

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
Y AGROPECUARIAS.  
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



UTILIZACION DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL  
CRECIMIENTO DE HELECHOS ORNAMENTALES.

---

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO  
PRESENTAN:  
SANTIAGO PASCUAL DIMAS  
FRANCISCO PLASCENCIA RUELAS  
FELIPE DE JESUS SOLANO CURIEL  
Las Agujas Mpio. de Zapopan, Jal. Nov. 1994

---



COMITE DE TITULACION

SOLICITUD Y DICTAMEN

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION.  
P R E S E N T E.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la Facultad de Agronomía, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TESIS PROFESIONAL, con el tema:

**UTILIZACION DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO DE HELECHOS ORNAMENTALES**

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE TITULACION.

MODALIDAD: Individual ( ) Colectiva (X).

Nombre del Solicitante	Código	Generación	Orientación o Carrera	Firma del Solicitante
SANTIAGO PASCUAL DIMAS	084725188	87-92	FITOTECNIAS	<i>[Firma]</i>
FRANCISCO PLASCENCIA RUELAS	078 503939	79-84	SUELOS	<i>[Firma]</i>
FELIPE DE JESUS SOLANO CUIREL	078622954	82-87	EXT.AGR.	<i>[Firma]</i>

Fecha de Solicitud: 1º DE SEPTIEMBRE DE 1994

DICTAMEN OFI92063/94 OSU84063/94  
OEAB7063/94

APROBADO (X) NO APROBADO ( ) CLAVE: \_\_\_\_\_

ASESOR: ING. ROBERTO JIMÉNEZ GARCÍA DIRECTOR: M.C. MARIO ALBERTO RUIZ LOPEZ  
ASESOR: M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

ASESOR: ING. ROBERTO JIMÉNEZ GARCÍA DIRECTOR: M.C. MARIO ALBERTO RUIZ LOPEZ  
ASESOR: M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA  
VO.BO. PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION FECHA: 15 DE SEPTIEMBRE DE 1994

**DEDICATORIA**

Respetuosamente

a la memoria de:

Felipe de Jesús  
Solano Curiel

Adriana Salcedo  
Vda. de Solano

## AGRADECIMIENTOS

### *A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA*

En especial a la Facultad de Agronomía, por haberle dado la oportunidad, de realizar una mejor formación académica, al ingresar en sus aulas.

### *A SUS MAESTROS*

Por los conocimientos transmitidos a través de su enseñanza.

### *ESPECIALMENTE A*

BIOL. M.C. MARIO ALBERTO LOPEZ RUIZ

ING. M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

ING. ROBERTO JIMENEZ GARCIA

ING. QUI. LILIAN VILLARINO MIRANDA

Por su valiosa colaboración para la realización de este trabajo.

### *A DIOS*

Por haberme dado durante estos 12 años al mejor esposo, amigo, compañero y padre de mis hijos.

### *A MIS HIJOS*

Porque sepan conservar este trabajo como un recuerdo de su padre que siempre los quiso.

### *A SUS PADRES*

Con mucho cariño y respeto por el mejor de los hijos.

### *A SUS HERMANAS*

Con cariño por tantos recuerdos vividos desde la infancia.

### *A FRANCISCO Y DIMAS*

Por su constancia y empeño que demostraron para la realización de esta Investigación.

## CONTENIDO

RESUMEN	i
1. INTRODUCCION	1
1.1 OBJETIVOS E HIPOTESIS	3
1.2 JUSTIFICACION	3
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 FILICINEAS O HELECHOS	4
2.2 MORFOLOGIA	4
2.3 REPRODUCCION	7
2.4 CULTIVO	10
2.5 PROPAGACION	12
2.6 DESCRIPCION DE ESPECIES EN ESTUDIO	12
2.7 DESCRIPCION DE LOS SUSTRATOS	15
3. MATERIALES Y METODOS	23
3.1 LOCALIZACION DEL AREA DE TRABAJO	23
3.2 MATERIAL BIOLÓGICO	23
3.3 METODOLOGIA	24
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	25
4. RESULTADOS	26
5. DISCUSION	41
6. CONCLUSIONES	44
7. LITERATURA CONSULTADA	45
8. APENDICE	48

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad conocer el efecto de diversos sustratos mezclados sobre el crecimiento esporofítico de los helechos *Adiantum raddianum*, *Cyrtomium falcatum* y *Pteris cretica*, bajo condiciones de invernadero. Para lo cual se utilizaron mezclas compuestas por turba-jal, turba-estopa, tierra de campo-jal, tierra de campo-estopa y turba-tierra de campo, a los que se le efectuó previamente un análisis físico-químico.

El experimento se agrupó en bloques al azar bajo un diseño estadístico factorial de  $5 \times 3$ , cinco mezclas, tres especies de helechos con tres repeticiones (45 individuos en total). Se realizaron mediciones semanales de la longitud de las frondas mayores de cada especie por separado y por cada mezcla.

Los resultados obtenidos fueron interpretados mediante un análisis simple de varianza, prueba de Tukey y un análisis de regresión lineal simple, para conocer el efecto de los sustratos sobre el crecimiento de estas plantas.

Los sustratos empleados revelaron aceptables características físico-químicas y los helechos respondieron favorablemente a las mezclas en diferentes formas, sin embargo no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento total por cada especie.

## 1. INTRODUCCION

Los helechos son plantas que evolucionaron mucho antes que las plantas de floración, son descendientes de las algas marinas, fueron los primeros vegetales adaptados a la vida terrestre, por poseer aparato circulatorio, esqueleto rígido y hojas de gran tamaño, todo esto gracias a su capacidad para sintetizar lignina.

De acuerdo con fósiles encontrados la síntesis de lignina se remonta a 400 millones de años, cuando una sequía asoló la tierra y algunas algas desarrollaron vasos leñosos. Por registros arqueológicos se sabe que los helechos son sumamente antiguos, estimados por lo menos 200 millones de años ya que se han encontrado restos de rocas del Paleozoico. Los helechos alcanzaron su máximo desarrollo durante el período carbonífero, aunque después de eso han sufrido una fuerte regresión y en la actualidad ocupa un lugar secundario con respecto a las fanerógamas (Wittes, 1976).

Los helechos se encuentran muy bien adaptados a diferentes habitats en la naturaleza, ya que existen en el suelo, en los troncos de los árboles, sobre rocas y en forma acuática, así mismo se les puede localizar en diversos climas como los templados, tropicales y hasta en zonas semiáridas (Pacheco y Loera, 1985).

No necesitan luz solar directa, ni intensa, por lo que pueden emplearse como plantas decorativas, debido a la delicadeza de sus frondas, elegancia, el color verde brillante de su follaje y los pocos requerimientos nutricionales de algunas especies (Hessayon, 1990).

Debido a su forma, colorido, porte y gran variedad de especies, los helechos son de las plantas con mayor demanda ornamental que muchas plantas con flor e inclusive por su hábito de crecimiento son más deseables para interiores (Bovghton, 1963).

Sin embargo, pocos estudios se han realizado para estimular el crecimiento de los helechos, y sólo se ha reportado estudios para inducir la germinación de esporas mediante el uso del fotoperiodo, pre-tratamiento de las esporas con sustancias químicas (NaClO) y de fitohormonas (Grill, 1988; Miller and Greany, 1974; Miller and Wagner, 1987; Takeno et al, 1989).

Así mismo, se reportan trabajos sobre la aplicación de fitohormonas para estimular el desarrollo esporofítico con *T. heracleifolia* con buenos resultados (Ruiz et al, 1993).

El empleo de diversos sustratos mezclados para darle la consistencia y cubrir los requerimientos de las plantas es una práctica común en las plantas ornamentales, y dependiendo de sus características físico-químicas se utilizaran en diferentes especies vegetales.

Actualmente se han descrito más de 10,000 especies que forman aproximadamente 150 géneros, que a su vez se agrupan en 15 o más familias y taxonómicamente pertenecen a la familia Filicinae de la superclase Pteridophyta (Wittes, 1976).

De estas 10,000 especies silvestres, unas mil crecen en nuestro país y mas de 200 se encuentran en el Estado de Jalisco (Mickel et al., 1987; Mc Vaugh, 1991)

Sin embargo sólo se explotan algunas especies de manera comercial, debido a su lento crecimiento. Por lo que estas plantas son substraídas de sus habitats naturales para su comercialización.

Sánchez y García (1990), han reportado que debido a la gran demanda de plantas ornamentales que existe en la actualidad, los helechos son de las especies que se encuentran en peligro de extinción por lo que es importante implementar nuevas técnicas para su propagación, donde el uso de diferentes tipos de sustratos podría ser una buena opción.



## 1.1 OBJETIVOS E HIPOTESIS.

### OBJETIVOS:

Evaluar el efecto de diferentes mezclas de sustratos sobre el crecimiento de tres especies ornamentales de helechos.

### HIPOTESIS:

El crecimiento de los helechos se debe entre otras cosas al buen aporte de nutrientes, aereación adecuada, retención de humedad y permeabilidad, por lo que el uso de sustratos con estas características permitirá obtener un buen crecimiento en estos vegetales.

## 1.2 JUSTIFICACION.

Los helechos como plantas ornamentales han adquirido una gran importancia económica en los últimos años, por lo que ha motivado a buscar técnicas adecuadas para la propagación de estas especies y para acelerar su crecimiento ya que éste es muy lento en la mayoría de las especies.

Entre los factores que contribuyen a acelerar el crecimiento y desarrollo de los helechos se encuentran:

La temperatura, la luz, fertilización adecuada y buen sustrato.

Por lo que la presente investigación tiene por objeto acelerar el crecimiento de la misma, mediante la utilización de un sustrato óptimo.

## 2. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1 FILICINEAS O HELECHOS:

Los helechos son plantas criptógamas, que crecen en lugares húmedos y sombríos (Montes y Ruiz, 1993). En las regiones templadas, esas filicineas habitan en la maleza y algunas son acuáticas.

A los helechos se les ha dado uso principalmente como plantas ornamentales pero también se utilizan en la fabricación de muebles y soportes de cultivos en invernaderos, en medicina son muy utilizados por sus cualidades vermífugas, abortivos, anestésicos, antifebriles, astringentes, etc. También son empleados como fumaratos, alimenticios, textiles, de relleno, para pulir metales, como insecticidas, retenedores de suelo y en la elaboración de figuras ornamentales entre otros (Arreguin, 1987).

### 2.2 MORFOLOGIA.

La planta madura del helecho está constituida de las mismas partes que las otras plantas: raíces, tallo y hojas, conocidas mas bien como frondas; éstas son estípitadas, rara vez sésiles, articuladas con el rizoma o con el raquis; morfológicamente pueden ser enteras, recortadas, acerradas, liciniadas, dentadas y pinadas; llegando a medir desde pocos milímetros, hasta tres metros de largo o más (Mickel y Beitel, 1988).

#### RAIZ

Las raíces nacen en el tallo, en la base de los botones peciolados y en las especies epífitas a lo largo y al lado ventral del tallo, adherido a la corteza de los troncos; el grosor varía desde 0.25 a 5 mm, de diámetro (Mickel y Beitel, 1988). Un corte transversal de una raíz de helecho muestra, visto desde el microscopio, los tejidos siguientes:

a) Una corteza cuyas células periféricas, hacia la punta de la raíz, se alargan en pelos absorbentes.

- b) Un endodermo formado de una capa de células en un marco de suberina.
- c) Un periciclo formado de una o varias capas de células.
- d) Dos hacecillos liberianos o facículos formado de tubos cribosos.
- e) Dos hacecillos leñosos formados de vasos imperfectos y sobre todo escaliformes.

Estos hacecillos se tocan en el centro de la raíz y se separan uno de otro los hacecillos liberianos.

Conforme envejece la raíz, las células de la corteza se lignifican y se transforman en un esclerénquima pardo que aumenta la resistencia del órgano.

Las células producidas por su cara externa constituyen una cofia protectora.

Las ramificaciones o radículas se forman a expensas del endodermo (Larousse, 1982).

