e

05/09/01

Longitud de fronda en cm	42.5	82.5	53	27.6	25.4
Ancho de fronda en cm	24.6	29	14.6	6.8	10
Longitud de peciolo	25	30	24.8	14.8	11.2
Color del peciolo	vp	C	vp	vp	vp
Estado de soros	4	5	3	0	2
Plagas y enfermedades	p y e	p y e	p y e	e	p y e

### Cuadro 11. La Soledad Grande

25/5/2001

	1	2	3	4	5
Longitud de fronda (cm)	10	10			
Ancho de fronda (cm)	1.2	1.2			
Longitud de peciolo	8	8			

08/06/01

Longitud de fronda (cm)	26.6	25.8	12.2	60.8	12
Ancho de fronda (cm)	4	2.4	1.6	37.4	1.4
Longitud de peciolo	19.4	20.4	10.8	39.4	9.6

15/6/2001

Longitud de fronda (cm)	33.3	37.6	21.2	70	16.8
Ancho de fronda (cm)	6.4	6	2.8	10	3
Longitud de peciolo	20.2	29	18.2	39.4	12.6
Color del peciolo	v	v	v	v	v
Estado de Soros	0	0	0	0	0

25 frondas por 2 m2 -----

Densidad de Frondas -----

30/6/2001

Longitud de fronda (cm)	44.6	59.8	43.6	82.4	25.3
Ancho de fronda (cm)	19	17.5	8	30	9
Longitud de peciolo	21	30	29.4	36.2	13.4
Color del peciolo	v	v	v	v	v
Estado de Soros	1	1	0	1	0

20/07/01

Longitud de fronda (cm)	54.6	74.8	64.1	94.6	31.2	19.2	36
Ancho de fronda (cm)	32.4	37.8	26.4	36	14.4	8	5.2
Longitud de peciolo	19.8	30	30	39.4	13.8	10.4	24.5
Color del peciolo	v	v	v	vo	v	v	v
Estado de Soros	1	2	1	2	0	0	0

02/08/01

Longitud de fronda (cm)	56	80.8	68.4	96.4	31.2	27.8	54.3
Ancho de fronda (cm)	32.4	50.2	37.2	40	14.4	14.8	19
Longitud de peciolo	20.2	30.4	30	39	13.6	10.4	25
Color del peciolo	v	v	v	vo	v	v	v
Estado de Soros	1	2	1	2	0	0	1
Plagas y enfermedades		p	p	p y e			

16/08/01

Longitud de fronda (cm)	57	83	69	96.4	31.4	32.6	64.5	29.3	38	33.2
Ancho de fronda (cm)	31.4	50	37.4	40	14.4	19.2	29.4	8.6	13.4	20
Longitud de peciolo	20.2	30.4	30	39	13.6	11	24.4	18.6	22.2	10.8
Color del peciolo	v	vp	v	v	V	v	v	v	v	v
Estado de Soros	2	3	2	2	0	0	2	0	0	0
Plagas y enfermedades	p	p	p	p y e	E	p y e	p y e		p	p

30/08/01

Longitud de fronda (cm)	57	83	69	96.4	31.4	34.6	66.8	34.8	44.4	38.5
Ancho de fronda (cm)	31.4	50	37.4	40	14.4	19	42.6	17	19	27
Longitud de peciolo	20.2	30.4	30	39	13.6	11	25.2	18.6	22.2	10.8
Color del peciolo	v	vp	vp	v	v	v	v	v	v	v
Estado de Soros	3	3	3	3	0	1	2	0	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	p	p	p y e	E	p y e	p y e	p	p	P

14/09/01

Longitud de fronda (cm)	57	,-----	69	96.4	31.4	34.6	74	37.4	49	39
Ancho de fronda (cm)	31.4	,-----	37.4	40	14.4	19	42.6	19.6	24.6	28.4
Longitud de peciolo	20.2	,-----	30	39	13.6	11	25.2	18.6	22.2	10.8
Color del peciolo	v	,-----	vp	v	V	v	v	v	v	V
Estado de Soros	3	,-----	3	3	0	1	2	0	0	0
Plagas y enfermedades	p y e	,-----	p	p y e	e	p y e	p y e	p	p	P

\*Esta fronda se cayo

\*