#### TALLO

Es relativamente incóspicu, algunos son rastreros y se propagan sobre la superficie de la tierra, debajo del suelo o de los fangos, también los hay cortos, globosos o en forma nudosa; en éste caso se les da el nombre de rizomas y suelen estar cubiertos de escamas delgadas protectoras. Las longitudes varían con la especie; puede haber desde algunos pocos milímetros hasta diez o mas metros (helechos arborescentes) (Rovirosa 1978, Mickel y Beitel 1988).

Los tallos contienen haces conductores de estructura compleja, con una parte leñosa (xilema) en la que se transporta agua y sales, y una parte cribosa (floema), que sirve para la conducción de productos de la fotosíntesis (Hans y Masselink 1982).

El tallo bien sea subterráneo (rizoma) o aéreo (estípite), visto con el microscopio en forma transversal, presenta la serie de tejidos siguientes:

- a) Una epidermia con estomas.

- b) Una corteza o parénquima cortical.
- c) Un endodermo en un marco de suberina.
- d) Un periciclo.
- e) Un anillo de líber.
- f) Un hacecillo leñoso que ocupa todo el centro del órgano.

El conjunto del periciclo, del anillo liberiano y del hacecillo leñoso constituye en cilindro central o estela.

La estructura monoestélica de la base se transforma en poliestélica. Cada una de las ramificaciones se compone de leño central y del líber periférico, rodeado éste a su vez por un periciclo y un endodermo.

A menudo que el tallo envejece y exige una mayor resistencia, cierta parte de su corteza se transforma en esclerénquima pardo, que se distingue a simple vista sobre los cortes transversales que, a veces parecen letras groseramente dibujadas.

Fuller et al., (1974), indica que todos los órganos de la planta presentan xilema y floema primario, sin embargo, hay ausencia de tejidos secundarios debido a que los helechos carecen de cambium vascular.

#### HOJAS

Estas pueden ser simples (escolopendra) o recortadas (polipodio, helecho macho, culantrillo, etc.). Cuando éstas hojas son nuevas están circinadas o enrolladas en forma de cayado. Las hojas constan de peciolo y éste a su vez se encuentra seccionado en pinas llevados por un folículo central (el raquí). La anatomía de la mayoría de las hojas es bastante complicada y al menos en algunas especies, pueden reconocerse capas de tejido tales como epidermis, parénquima en empalizada y parénquima lagunar o esponjoso. Los helechos acuáticos presentan una organización distinta; sus grandes hojas pueden contener grandes cámaras de aire. Un ejemplo de éste tipo es la hoja flotante del helecho *Salvinia*, en el que además hay unas hojas transformadas en estructuras parecidas a raíces (Hans y Masselink, 1982).

En un corte transversal se distinguen las partes siguientes de las hojas:

a) Una epidermis superior y otra inferior, ambos provistos de estomas, que contienen clorofila. Pero hay que señalar que éste último carácter es muy raro en una epidermis y denota una existencia acuática o un medio muy húmedo. Además la pared externa no está cutinizada (las hojas de los helechos resisten mal la desecación).

b) Nervaduras que son las prolongaciones de las estelas del tallo pero cuya estructura se simplifica cada vez más hasta terminar constituida por algunos vasos leñosos liberianos.

Cada hoja crece gracias a una célula inicial tetraédrica, situada en su ápice. En las frondas fértiles se encuentran las células reproductoras, las esporas, que nacen en el interior del esporangio y éstos a su vez se encuentran en la epidermis del envés de las frondas, en puntos determinados, formando los soros (Rovirosa, 1976).

### 2.3 REPRODUCCION.

Las características principales del ciclo de vida del helecho son básicamente las mismas que las de las plantas de esporoficación libre.

Esto se caracteriza por la presencia de megáfílos que suelen ser hojas grandes de estructura compleja y con numerosos nervios, poseen un rizoma del cual nacen las hojas, como consecuencia la porción epígea del cuerpo de la planta consta únicamente de hojas mantenidas erectas por peciolo relativamente robustos.

El helecho es un esporofito, en la época de su reproducción vemos que en las hojas fértiles se encuentran las células reproductoras, las esporas, que nacen en el interior de los esporangios y por lo general se encuentran en la epidermis del envés de las frondas, en puntos determinados, formando los soros (Rovirosa, 1976).

A veces los esporangios están desnudos, pero otras están protegidos por unas pequeñas membranas o inducios que tienen la forma de cestillo o de un paraguas.

El tipo de reproducción de éstos vegetales es por alternancia de generaciones, es decir la etapa asexual o esporofítica es en donde se reproducen las esporas asexuales, que al encontrar condiciones favorables germinan y dan lugar a la etapa sexual o la gametofítica, en donde se lleva a cabo la formación del helecho verdadero lo que da inicio a la etapa esporofítica y así sucesivamente (Mickel, 1979).

Cada esporangio comprende un pedículo formado de varias células con una parte vejigosa, que viene a tener un tamaño de una cabeza de alfiler y que, examinada en el microscopio, presenta la composición siguiente:

- a) Una hilada externa de células que, siguiendo un meridiano del esporangio, tiene sus paredes internas y laterales lignificadas (vista en sección, tiene la forma de U). Esta primera hilada se llama mecánica, por que va a servir para abrir esporangios.
- b) Una segunda hilada de células llamadas nutricias por que van a servir para la nutrición de la espora.
- c) En el centro una aglomeración de células fértiles o células madres de esporas, en número de 16.

Cada célula fértil produce cuatro esporas que forman una tetráda, por lo que en total hay 64 esporas. La hilada nutricia desaparece y sólo subsiste la mecánica, y bajo el efecto de desecación, se produce la abertura o dehiscencia del esporangio.

He aquí como funciona la hilada mecánica.

Por la sequedad del aire, cada célula arroja vapor de agua y disminuye de volumen. Las células que tienen sus paredes laterales e internas lignificadas sólo pueden encogerse por la cara externa, que permanece delgada y celulósica, lo que produce una tirantez sobre toda la cara externa del esporangio y un desgarramiento de la pared, con la cual son lanzadas las esporas al aire.

La germinación de una espora no engendra un nuevo helecho, sino un protalo, pequeña lámina delgada y plana de color verde en forma acorazonada, de apenas unos milímetros de longitud. El protalo se encuentra unido al

suelo y tiene una vida independiente gracias a su clorofila y a los pelos absorbentes o rizoides que parten de su cara inferior, los cuales penetran en la superficie del suelo para fijar el gametofito joven (Raghavan y Huckaby, 1980; Greulah y Edison, 1987).

Ahora bien sobre el protalo no tardarán en aparecer órganos machos o anteridios y órganos hembras o arquegonios.

Los anteridios están situados en la cara inferior de la punta del protalo entre los pelos absorbentes. Los anteridios son cajitas sin pedículo, cuya pared, formada de una sola capa de células, se abre a su madurez para dejar en libertad a los anterozoides. La célula terminal es la que se levanta como una tapadera bajo la influencia de la humedad. Los anterozoides son células casi reducidas a su núcleo que están enrolladas en forma espiral. En la extremidad puntiaguda se encuentra una mata de cilio vibrátiles.

Los arquegoneos tienen, forma de botella, pero están incluidos en el protalo y solo dejan salir el cuello, obstruido por un tapón musilaginoso y adherente. En el interior del arquegoneo se encuentra la oosfera o gameto hembra.

Si tenemos en cuenta que los arquegoneos están situados, como los anteridios, en la cara inferior del protalo (pero hacia su escotadura), comprendemos que basta a los anterozoides una sola gota de agua para poder nadar al encuentro del tapón adhesivo de esos órganos huecos. Por otra parte, el ácido málico contenido por ese tapón pegajoso ejerce un poder de atracción. Naturalmente, la fecundación es, en ese caso, heterógama, ya que los gametos son muy diferentes uno de otro.

El óvulo o cigoto, una vez constituido, se divide en dos y después en cuatro células, que continúan dividiéndose dando lugar a un embrión simple que se desarrolla en un esporangio joven (Greulah y Edison, 1987). Una de esas células forma el pie o chupador que se unde en el protalo y sirve para cubrir el embrión. La segunda célula forma la raíz; la tercera engendra el tallo y la cuarta da nacimiento a la primera hoja.

Este embrión vive parasitariamente sobre el protalo hasta llegar a poseer clorofila y transformarse en autotrofo, ya establecido en esporofito, el gametofito se marchita y desaparece. Perfeccionándose, poco a poco, se convierte en un nuevo helecho.

#### 2.4 CULTIVO.

Los factores que influyen en el cultivo de helechos varían con la especie y en habitat que se desarrolle, sin embargo, se pueden considerar los siguientes aspectos:

##### LUZ

La mayor parte de las especies de helechos son de zonas tropicales donde crecen bajo el follaje de los árboles, por lo que no necesitan luz solar directa ni intensa, por lo que se pueden emplear como plantas decorativas para interiores.

Para la explotación comercial es recomendable utilizar una malla sombra que proporciona aproximadamente 70% de sombreado, bajo éstas condiciones los helechos producirán fronda de un color verde intenso.

##### TEMPERATURA

Todas las funciones y procesos fisiológicos de una planta se efectúan dentro de ciertos límites de temperatura que por lo general es muy estrecho.

Algunos procesos como la respiración, crecimiento y fotosíntesis tienen diferentes respuestas a la temperatura que pueden ser distintas en caso de que no existan otros factores limitantes (Ortiz, 1986).

La temperatura recomendada para el buen crecimiento de los helechos es de 15 a 25°C, cuando esta aumenta debe de incrementarse la humedad; por el contrario si desciende en crecimiento vegetal va cesando hasta que se interrumpe a los 10°C, sin que por ello afecte la salud de la planta, el helecho sencillamente inicia su letargo como protección a las bajas temperaturas (Ruiz, 1990).



#### HUMEDAD

Normalmente éstas plantas son de lugares húmedos por lo que necesitan de riego abundante que proporcione a las raíces humedad suficiente, siempre que la temperatura permanezca a más de 15°C, con temperaturas menores de 15°C, durante dos o tres días requiere de menos humedad, debido a que la planta entra en aletargamiento y un exceso de agua durante este período pudre la raíz (Ruiz, 1990).

#### FERTILIZACION

Como los helechos son plantas de follaje sin flores se debe estimular el color verde brillante de sus frondas utilizando fertilizante ricos en nitrógeno, que deben utilizarse en forma líquida, en dosis moderadas, debido a que los helechos son más susceptibles a lesionarse con dosis altas de nitrógeno.

#### SUSTRATOS

En su habitat natural, los helechos crecen en lugares ricos en materia orgánica y con textura porosa, por lo que el sustrato a emplearse deberá proporcionar características similares.

#### TRASPLANTE

Este se lleva a cabo cuando el espacio de cultivo termina por el crecimiento de las plantas. En condiciones buenas de luz, calor, riego y fertilización esto sucede cada seis o siete meses. El tiempo más adecuado para el trasplante es la primavera o comienzos de verano.

## 2.5 PROPAGACION

Según la morfología del helecho, pueden emplearse uno o varios métodos de propagación. El método más usado es la división de rizoma que se practica en plantas con rizoma subterráneo o rastrero, cada trozo de rizoma debe contener varias frondas, ya que estas pueden secarse, sin embargo con un buen riego brotarán nuevas frondas. El rizoma se coloca en el sustrato de cultivo, el cual debe estar húmedo constantemente, para esto se cubre con plástico transparente y se riega durante 3 a 4 semanas, para posteriormente descubrirse gradualmente (Hartman y Kester, 1989).

La siembra de esporas "ex situ" es otra de las formas de propagación; donde se ha comprobado en estudios realizados que la ausencia de luz de color rojo polarizado o azul induce la germinación de las esporas debido a la interacción de la absorción de la luz de este tipo con el pigmento fitocromo (Towill and Ikuma, 1973; Miller and Greany, 1974).

Otros autores (Huckaby y Raghavan, 1981) han utilizado la germinación de las esporas "In vitro" para realizar estudios taxonómicos de especies emparentadas.

## 2.6 DESCRIPCION DE ESPECIES EN ESTUDIO.

*Adiantum raddianum* Presl.

Son pocas las especies de *Adiantum* que se explotan comercialmente, ejemplo; *A. tenerum* y *A. raddianum*, cuyas frondas presentan tonos rojizos de jóvenes. Los peciolos delgados, casi alámbricos y de color pardo oscuro a negro.

Familia: Adiantaceae.

Origen: Regiones tropicales, sobre todo de América.

Condición de cultivo: En penumbra y con poco de sol. Temperatura ambiental y del suelo nunca por debajo de los 12°C. Esta planta necesita un alto grado de humedad del aire.

Propagación: Por esporas (Heitz, 1990).

Distribución: México, Tam, SLP, Ver, Gro, Oax, Chis.

El *Adiantum raddianum* es una planta terrestre, que se localiza en regiones húmedo-tropicales. De rizoma corto, rastrero y compacto, con escamas oscuras de 2.3 a 3 mm de largo y 0.5 mm de ancho. Estípites de 7 a 20 cm de longitud, color rojizo o castaño oscuro, generalmente liso con unas cuantas escamas en la base. Frondas curvadas de 15 a 45 cm de largo y 10 a 25 cm de ancho, de textura fina con formas que van desde ovadas-dentadas a ovadas-lanceoladas, bipinadas en tamaño hacia su ápice, la longitud de las pínulas varían de 8 a 12 mm de ancho, con el haz y el envés glabros; las estériles con márgenes dentados y nervaduras bifurcadas en su terminación. Los soros nacen en los segmentos de las pínulas, replegadas hacia abajo, cubiertas por indusios lisos, reniformes o esféricos, de 1 a 1.5 mm de longitud, con esporas color café claro (Mickel y Beitel, 1988).

*Cyrtomium falcatum* (L.F.) Presl.

Es un helecho duradero y sin exigencia, propio para espacios frescos y jardines de invierno. Sus frondas finamente dentadas, coriáceas y ásperas brillan como si estuvieran pulidas.

Familia: Dryopteridaceae.

Origen: Este de Asia, India y Sudáfrica.

Condiciones de cultivo: En sitio claro o sombrío, fresco y ventilado (tolera el aire seco). Temperatura de invierno entre 10 y 14°C.

Propagación: División o por esporas (Heitz, 1990).

El *C. falcatum* es una planta terrestre distribuida principalmente en regiones subtropicales. De rizoma ascendente firme, cubierto con largas escamas oscuras. La longitud del peciolo es de 10 a 15 cm, termina en frondas erguidas y coriáceas de hasta 60 cm de largo, éstas se dividen de 4 a 10 pares de pinas, raramente más, miden hasta 10 cm de largo 1.5 a 2.5 cm de ancho, con formas auriculadas, ovales a menudo margen groseramente dentado, con nervaduras reticulares, lámina color verde oscuro brillante.

Los esporangios aparecen en pequeños grupos sobre el envés de las pinas, en soros redondos cubiertos por indusios circulares; al principio de color verde, luego castaño claro (Mickel, 1979).

*Pteris cretica* (L)

Su nombre deriva del vocablo griego pteron=ala. Es característico de este género las frondas en ramillete, que brotan de rizomas hipogeos cortos. Primero crecen erectos y luego inclinan sus puntas.

La especie más conocida es la robusta *Pteris cretica* y sus variedades "Alvolineata, Rowen y la Winsetti".

Familia: Adiantaceae.

Origen: Regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. Zona mediterránea.

Condiciones de cultivo: En sombra o en penumbra. A unos 20°C., todo el año. Es muy importante mantener un alto grado de humedad ambiental (no soportan corrientes de aire).

Propagación: Por esporas (Heitz, 1990).

Distribución: Pue, Chih, Jal, Mich, Gro, DF, NL, SLP, Hgo, Tam, Ver, Oax, Chis.

*Pteris cretica* es una planta terrestre, de rizoma con escamas de 2-3 mm de largo y 0.5 mm de ancho, con pelos al margen de color castaño; frondas agrupadas de 15 a 100 cm de largo, las fértiles más largas que las estériles; peciolo localizado a medias o a un cuarto de longitud de la fronda.

## 2.7 DESCRIPCION DE LOS SUSTRATOS.

Uno de los factores que más afecta al cultivo es el sustrato sobre el cual se desarrollan las raíces, ya que dependiendo de su diámetro particular y de su capacidad de retención de agua van a ser las necesidades de riego.

La planta absorbe el agua y los nutrientes que quedan en los sustratos después de un riego y la frecuencia de estos vendrá determinada por la necesidad de agua, el equilibrio o falta de oxígeno en la solución nutritiva.

Además desde el punto de vista comercial el sustrato debe ser de bajo costo de obtención y transporte, de fácil manejo y permitir el desarrollo de la planta encaminado hacia la mayor producción.

## CLASIFICACION

Los sustratos más comúnmente empleados, se clasifican de la siguiente forma (Según Santillan, 1984):

		Con actividad de intercambio	Vermiculita Keramizita Turba Cerámica porosa Ladrillo Estopa de coco*
	POROSOS		
NATURALES		Sin actividad de Intercambio	Piedra pómez Lapilli Escorias
	COMPACTOS	Grava caliza Grava de cuarzo Basalto triturado Arena de Cuarzo A. de diferentes procedencias	
		Con actividad de Intercambio	Resinas cambiadas Espuma de plástico
	POROSAS		
ARTIFICIALES		Sin actividad de Intercambio	P V C Lana de vidrio
	COMPACTOS	Vidrio de diferentes clases.	

## CARACTERISTICAS

Varias son las características que se piden a un adecuado sustrato, las cuales se definen por sus características químicas y físicas.

### Características químicas

Desde el punto de vista químico, el sustrato no debe reaccionar con la solución nutritiva, ni solubilizarse parcialmente, ni ensalzarse en procesos de transformación (Corona, 1982).

a) Cesión de iones a la solución nutritiva.

Todos los sustratos ceden iones a la solución nutritiva, ya sea por tratarse de materiales con unas propiedades acosadas de intercambio catiónico, como por disolución o alteración de los minerales componentes del sustrato al entrar en contacto con la solución nutritiva. Normalmente la cesión de iones que tiene un mayor efecto sobre la rentabilidad de los cultivos se refiere a los micronutrientes, ya que son los que presentan unos límites estrechos entre toxicidades y deficiencias.

b) Retención de iones de la solución nutritiva

En general todos los materiales utilizados como sustratos presentan alguna retención de iones. La retención de macronutrientes se ve afectado por factores como la capacidad de intercambio catiónico, contenido de materia orgánica y contenido de calcio (Horward, 1964 y Melián, 1976).

### Características Físicas

El sustrato debe de tener condiciones físicas idóneas para retener agua así como buen drenaje, dados por los siguientes factores (Rodríguez, 1993):

a) Densidad aparente y real.

La relación de ambos nos indican datos de porosidad total y el volumen de líquido necesario para el riego. Es conveniente que la densidad aparente

sea lo más bajo posible, ya que esto representan más espacios libres que pueden ser ocupados por líquidos (soluciones nutritivas) o gases (aire). La densidad aparente más usual para los sustratos de plantas ornamentales debe de encontrarse entre 0.15 y 0.45 g/cc (Escalona y Melian, 1976).

b) Porosidad total.

Se encuentra dado por la relación entre la densidad absoluta y relativa, de acuerdo a su tamaño se dividen en:

Macroporosidad: poros que después de una inundación quedan ocupados por aire, tamaño superior a  $8\mu$ .

Microporosidad: Poros que después de una inundación quedan ocupados por aire, con un tamaño inferior a  $8\mu$ .

Porosidad oclusiva: Poros completamente cerrados al agua y al aire (Escalona y Melian, 1976; Horward, 1982 y Lamas, 1983).

c) Estabilidad.

Es la resistencia física del sustrato frente a la alteración producida por agentes erosivos. Una baja estabilidad ocasiona un apelmazamiento demasiado rápido, acumulando materiales finos que impiden el drenaje de la solución nutritiva, lo que produce una asfixia radical (Escalona y Melian, 1976 y Lamas, 1983).

d) Granulometría.

Esta dado por la porosidad de los sustratos, en limites normales de 5 a 10 mm de diámetro.

e) Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.).

Los modernos sustratos poseen una baja C.I.C., esto va a depender del tipo de planta que se cultive, ya que en algunos se emplean C.I.C. altos.

f) Potencial de iones hidrógeno (pH).

Cada planta requiere un rango especifica de pH por lo que el sustrato debe adecuarse óptimamente para cada especie.



## CARACTERISTICAS DE LOS SUSTRATOS EMPLEADOS

## JAL

La jal presenta características tales como porosidad, peso específico, gran capacidad de absorción de agua y su inercia química lo que lo hace ideal. Otra ventaja es su abundancia dentro del Estado de Jalisco y parte de Nayarit. Este material cuya evolución o cristalización forma parte de vidrios volcánicos-básicos, neutros y ácidos, son componentes de las cenizas volcánicas de amplia distribución en América latina. Su composición química es muy variable; las proporciones varían de Si y Al y a falta de estructuras cristalizadas que le dan un carácter amorfo, sus propiedades físicas y químicas denotan una gran superficie externa e interna, elevada porosidad y alta permeabilidad y una escasa o alta reactividad química en función de las propiedades indicadas.

Composición Química		Características Físicas	
SiO <sub>2</sub>	50-75 %	Densidad	0.841 g/cc
FeO <sub>3</sub>	2-3 %	Cap. de absorción	31.7-43 %
K <sub>2</sub> O	4-7 %	Espacio poroso	75-85 %
NaO <sub>2</sub>	3-6 %		
CaO	1-2 %		
MgO	0.3-0.5 %		
pH	7.4-7.6 (Corona, 1982)		

## ESTOPA DE COCO

Debido a la gran producción del cocotero en nuestro país, se genera actualmente una gran cantidad de estopa de coco. La estopa de coco presenta una imputrescibilidad que lo hace importante en el desarrollo de cultivos en maceta. Anatómicamente la fibra de estopa de coco, está constituido por haces fibrovasculares de longitud promedio de 1.8 mm (Fuentes et al, 1988; Gutiérrez, 1992). El peso de la estopa de coco seca es de aprox. 360 g en promedio por lo que se calcula que con una producción anual/ha de 6,600 cocos se generaría 2.37 Tn de estopa de coco seca/ha/año (Panduro, 1977).

## Composición Química aproximada

Fracción		Fibra	Médula	Estopa
Homocelulosa	%	44.4	51.4	62.4
Lignina		29.3	39.2	30.9
Pentosanos		16.9	11.0	9.6
Cenizas		3.3	4.9	2.7
Silicas		0.35	0.48	0.8
Grasas sap.		5.1	--	--
Grasa insap.		0.7	--	--
Proteínas		11.2	--	--

## TURBA

Es el material más ampliamente usado para la producción de cultivos en maceta, ya sea sola o en combinación con otros materiales. Por lo general es pobre en los principales nutrientes, por lo que se le convina con materiales minerales dándole importantes ventajas (Bunt et al, 1988). La turba consiste en vegetación acuática, pantanosa o de ciénega parcialmente descompuesta. La composición de los diferentes depósitos de turba varían ampliamente dependiendo de la vegetación original, estado de descomposición, contenido mineral y grado de acidificación.

De los tres tipos de turba, turba de musgo, turba de cañaveral y turba de humus, la primera es menos descompuesta y proviene de Sphagnum, Eriophorus y otros musgos posee una alta retención de humedad (diez veces su peso en seco), con acidez elevada (pH de 3.8 a 4.5) y contenido de nitrógeno en pequeñas cantidades (1 %). La turba que proviene de otras clases de musgos se deshace con facilidad, comparada con la originada de Sphagnum. Las turbas de cañaveral y otras plantas acuáticas también se descomponen rápidamente.

## Composición Química

## Carbohidratos

azúcares y almidones	1.50 %
hemicelulosa	18.28 %
celulosa	20.20 %
Grasas	1.80 %
Lignina	10.30 %
Proteínas	1.15 %

### SUELO (TIERRA DE CAMPO)

Al suelo se ha considerado como una mezcla de materia mineral, materia orgánica, agua y aire en las siguientes proporciones:

Materia mineral	45 %
Materia orgánica	5 %
Agua	25 %
Aire	25 %

Es interesante notar que alrededor de la mitad del volumen es espacio poroso (agua y aire).

Un suelo orgánico como los humíferos o turbosos tienen un mayor volumen ocupado por materia orgánica que por materia mineral (Ortiz y Ortiz, 1980). La materia orgánica del suelo tiene una gran influencia, dado su poder amortiguador es un colchón para las reacciones químicas y además proporciona nutrientes a la planta. En síntesis la materia orgánica influye en el suelo de la siguiente manera:

- 1.- Color
- 2.- Favorece la formación de agregados
- 3.- Reduce la plasticidad y cohesión
- 4.- Aumenta la capacidad de retención de agua
- 5.- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico
- 6.- El intercambio de aniones, aumenta especialmente a fosfatos y sulfatos.
- 7.- Favorece la disponibilidad de N, P y K a través de los procesos de mineralización.

La materia orgánica además de mejorar las propiedades físicas del suelo es una fuente importante de elementos nutritivos para las plantas (Chávez, 1981).

### 3 MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en area de cultivo y propagación del invernadero de la División de Ciencias Agronómicas de la U. de G., que se localiza en el predio de "Las Agujas" , Municipio de Zapopan (14 00"N; 106 17"W) a 1500 m.s.n.m.; durante el período comprendido entre el 11 de Abril al 18 de Julio de 1993.

#### CONDICIONES DEL AREA DE TRABAJO

El área donde se realizó el trabajo es un invernadero que cuenta con un espacio de 80 m<sup>2</sup> (4 x 20 m), con estructura metálica (varilla de 3/4 ") como soporte, cubierto con plástico flexible de polietileno de baja densidad, normal: 600 galgas (100 galgas= 0.025 mm); sombreado por una malla de aproximadamente 70 % de sombra y 30 % de luz. Se contó además con un sistema de riego por aspersión y un sistema de ventilación a base de cortinas para un mayor control de humedad, temperatura y flujo de aire. Durante el período que duro el estudio se registraron una temperatura promedio de 28°C con una Humedad Relativa del 70 % en promedio constante.

#### 3.2 MATERIAL BIOLOGICO

El material biológico empleado para este estudio fue proporcionado por el Jardín Botánico del Instituto de Botánica, de la División de Ciencias Biológicas de la U. de G. Para lo cual se emplearon las siguientes tres especies de helechos: *Adiantum raddianum*, *Cyrtomium falcatum* y *Pteris cretica*.



### 3.3 METODOLOGIA

Se utilizaron 45 plántulas de aproximadamente 10 mm de altura en promedio en su fronda más larga, las cuales fueron propagadas por medio de esporas en el invernadero del Jardín Botánico del IBUG.

Las plántulas fueron trasplantadas a macetas individuales que contenían cinco mezclas formadas por cuatro diferentes sustratos, Jal, estopa de coco, turba y tierra de campo, los dos primeros son materiales inertes y los dos últimos son portadores de nutrientes.

La combinación de los sustratos para formar las mezclas, utilizando una proporción 1:1 (v/v) es la siguiente:

Mezcla No	Sustratos
1	Turba-Jal
2	Turba-Estopa
3	Tierra de campo-Jal
4	Tierra de campo-Estopa
5	Turba-Tierra de campo

Antes de realizar los trasplantes de los helechos a los medios de cultivo, se les realizaron análisis físico-químicos en el Laboratorio de Suelos de la División de Ciencias Agronómicas de la U. de G.

#### Análisis Físicos:

- a) Espacio poroso
- b) Densidades aparente y relativa
- c) Textura
- d) Conductividad eléctrica

#### Análisis Químicos:

- a) Contenido total de nutrientes
- b) Contenido de Materia Orgánica
- c) pH.

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño factorial de 5 X 3, cinco mezclas, tres especies con tres repeticiones (45 individuos en total), formados en bloques al azar; por cada mezcla se formaron tres grupos conteniendo cada una de las especies y sus repeticiones.

#### REGISTRO DE DATOS

Una vez colocados los helechos en su medio de cultivo, se dejó una semana de adaptación, para observar si existía alguna mortandad de los individuos; posteriormente se realizaron mediciones semanales en el crecimiento longitudinal de la fronda mayor en todas las especies durante 16 semanas.

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados registrados se interpretaron mediante un análisis simple de varianza (ANOVA) y en el caso de existir diferencias significativas se aplicó la prueba de "Tukey", además para conocer el efecto de las mezclas sobre el crecimiento de los helechos se efectuó un análisis de regresión lineal simple ( $r^2$ ) (Camacho et al, 1992).

## 4. RESULTADOS

## ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE LAS MEZCLAS EMPLEADAS

El cuadro 1 muestra los valores de porosidad y de densidad de las mezclas estudiadas; de las cuales la mezcla 1 presentó un espacio poroso del 65.95 % , una densidad aparente de 0.642 g/cc y una densidad real de 1.885 g/cc., la mezcla 2 presentó una porosidad del 90.2 % , densidad aparente de 0.12 y densidad real de 1.223 g/cc., la mezcla 3 con espacio poroso del 49.47 % densidad aparente de 1.077 y densidad real de 2.131 , en la mezcla 4 su espacio poroso fue del 61.33 % con densidad aparente de 0.767 y densidad real de 1.983 y por último la mezcla 5 con espacio poroso del 35.62 % densidad aparente de 0.75 y densidad real de 2.084 g/cc.

Para el análisis de textura la mezcla 1 reflejó en la prueba al tacto características similares a un suelo de textura Arenosa, la mezcla 2 al igual que la mezcla 3 presentaron textura areno-francosa, la mezcla 4 como franco y la mezcla 5 como franco-arenosa. Con respecto a la conductividad eléctrica las mezclas presentaron los siguientes resultados; la mezcla 1 presentó una C.E. de 0.38 mhos/cc, la mezcla 2 con C.E. de 0.58, la mezcla 3 una C.E. de 0.36, la mezcla 4 con una C.E. de 0.83 y por último la mezcla 5 presentó una C.E. de 0.28 (Cuadro 2).

El contenido de materia orgánica (M.O.) de las mezclas fue de 8.14% para la mezcla 1 con un pH de 4.69, la mezcla 2 de 85.66 de M.O y pH de 4.60, la mezcla 3 1.56 de M.O y 5.72 de pH, la mezcla 4 4.0 y 5.54 de M.O. y pH y la mezcla 5 con 7.52 % de M.O. y pH 4.36 (Cuadro 3).

El contenido total de nutrientes, las mezclas presentaron los siguientes resultados: en relación al contenido de  $P_2O_5$  la mezcla 2 presentó un muy alto contenido, las mezclas 3, 4 y 5 un contenido medio y la mezcla 1 un bajo contenido; en  $N-NO_3$  la que presentó un bajo contenido fue la mezcla 4, a diferencia de las demás que presentaron un contenido medio; en  $N-NH_4$  y  $MgO$  todas las mezclas presentaron un bajo contenido; en  $CaO$  las



mezclas 2 y 5 presentaron un contenido muy alto, las mezclas 3 y 4 un contenido medio y la mezcla 1 un contenido bajo; en  $K_2O$  todas las mezclas presentaron un alto contenido en relación a este nutriente y por último en relación al  $MnO$  las mezclas 3, 4 y 5 presentaron un contenido muy alto, la mezcla 1 un contenido medio y la mezcla 2 muy bajo (Cuadro 4).

#### CRECIMIENTO SEMANAL DE LAS ESPECIES EN RELACION A LAS MEZCLAS

La longitud promedio de las frondas al inicio del estudio en *A. raddianum* fue de 10 mm, y tuvo un crecimiento promedio semanal en todas las mezclas de 9.94 hasta alcanzar 145.07 mm al finalizar el estudio (Gráfica 1).

Así mismo *C. falcatum* inició con 10 mm y obtuvo un crecimiento promedio semanal de 6.56 alcanzando una longitud de 104.87 (Gráfica 2).

En lo que respecta a *P. cretica*, esta especie inicio con 10 mm de longitud obteniendo un promedio de crecimiento semanal de 12.05 con un longitud final de 193.27 en promedio (Gráfica 3).

#### CRECIMIENTO PROMEDIO ALCANZADOS POR LAS TRES ESPECIES EN CADA MEZCLA

El crecimiento promedio que presentó *A. raddianum* en la mezcla 1 fue de 9.087 mm., la mezcla 2 de 8.980, la mezcla 3 de 9.063, la mezcla 4 de 8.980 y 10.107 para la mezcla 5, sin diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 5 y Gráfica 4).

En *C. falcatum* el promedio en la mezcla 1 fue de 6.003 mm., para la mezcla 2 (9.023), la mezcla 3 (5.000), la mezcla 4 (7.103) y la mezcla 5 con 5.650 mm, sin encontrar diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 6 y Gráfica 5).

Con relación a *P. cretica* el crecimiento promedio para la mezcla 1 fue de 8.230 mm., en la mezcla 2 de 10.230, la mezcla 3 con 14.313, la mezcla 4 con 13.563 y 13.897 para la mezcla 5, no se encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 7 y Gráfica 6).

## CRECIMIENTO TOTAL DE LAS ESPECIES EN RELACION A LAS MEZCLAS

En *A. raddianum*, se obtuvo un crecimiento similar en todas las mezclas desde 135.00 mm para la mezcla 4 hasta 161.67 en la mezcla 5, en *C. falcatum* alcanzó una longitud desde 80 mm en la mezcla 3 hasta 144.33 en la mezcla 2 y en *P. cretica* fue de 131.67 en la mezcla 1 a 229 en la mezcla 3 (Gráfica 7).

## ANALISIS ESTADISTICO

El analisis de varianza para evaluar el crecimiento total por efecto de las mezclas para *A. raddianum* señala que las mezclas no presentan efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el crecimiento de esta especie. Así mismo en el análisis de regresión lineal simple presentó una  $r^2$  baja (0.204) (Cuadro 8 y Gráfica 7).

*C. falcatum* si mostró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en la mezcla 2 con respecto a las mezclas 1, 5 y 3, no siendo así con la mezcla 4 que presentó similitud estadística con respecto a la mezcla 2. Con respecto a su regresión lineal simple mostró una  $r^2$  de 0.069 (Cuadro 9 y Gráfica 7).

En *P. cretica* no se encontró un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en relación a las mezclas utilizadas, en el análisis de regresión lineal ( $r^2$ ) fue la especie que obtuvo un valor más alto (0.77) con respecto a las otras especies (Cuadro 10 y Gráfica 7).

En el analisis de varianza que se realizó para evaluar el crecimiento total por efecto de las mezclas para las tres especies señalo que las mezclas no producen un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el crecimiento de estas especies. (Gráficas 7).

No de Mezcla	Espacio poroso %	Densidad aparente g/cc	Densidad real g/cc
1	65.95	0.642	1.885
2	90.20	0.12	1.223
3	49.47	1.067	2.131
4	61.33	0.767	1.983
5	35.62	0.75	2.084

Cuadro 1 CARACTERISTICAS POROSAS Y DE DENSIDAD DE LAS  
MEZCLAS ESTUDIADAS

No de Mezcla	Textura	Conductividad electrica mhos/cc
1	A	0.38
2	AF	0.58
3	AF	0.36
4	F	0.83
5	Fa	0.28

A = Arenoso

AF = Areno-Francoso

F = Franco

Fa = Franco-arenoso

Cuadro 2 TEXTURA Y CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE LAS MEZCLAS

No de Mezcla	Materia Orgánica %	pH
1	8.14	4.64
2	85.66	4.6
3	1.56	5.72
4	4.0	5.54
5	7.52	4.36

Cuadro 3 CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA Y pH DE LAS MEZCLAS

No de Mezcla	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	MnO
1	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Medio
2	M. alto	Medio	Bajo	M. alto	Bajo	Alto	M. bajo
3	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Alto	M. alto
4	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Alto	M. alto
5	Medio	Medio	Bajo	M. alto	Bajo	Alto	M. alto

Cuadro 4 NUTRIENTES TOTALES EVALUADOS EN LAS MEZCLAS

Media	9.177	C.V.	18.382	Valor F	0.32	Pr>F	0.86
Tukey	Media	N	Mezcla				
A	10.107	3	5				
A	9.087	3	1				
A	9.063	3	3				
A	8.980	3	4				
A	8.650	3	2				

Cuadro 5. ANALISIS ESTADISTICO DEL CRECIMIENTO SEMANAL  
PARA *A. raddianum*

Media	6.556	C.V.	31.247	Valor F	1.78	Pr>F	0.210
Tukey	Media	N	Mezcla				
A	9.023	3	2				
A	7.103	3	4				
A	6.003	3	1				
A	5.650	3	5				
A	5.000	3	3				

Literales iguales indican no diferencia significativa ( $p < 0.05$ )

Cuadro 6. ANALISIS ESTADISTICO DEL CRECIMIENTO SEMANAL  
PARA *C. falcatum*.

Media 12.046 C.V. 23.559 Valor F 2.67 Pr>F 0.094

Tukey	Media	N	Mezcla
A	14.313	3	3
A	13.897	3	5
A	13.563	3	4
A	10.230	3	2
A	8.230	3	1

Literales iguales indican no diferencia significativa ( $p < 0.05$ )

Cuadro 7. ANALISIS ESTADISTICO DEL CRECIMIENTO SEMANAL  
PARA *P. cretica*

Media 145.06 C.V. 18.79 Valor de F 0.43 Pr>F 0.78

Valor de regresión lineal ( $r^2$ ) = 0.2039

Tukey	Media	N	Mezcla
A	161.67	3	5
A	145.33	3	1
A	145.00	3	3
A	138.33	3	2
A	135.00	3	4

Literales iguales indican no diferencia significativa ( $p < 0.05$ )

Cuadro 8. ANALISIS ESTADISTICO DEL CRECIMIENTO TOTAL  
EN *A. raddianum*

Media 104.86 C.V. 12.009 Valor F 12.03 Pr>F 0.0008

Valor de regresión lineal ( $r^2$ ) = 0.69

Tukey	Media	N	Mezcla
A	144.33	3	2
BA	113.67	3	4
B	96.00	3	1
B	90.33	3	5
B	80.00	3	3

Literales iguales indican no diferencia significativa ( $p < 0.05$ )

Cuadro 9. ANALISIS ESTADISTICO DEL CRECIMIENTO TOTAL

EN *C. falcatum*

Media 193.40 C.V. 29.40 Valor F 1.7 Pr> 0.2147

Valor de regresión lineal ( $r^2$ ) = 0.77

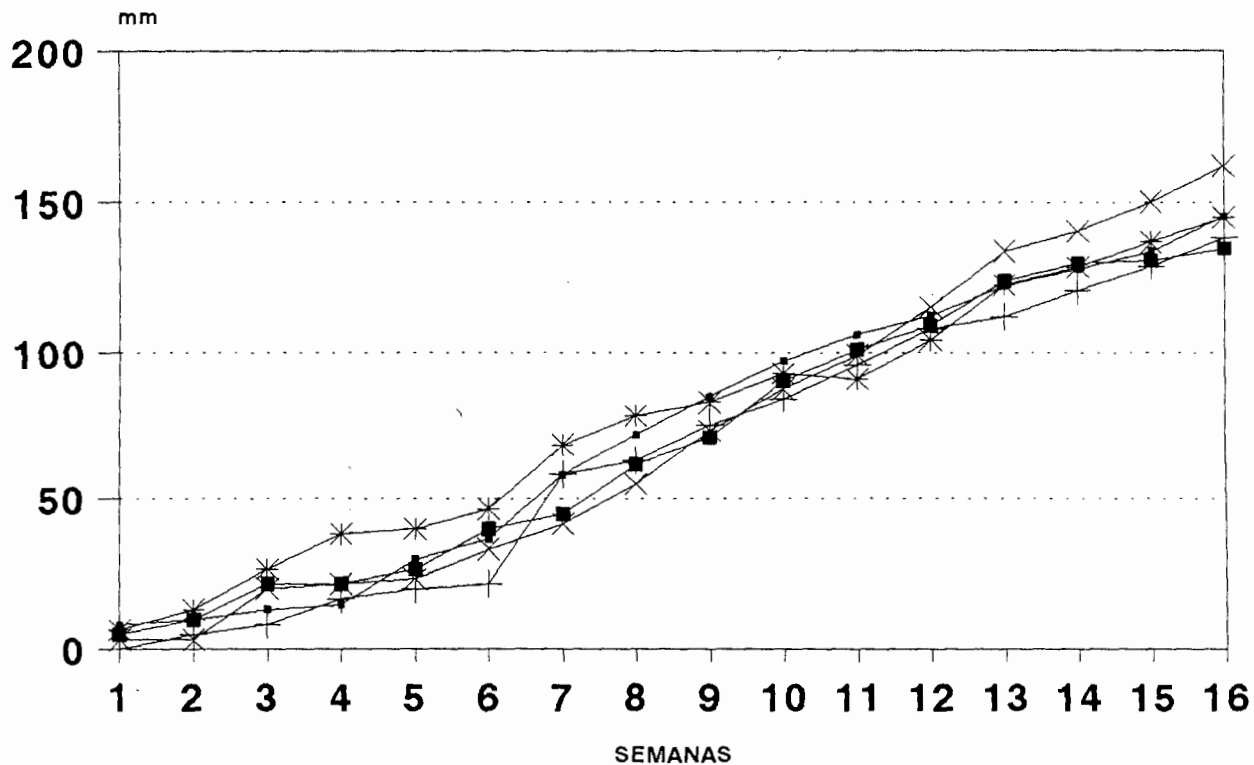
Tukey	Media	N	Mezcla
A	229.00	3	3
A	225.67	3	5
A	217.00	3	4
A	163.67	3	2
A	131.67	3	1

Literales iguales indican no diferencia significativa ( $p > 0.05$ )

Cuadro 10. ANALISIS ESTADISTICO DEL CRECIMIENTO TOTAL

EN *P. cretica*

# CRECIMIENTO SEMANAL DE *A. raddianum* POR EFECTO DE LAS MEZCLAS

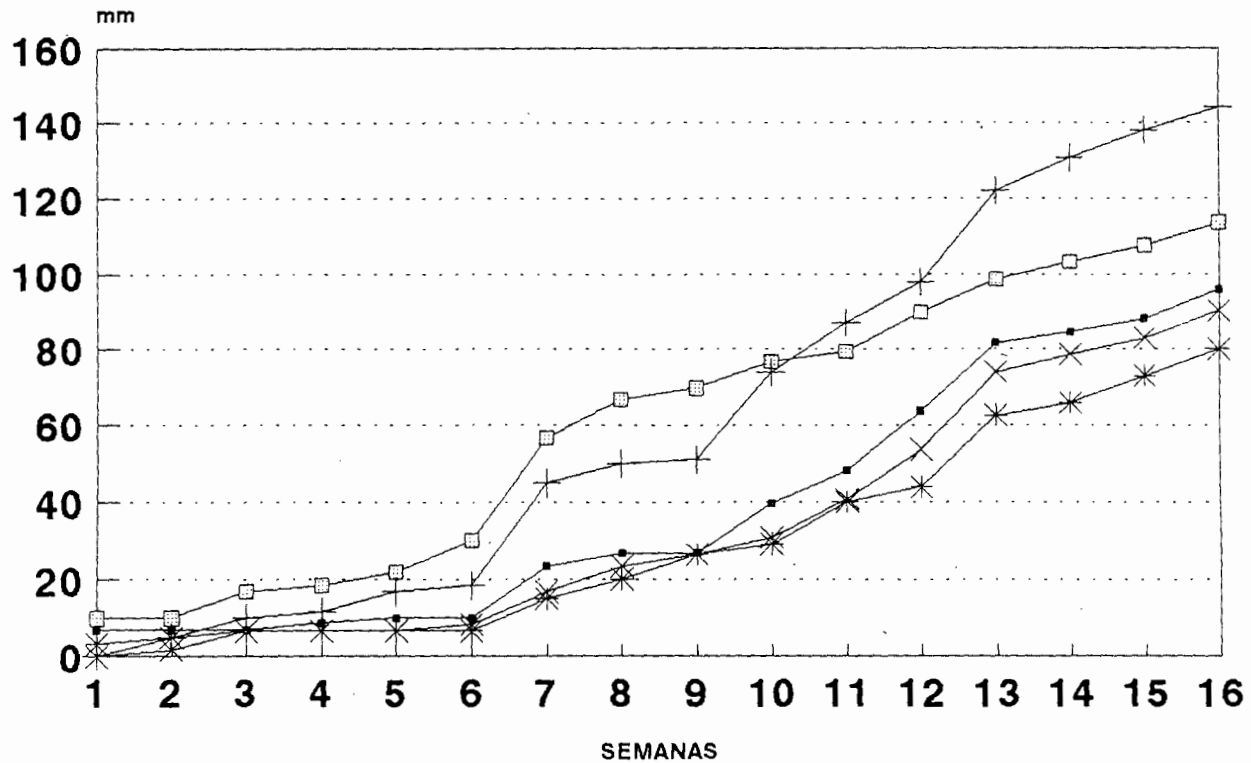


● Mezcla 1 + Mezcla 2 \* Mezcla 3 ■ Mezcla 4 × Mezcla 5

Gráfica 1



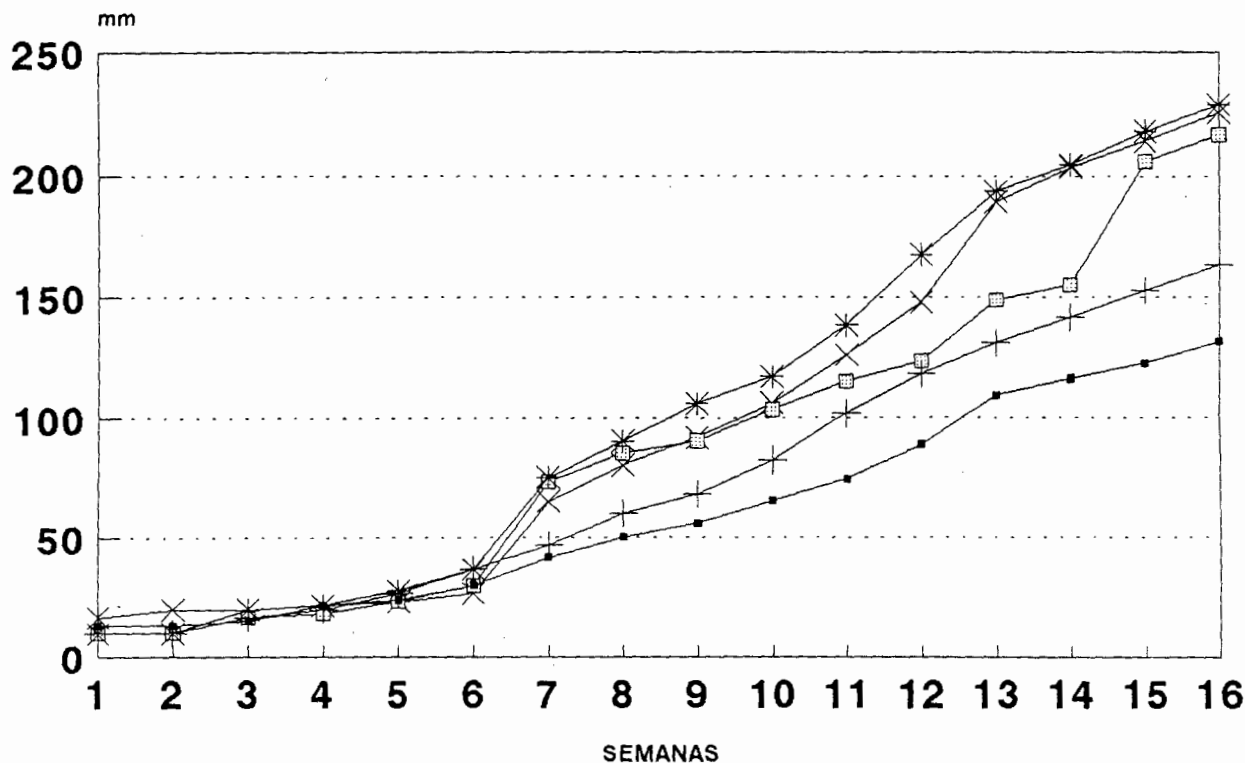
# CRECIMIENTO SEMANAL DE *C. falcatum* POR EFECTO DE LAS MEZCLAS



—•— Mezcla 1    —+— Mezcla 2    —\*— Mezcla 3    —□— Mezcla 4    —x— Mezcla 5

Gráfica 2

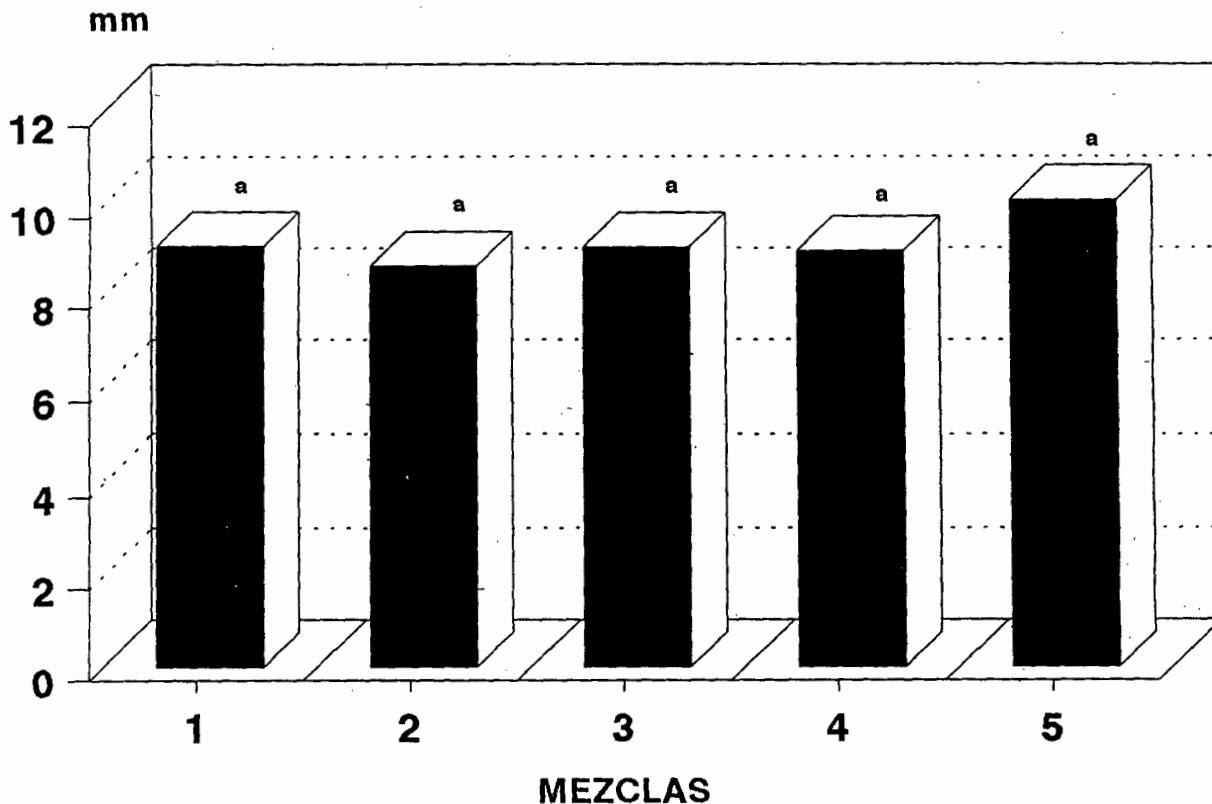
# CRECIMIENTO SEMANAL DE *P. cretica* POR EFECTO DE LAS MEZCLAS



—•— Mezcla 1    + Mezcla 2    \* Mezcla 3    -□- Mezcla 4    \* Mezcla 5

Gráfica 3

# CRECIMIENTO PROMEDIO DE *A. raddianum* EN CADA MEZCLA

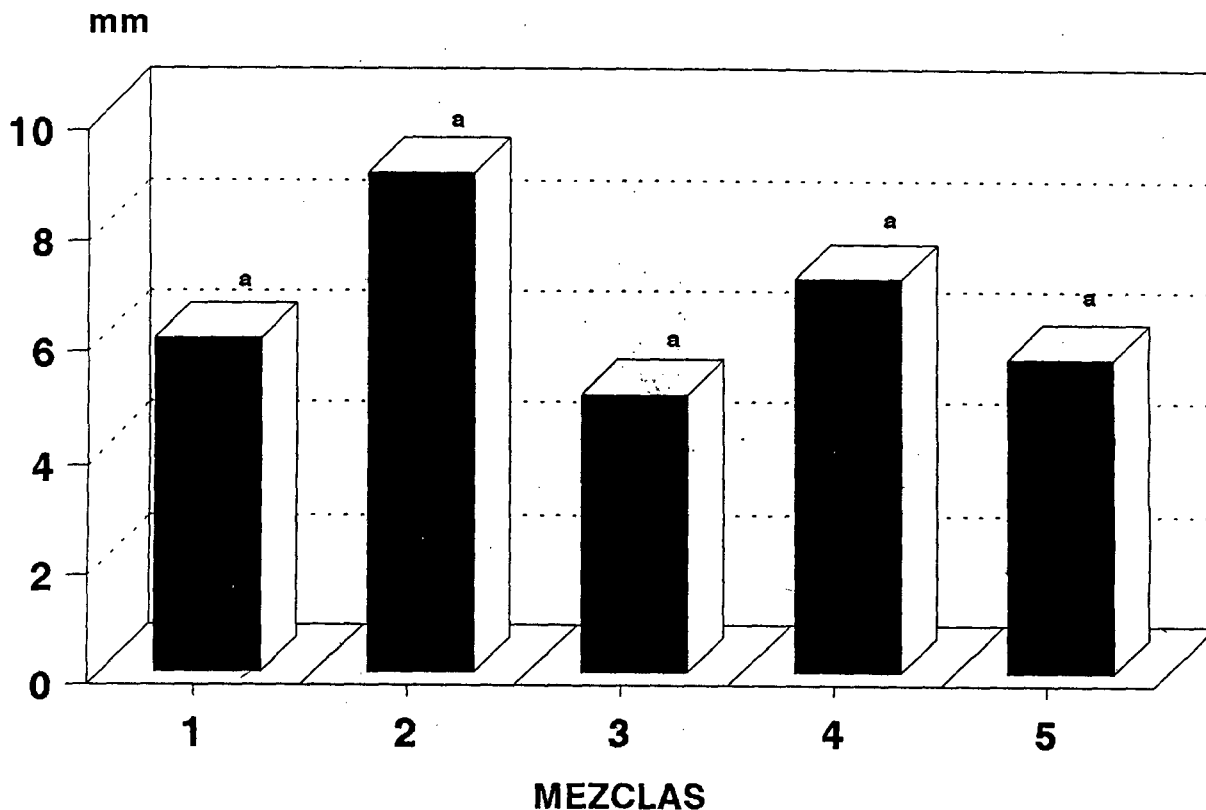


Gráfica 4

Literales diferentes indican diferencia significativa

( $p < 0.05$ )

# CRECIMIENTO PROMEDIO DE *C. falcatum* EN CADA MEZCLA

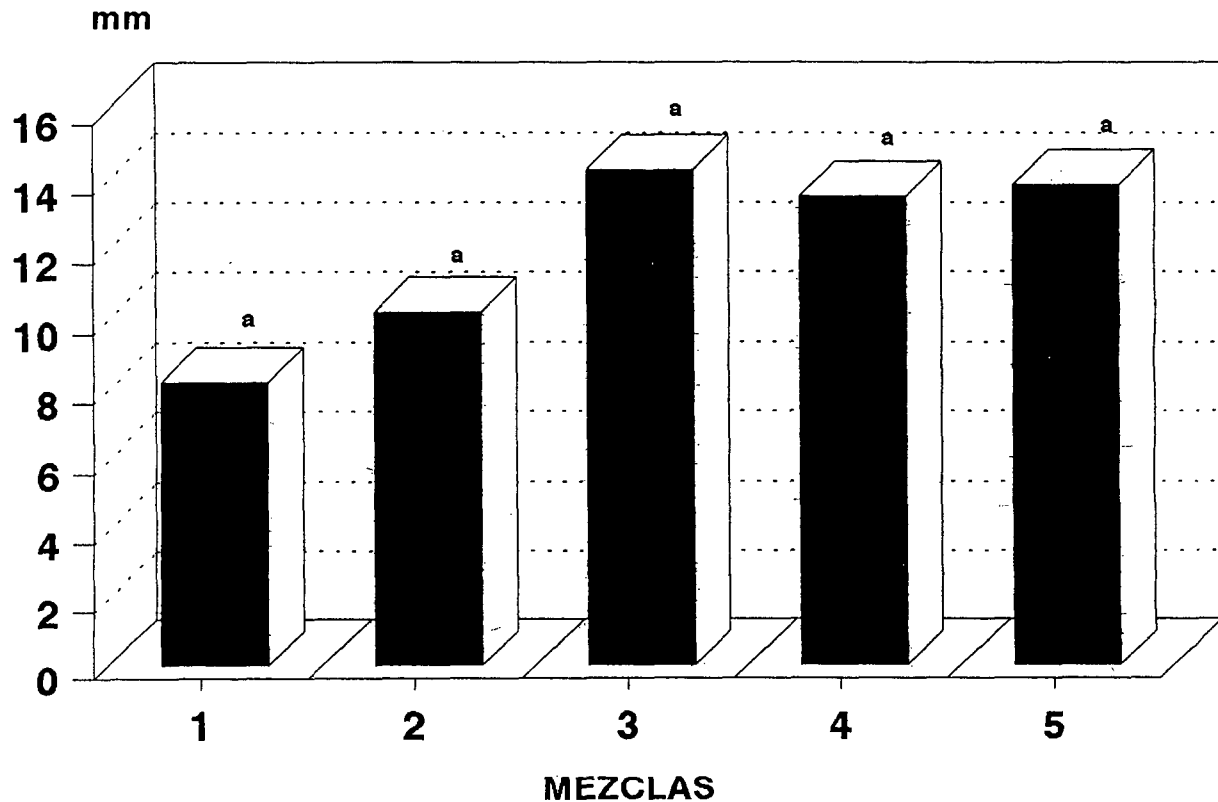


Gáfica 5

Literales diferentes significan diferencia significativa

( $p < 0.05$ )

# CRECIMIENTO PROMEDIO DE *P. cretica* EN CADA MEZCLA

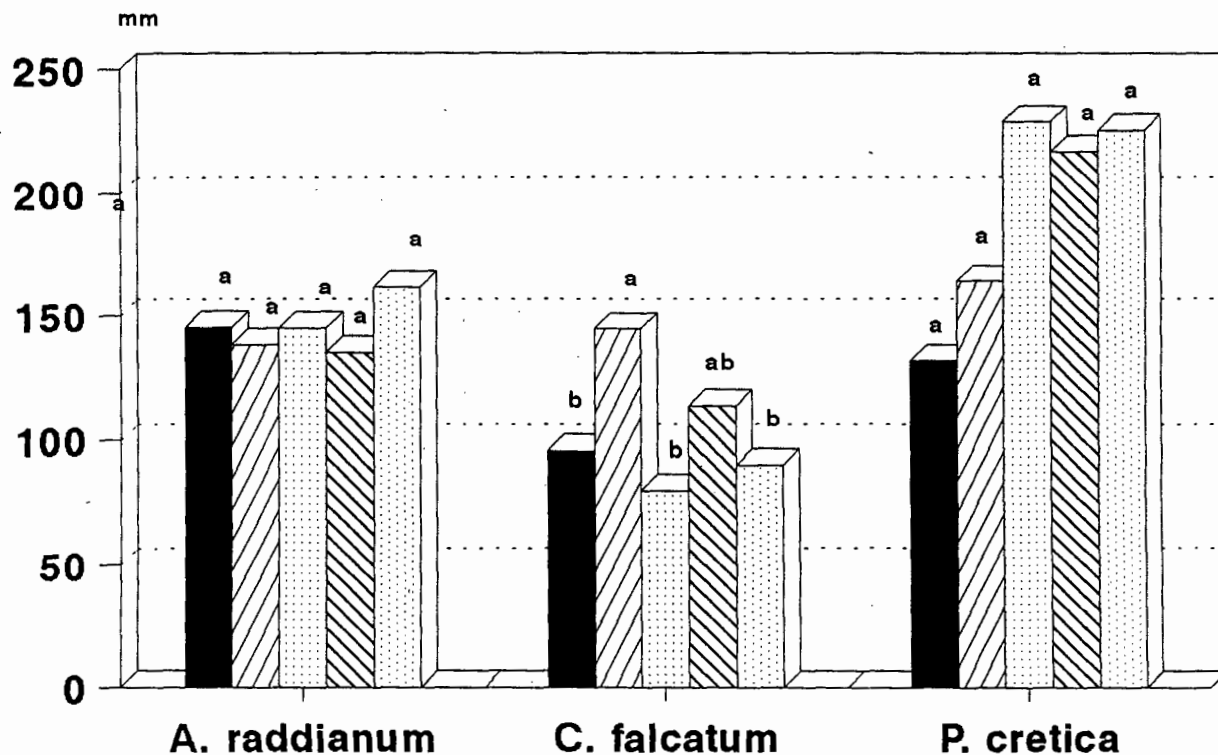


Gráfica 6

Literales diferentes indican diferencia significativa

( $p < 0.05$ )

# CRECIMIENTO TOTAL DE LOS HELECHOS POR EFECTO DE LAS MEZCLAS



Mezcla 1  
  Mezcla 2  
  Mezcla 3  
  Mezcla 4  
  Mezcla 5

Literales diferentes indican diferencia significativa (p < 0.05)

Gráfica 7

## 5. DISCUSION

Las características físico-químicas presentadas por las mezclas de los sustratos fueron aceptables ya que la mayoría presentó porcentajes de espacio poroso superiores al 50 %, lo que nos indica mayor aereación y por consiguiente mayor retención de humedad, además mostraron una buena relación entre densidades (aparente y real). En general el contenido de nutrientes fue aceptable en la mayoría de las mezclas, así como su contenido de materia orgánica; por otra parte estas mezclas resultaron tener tendencias hacia la acidez, ya que sus valores de pH oscilaron entre 4.36 a 5.72, lo que resulta óptimo para el crecimiento y desarrollo de los helechos.

### CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

Las tres especies de helechos en estudio se uniformizaron a un tamaño homogéneo de 10 mm aprox., en donde *C. falcatum* reveló el menor crecimiento promedio con 6.56 mm, seguido de *A. raddianum* con 9.94 mm y *P. cretica* fue la especie con el mayor crecimiento promedio, de 12.05 mm.; este crecimiento promedio se refleja en la altura total alcanzada por las tres especies ya que *P. cretica* alcanzó la mayor altura con 193.27 mm, seguida de *A. raddianum* con 145.07 mm y por último *C. falcatum* con 104.84 mm, esto es debido a que la morfología de cada especie ya que en estado adulto las frondas de *P. cretica* son más grandes que las otras dos especies, llegando a tener una longitud de hasta 1000 mm, en comparación de los 600 y 500 mm de *A. raddianum* y *C. falcatum*.

Al analizar cada especie por separado, en relación a las diferentes mezclas se encontró lo siguiente:

En *A. raddianum* el crecimiento promedio no mostró diferencia significativa, lo que indica que todas las mezclas le fueron favorables para su crecimiento, el mayor valor lo obtuvo con la M5 ( 10.17 mm), seguida de M1, M3, y M2 y 4 cuyos valores fueron de 9.087, 9.063 y 8.98 respectivamente.

*C. falcatum* no reveló diferencia significativa en su crecimiento promedio, independientemente de la mezcla utilizada, en M2 alcanzó la mayor longitud con 9.023 mm, y en orden decreciente fue de 7.103 (M4), 6003 (M1), 5.650 (M5) y 5.0 (M3).

Para *P. cretica* el mayor crecimiento promedio se obtuvo en M3 con 14.31 mm, posteriormente M5 (13.89), M4 (13.50), M2 (10.20) y por último M1 (8.20), sin embargo no hubo diferencia estadística, por lo que también cualquier mezcla puede ser utilizada en esta especie.

#### CRECIMIENTO TOTAL

Después de 16 semanas de iniciado el estudio, las tres especies respondieron de diferente forma a las mezclas utilizadas ya que el crecimiento mayor en *A. raddianum* se obtuvo en M5 con 161.67 mm y el menor en M4 con 135.00 mm (sin existir diferencia estadística en todas las mezclas a un  $p > 0.05$ ); estos valores son superiores a los encontrados en esta misma especie cultivada durante el mismo lapso de tiempo en una mezcla testigo tierra/jal/tierra de encino, y con la aplicación de diferentes fitohormonas (Guerrero, 1994); sin embargo el valor de  $r^2$  encontrado en el estudio fue muy bajo (0.20).

En *C. falcatum* el comportamiento fue el siguiente: la mayor longitud de fronda se midió en los individuos de M2 (144.3 mm), el cual difirió estadísticamente a las demás mezclas ( $p < 0.05$ ), excepto M4 (113.6 mm) ya que M1, M5 y M3 mostraron valores de 96, 90.3 y 80 mm respectivamente, sin encontrar diferencias entre estas mezclas ( $p > 0.05$ ), así mismo esta especie alcanzó una mayor longitud que el reportado con la aplicación de fitohormonas a un grupo testigo (Guerrero, 1994).

Para *P. cretica*, en M3 alcanzó el mayor tamaño con 229 mm y el menor en M1 con 131.67 mm, sin existir diferencia estadística en todas las mezclas ( $p > 0.05$ ); estos valores son también superiores a los encontrados en esta misma especie reportados con la aplicación de fitohormonas a un grupo testigo (Guerrero, 1994).



Debido a lo anterior se considera que el método estudiado fue aceptable para el cultivo de helechos, ya que resultó ser sencillo, práctico y económico. Sin embargo, se debe de considerar otros factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de estas plantas (luz, fertilización, temperatura, humedad, etc.) que podrían estudiarse en forma separada o interrelacionadas para tener una mayor respuesta de crecimiento y a la vez poseer plantas vigorosas con mayor demanda ornamental.

## 6. CONCLUSIONES

1. La mezcla de sustratos empleados fueron los adecuados ya que presentaron aceptables características físico-químicas.
2. Existió una respuesta positiva de los helechos en relación a las mezclas de los sustratos evaluados.
3. El crecimiento promedio y total de los helechos se vio afectado favorablemente bajo las condiciones de temperatura, humedad y sustratos empleados.
4. No existió diferencia significativa en el crecimiento total de *A. raddianum* y *P. cretica* independientemente de la mezcla utilizada y sólo *C. falcatum* manifestó diferencia con una sola mezcla (M2).

## 7. LITERATURA CONSULTADA

- Arreguin S. L. M. 1987. Importancia económica de las Pteridofitas. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas I.P. N. Serie de Investigación y Desarrollo Tecnológico. No. 1/47 pp., México.
- Boughton C. 1963. A Field guide to the Ferns and their related Families. Houghton Mifflin Company Boston U.S.A
- Bunt A. C. , Handreck K. A. and Black N. D. 1988. Media and mixes for container-grown plants. A manual on the preparation and use of growing media for pot plants. Published by the Academic Division of UNWIN HYUMAN. U.S.A.
- Camacho O. C., Del Valle P.D.H. y Ruelas A. G., 1992. S.A.S. (Statistical Analysis System) Para computadoras. Universidad de Guadalajara. Impreso en México.
- Chávez M. J., 1981. Efectos de varios mejoradores en cinco suelos, con cinco especies de plantas tolerantes a sales en condiciones de invernadero. Tesis profesional. Universidad de Guadalajara, México.
- Corona S. J. P., 1982. Cultivo hidropónico en azotea bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional. Universidad de Guadalajara, México.
- Escalona A. L. y Melian G. P., 1976. Sustratos y sus propiedades. Proceedings of the Fourth Congress on Soilless Culture. 303-309.
- Fuentes T. F. J., Montes R. E., Sámanos S. L. y García F., 1988. La fibra de la estopa de coco, usos actuales y posibilidades de utilización en aglomerado. Amatl: Boletín de difusión del Instituto de Madera Celulosa y Papel. 2 (4): 2-6.
- Fuller H. J., Carothers Z. B., Payne W. W., and Balbach M. K., 1974. Botánica 5a. edición, Ed. Interamericana, México, D. F.
- García P. B. y Reyes J., 1990. Desarrollo del Gametofito de *Elaphoglossum petiolatum* (sw) Urban (Lomaropsidae). Acta Botánica Mexicana. 10:23-30.
- Greulach V. A. y Edison A. J., 1987. Manual de Botánica y Ecología, 2a. Edición. Ed. Limusa. México D. F.
- Grill R., 1988. Photocontrol of giberellin-induced *Precocius anteridium formatum* in the fern *Anemia phyllitidis* L. SW. J. Plant Physiol. 133 (3): 381-84
- Guerrero López M. G., 1994. Efecto de reguladores de crecimiento en el desarrollo de los helechos. *Adiantum raddianum* Presl., *Cyrtomium falcatum* (L.F.) Presl. y *Tectarea heracleifolia* (Wild) Underw. Tesis profesional. División de Ciencias Biológicas y Ambientales U. de G.
- Gutiérrez G. J., 1992. Evaluación del poder curtiente de sustancias tánicas de la estopa de coco. Tesis profesional. Universidad de Guadalajara, México.

Hans M. J. y Masselink A. K., 1982. Guía de campo de los helechos musgos y líquenes de Europa. Ed. Omega, S. A. Barcelona. España.

Hartman H. T. y Kester D. E., 1989. Propagación de plantas. Ed. CECSA. México.

Heitz H., 1990. Helechos. El gran libro de las plantas de interior. Ed. Everest S. A. León España.

Hessayon H. G., 1990. Plantas de interior. Manual de Cultivo y Conservación. Ed. CECSA. México D. F.

Horward M. D., 1982. Cultivos hidropónicos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España.

Huckaby V. S. and Raghavan V., 1981. The Spore-germination Pattern of thelypteroid fern. Amer. J. Bot. 68 (4): 517-523.

Lamas S. F. J., 1983. Producción de forraje con el sistema hidropónico del modelo germinador inductivo de grano. Tesis profesional. Universidad de Guadalajara, México.

Larousse Enciclopedia Metódica, 1982. Tipo de las Pterydofitas. Botánica. Vol. 5 p: 327-328.

McVaugh R., 1992. Flora Novo Galiciana. Gymnosperms and Pteridophytes. Vol. 17. The University of Michigan. U.S.A.

Melian G. P., 1976. Estudio de cuatro sustratos diferentes en relación con el número de riego con tomates en hidropónia. Proceedings of Fourth Congress on Soilless Culture. p: 277-284.

Mickel J. T., 1979. How to Know the Ferns and Allies U. S. A. Ed. The Pictures Key Nature Series. U. S. A.

Mickel J. T. ; McVaugh R. J. ; Karell S. J. and Hermik B., 1987. Mexican-Ferns. Scientific Publications Department. Vol. 19 p:174. U. S. A.

Mickel J. T. and Beitel M. J., 1988. Pteridophyte flora of Oaxaca, México 1a edición. Published by the New York Botanical Garden. New York, U. S. A.

Miller J. H. and Greany, 1974. Determination flora of rizoid orientation by light and darkness in germinating spores of *Onoclea sensibilis*. Amer. J. Bot. 61 (3) : 296-302.

Miller J. H. and R. H. Greany., 1974. Determination of rhizoid orientation by light and darkness in germination spores of *Onoclea sensibilis*. Amer. J. Bot. 74(10): 1585-1589.

Montes P. D. y Ruiz L. M. A., 1993. Propagación de dos especies de helechos en Jalisco. Amatl. Boletín de difusión del Instituto de Madera Celulosa y Papel. 7(12): 7-10.

Ortiz V. G., 1986. El invernadero como apoyo a la producción comercial doméstica. Tesis profesional. Universidad de Guadalajara, México.

Ortiz V. B. y Ortiz C. A. S., 1980. Edafología. 3a edición. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Pacheco L. y Loera H. F., 1985. Clave para la identificación de los géneros de Pteridophytas de Veracruz, México. Biótica. 10 (2): 157-173.

Panduro M. A. 1977. Industrialización de desperdicio de palma de coco. Tesis profesional. U. de G. México.

Rodríguez D. E., 1993. Manejo de Invernaderos. Memorias de la XX Semana de Superación Agronómica. U. de G. México.

Rovirosa J. N., 1976. Pteridografía del Sur de México. Ed. Fascimilar de la Sociedad Mexicana de Ciencias Natural. México, D.F.

Rovirosa J. N., 1978. Pteridografía del Sur de México. Ed. Fascimilar de la Sociedad Mexicana de Ciencias Naturales. México, D.F.

Ruiz López. M. A., 1990. Cultivo y Propagación de Helechos Ornamentales. Biosfera. Boletín informativo del Colegio de Biología. 1 (1): 15-20.

Ruiz L. M. A., Guerrero L. M. G., Luquin S. H. y Zamora N. J. F., 1993. Efecto de tres reguladores de crecimiento en el desarrollo esporofítico del helecho *Tectarea heracleifolia* (Wild) Underw. En: Memorias de la VI Reunión Nacional de Bioquímica Vegetal 10-14 Oct. Mor. Mich.

Sánchez V. C. y García C. M., 1990. Estado actual y perspectivas del trabajo conservacionista de la Pteridophytas (helechos y plantas afines) en Cuba. En: memorias del Quinto Congreso Latinoamericano de Botánica. Segundo Simposium de Botánica. Primer Simposium Latinoamericano de Micorrizas. Segundo Simposium Panamericano de la Fauna. La Habana Cuba. 24-29 de Junio.

Santillán S. J., 1984. Sistemas de producción hidropónicos. Tesis profesional. Universidad de Guadalajara, México.

Towill L. P. and Ikuma H., 1973. Photocontrol of the germination *Onocleoa* spores I. Action Spectrum. Plant Physiol. 51: 973-978.

Wittes Y., 1976. Tratado de Ecología 1a edición. Ed. Interamericana. México, D.F.

## 8. APENDICE

## GLOSARIO

**Ala**, cualquier dilatación laminar, foliácea o membrana que se extiende por la superficie de diversos órganos.

**Aireación del suelo**, proceso mediante el cual se renueva el aire y otros gases del suelo. El índice de aireación del suelo depende en gran parte del tamaño y número de poros del suelo y la cantidad de agua que obstruye los poros.

**Anillo**, en los helechos leptosporangiados, parte que circunda al esporangio formada de células con membranas engrosadas, completo o incompleto; constituye su mecanismo de dehiscencia y puede ser vertical, oblicuo, transversal y apical.

**Anillo apical**, grupo de células de pared engrosadas colocadas en el ápice de la cápsula del esporangio ( *Schizaea*, *Lygodium* ).

**Anteridio**, gametangio productor de gametos masculinos o anterozoides.

**Anterozoide**, en los helechos, gameto masculino móvil.

**Apical**, en o hacia el ápice. v. terminal.

**Apice** ( apex ), extremo distal de un órgano.

**Arista**, excrescencia larga por lo general firme ( algunas especies de *Pteris* ).

**Arquegonio**, gametangio femenino en los helechos.

**Axial** ( axile ), de posición central, relativo al eje, situado en él.

**Basal**, propio de la base o relativo a ella. Se opone a apical.

**Base** ( de la hoja ), considerada la hoja en su totalidad, es decir, constituida por el peciolo y la lámina, la base foliar corresponde a la base del peciolo.

**Bicoloro** ( a ), de dos colores. En pteridología se aplica a las escamas de las hojas o de los rizomas.

**Bipinnado** ( a ), significa que cada lóbulo, pinna, o foliolo de la hoja o de otro órgano laminar se divide de nuevo de manera pinnada.

**Bráctea**, hoja a menudo reducida, en cuya axila se desarrolla un esporangio ( *Psilotum* ).

**Cambiúm**, tejido vegetal en vías de formación, de naturaleza mucilaginoso.

**Cayado**, báculo; se llama así a la hoja de los helechos antes de desarrollarse.

**Ciénega**, zonas anegadas en forma continua o mojadas de manera periódica con la superficie no sumergida a profundidad. Cubiertas predominantemente de juncos, **amentos**, enneas u otras plantas hidrofíticas. Las subclases incluyen ciénegas de agua dulce y salada.

**Ciliado** ( a ), con pelos marginales ( hojas de algunas especies de Selaginella ).

**Cilio**, pelo muy fino sobre el borde de los órganos laminares.

**Concoloro** ( a ), lo que es del mismo color; hoja con lora, la que tiene del mismo tono la cara superior y la inferior; escama concolora.

**Coriáceo**, de consistencia recia, aunque con cierta flexibilidad; como el cuero.

**Dioico** ( a ), unisexual, con los tipos de gametangios en plantas o gametofitos separados. **v. monoico**.

**Diploide**, provisto de dos juegos de cromosomas ( dos veces el número de cromosomas que se encuentran en los gametos );  $2n$ . **v. haploide**.

**Envés**, cara inferior de la hoja. **v. haz**.

**Epífito**, se dice de un vegetal que vive sobre otro, sin ser parásito.

**Escama**, crecimiento celular más o menos aplanado de dos o más células de ancho que se desarrolla sobre varias partes de un helecho, especialmente el **rizoma**; hoja rudimentaria o vestigial.

**Especie**, un conjunto de individuos que tienen las mismas características distintivas; una población de individuos que se entrecruzan y no discontinuos en características esenciales; una unidad de clasificación que designa un tipo particular de organismos.

**Espora**, cuerpo reproductor sexual unicelular, por lo común con una pared externa firme de forma o aspecto característico de acuerdo con la especie en particular; su tamaño varía entre 20 **u** y 500 **u**.

**Esporocarpo**, cuerpo capsular globoso que contiene esporangios, como en Azolla, Marsilea y Salvinia.

**Esporofito**, fase de ciclo de vida de una pteridofita generalmente diploide, que produce esporas. **v. gametofito**.

**Estela**, término general que se refiere a aquellas partes de tallos y raíces que contienen tejidos vasculares.

**Estéril**, que carece de estructuras reproductoras. **v. fértil**.

**Estipitado**, provisto de un tallito.

**Estípite**, tallo simple y erecto de los helechos arborecentes; término poco usado.

**Floema**, tejido vascular vegetal que transporta alimentos desde los lugares donde se fabrican hasta aquellos donde se necesitan o almacenan.

**Fronda** ( e ), hoja de los helechos, incluyendo peciolo y lámina; debe evitarse su uso a favor de hoja.

**Gametofito**, fase del ciclo de vida de una pteridofita, generalmente haploide, formado de gametos. **v. esporofito.**

**Género**, unidad sistemática de las clasificaciones por categorías taxonómicas, compuesto por especies afines.

**Glabro**, desprovisto absolutamente de pelo o vello.

**Hábitat** ( s ), término usado para indicar las características de la localidad en que se desarrolla una planta.

**Haploide**, dícese del organismo o de la fase de su ciclo de desarrollo, cuyas células tienen el número de cromosomas reducido a una serie (  $n$  ), como los gametos, a diferencia del diploide, que tiene un número doble de cromosomas, como las células somáticas de los esporofitos normales. **v. diploide.**

**Haz**, fascículo o hacesillo, generalmente de elementos alargados, vasos, fibras, tuboscribosos, etc., como los haces o hacesillos conductores; en las hojas, cara superior o ventral de las mismas.

**Haplostela**, estela considerada como la más primitiva, constituida por una columna axial, maciza, de xilema rodeada por un cilindro de floema y éste, recubierto por la endodermis ( Selaginella ).

**Helecho**, planta vascular que forma esporangios marginales o dorsales en las hojas.

**Inducio**, en helechos, estructura protectora de los esporangios cuando éstos están agrupados en soros; puede ser cialiforme, globoso, peltado, alargado, etc.

**Margen**, borde u orilla de la lámina de la hoja o el área celularmente diferenciada a ambos lados de la porción central de las escamas marginadas.

**Monoico** ( a ), que contiene estructuras reproductoras masculinas y femeninas en la misma planta; bisexuado. **v. dioico.**

**Nervadura**, conjunto y disposición de los nervios de una hoja, que se aprecia generalmente a simple vista.

**Peciolo**, pedicelo de la hoja. **v. estipe.**

**Peciólulo**, el pedicelo de un segmento de la lámina el que puede ser primario, secundario, etc.

**Pediculo** ( pedúnculo ), en Marsilea, el pedicelo de un esporangio. **v. peciólulo.**

**Pelo**, se aplica a los tricomas de forma alargada, a modo de hebra o de cerda, que se hallan sobre diversos órganos de las plantas.

**Pinna**, segmento primario o de primer orden de la lámina de una hoja de helecho.

**Pinnada**, hoja de helecho con segmentos primarios enteros.



**Pinnula**, segmento secundario de una lámina ( segmento primario de una pinna ).

**Protalo**, el gametofito de las criptógamas vasculares o pteridofitas.

**Pteridofita**, planta vascular con el tallo gametofito generalmente de vida corta y esporofito perenne, con esporangios solitarios en el haz de hojas micrófilas ( Selaginella Lycopodium ), agrupados en soros en los márgenes (Trichomanes) o en el envés de hojas-megáfilas ( Polypodium ); comúnmente son conocidas como helechos o plantas afines.

**Raquis**, generalmente un eje que lleva segmentos sésiles pedicelados; el eje primario - de una lámina.

**Rastrero**, aplicase al tallo horizontal que crece sobre el suelo y forma raíces en los nudos.

**Receptáculo**, en los helechos, porción engrosada de un nervio de la hoja sobre la cual se diferencian los esporangios.

**Rizóforo**, órgano o región que lleva raíces; en las selaginelas, pequeño órgano cilíndrico alargado que brota de las ramas en sus bifurcaciones y tiene una o varias raíces endógenas en el ápice ( Selaginella ).

**Rizoma**, tallo por lo común horizontal, de un helecho, a menudo subterráneo y del cual se forman las hojas.

**Salinización**, el proceso de acumulación de sales en el suelo.

**Seno**, concavidad; ángulo entrante formado por los segmentos de una hoja o por las partes de un órgano; hendidura entre dos lóbulos o segmentos de la hoja de helecho.

**Sésil**, cualquier órgano o parte orgánica que carece de pie o soporte.

**Soro**, en pteridofitas, grupo de esporangios, generalmente de forma característica, localizado en el envés o en el margen de las hojas de los helechos.

**Surco**, cavidad superficial angosta y prolongada en los ajes de la hoja ( Culcita ).

**Tallo**, cuerpo vegetativo no diferenciado en eje caulinar, folioso y raíces. v. **protalo**.

**Terminal**, se refiere a una parte que se encuentra en o muy cerca del ápice.

**Vena**, cualquier nervio foliar; cordón vascular asociado con tejido herbáceo expandido, ramificado o no.

**Ventral**, la superficie adaxial ( superior ) de una hoja; se opone a dorsal; en rizomas dorsiventrales, la cara inferior.

**Xilema**, tejido conductor de agua en las plantas vasculares que transporta agua de las raíces a las hojas.