

---

## ANEXO 5.- Información general sobre helechos

# ÍNDICE

1.- Generalidades .....	2
2.- Clasificación .....	4
3.- Morfología .....	8
4.- Ciclo de vida .....	16
5.- Formas de propagación .....	24
6.- Técnicas de cultivo .....	30
7.- Requerimientos .....	34
8.- Plagas y enfermedades .....	36
9.- Usos de los helechos .....	41
10.- Comercialización .....	54

## 1.- Generalidades

### 1.1.- Antigüedad

Los helechos son fósiles vivientes. Se encuentran entre las plantas más antiguas de la tierra y han sabido adaptarse a los diferentes cambios climáticos acaecidos a lo largo de las distintas épocas, de manera que han dominado la tierra durante largos períodos de tiempo, sobreviviendo a cuatro extinciones masivas.

Dentro de las plantas vasculares los helechos son las más antiguas, las más primitivas que disponen de estomas funcionales. Su origen se remonta a unos 420 millones de años (en el devónico – era paleozoica- a finales del silúrico) y tuvieron su apogeo a fines del Mesozoico (período Cretácico- carbonífero y pérmico, hace 265-200 millones de años), generando la mayoría de los yacimientos de carbón actuales. Han soportado períodos en que la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera era diez veces superior a la actual.

### 1.2.- Origen

Descienden de plantas que tenían mecanismos muy rudimentarios para la desecación y que dependían de medio ambientes muy húmedos para sobrevivir. Durante 150 millones de años han estado evolucionando solos, y cuando aparecieron las angiospermas, los helechos, en vez de desaparecer, aumentaron su diversificación.

Fueron las primeras plantas en presentar vasos conductores de savia y estomas, a pesar de no tener raíces verdaderas. Para sujetarse en tierra firme cada célula desarrolló un relleno con lignina en sus paredes celulares, con lo que consiguieron más resistencia.

Sin ser dominantes en ningún momento, han llegado hasta la actualidad un gran número de especies que se encuentran ocupando los hábitats más diversos.

### 1.3.- Número de especies

Se conocen unas 13.000 especies distribuidas por todo el mundo, en mayor medida en las zonas tropicales y subtropicales (el 85%), más que en las zonas templadas. El 10% de los helechos son especies cosmopolitas y el resto endémicos de áreas bien circunscriptas (el 40% en los trópicos de América del Sur y Central). En Galicia se conocen más de 50 especies.

Su dispersión geográfica es limitada, debido a la corta vida de las esporas, a las exigentes condiciones de germinación y a las dificultades del gametofito (prótalo) para establecerse y producir el esporofito.

### 1.4.- Hábitat

Por lo general se encuentran en zonas húmedas y umbrosas, aunque

---

hay especies adaptadas a un amplio rango de hábitats como bosques tropicales, de niebla, templados y varios ambientes secos. Entre los helechos, los hay terrestres, rupícolas, epífitos, acuáticos y arborescentes. Las colas de caballo, licopodios y selaginelas generalmente requieren de mucha humedad para sobrevivir.

### 1.5.- Referencia cronológica

- Período SILÚRICO-DEVÓNICO (hace 400 millones de años)
  - Aparecen las primeras plantas terrestres que se parecen a los psilotales actuales.
- Finales del DEVÓNICO (hace 350 millones de años)
  - La vegetación terrestre se expande por toda la tierra. A finales del devónico aparecen ya los primeros helechos.
- Período CARBONÍFERO (hace 300 millones de años)
  - Clima húmedo y cálido. La tierra está cubierta por bosques de helechos, algunos de hasta 30 m de altura. Los restos vegetales de esta época darán lugar a los depósitos de carbón que hicieron posible la revolución industrial y el desarrollo de la sociedad actual.
- Crisis PERMO-TRIÁSICA (hace 225 millones de años)
  - Cambio de clima. Se produce una aridificación general. Desaparición de los bosques húmedos. Los helechos dejan de ser especies dominantes. Aumento del número de especies de gimnospermas y angiospermas (cycas, araucarias, taxodiáceas).
- Período CRETÁCICO (hace 135 millones de años)
  - Comienzan a predominar las plantas con flores. Continúa la disminución del número de especies de helechos. Hacia el final de esta era, extinción de los dinosaurios.
- Período Terciario (hace 65 millones de años)
  - A mediados del período se produce una aridificación del clima. Se cierra el canal de unión entre el Atlántico y el Mediterráneo, que se reabre a finales del período, formando el estrecho de Gibraltar. La desecación del Mediterráneo da lugar a un clima estepario. La flora de hábitats más húmedos (helechos) se refugia en las zonas atlánticas.
- Período CUATERNARIO (hace 1,7 millones de años)
  - Se producen las diferentes glaciaciones y se genera la flora actual.



P. carbonífero

---

## 2.- Clasificación

### 2.1.- Clasificación general

Los helechos actuales se agrupan en las siguientes tres clases:

- LEPTOSPORANGIADOS: provistos de pequeños esporangios y generalmente con algún tipo de mecanismo de dehiscencia:
  - CLASE FILICOPSIDA
- EUSPORANGIADOS: con esporangios grandes y sin mecanismos de dehiscencia:
  - Esporangios separados de la lámina estéril:
    - CLASE OPHIOGLOSSOPSIDA
  - Esporangios en el envés de la lámina:
    - CLASE MARATTIOPSIDA (tropicales)

#### 2.1.1.- Clase Ophioglossopsida

Se trata de pequeños helechos cuyo esporofito no pasa de 50 cm. Tienen pocas frondes, generalmente solitarias y erectas. Estas frondes tienen dos partes, una estéril y otra fértil, que se desarrolla a partir de la primera. En la fértil es donde aparecen los esporangios, que suelen ser grandes y se disponen en espigas o panículas, sin anillos de dehiscencia. El prótalo es pequeño, carente de clorofila, y por tanto está asociado a micorrizas. Los géneros más importantes son: *Ophioglossum* y *Botrychium*.

#### 2.1.2.- Clase Filicopsida

A esta clase pertenecen la mayoría de los helechos y su diversidad es enorme. Abarca desde pequeñas plantas herbáceas hasta formas arborescentes en zonas tropicales. Engloba a 19 órdenes y unas 10.000 especies. Las frondes, de crecimiento circinado, aparecen en grupos, y apenas existen especies con frondes solitarias; están formadas por un solo segmento, nunca por una parte fértil y otra estéril, aunque existe alguna especie, como la *Osmunda Regalis*, en la que los esporangios aparecen en zonas diferenciadas de la fronde, o el *Blechnum spicant*, con esporangios en frondes diferenciadas. Los esporangios suelen estar en el envés de la fronde, reunidos en soros y protegidos por un indusio o pseudoindusio; su pared está formada por una capa de células en la que se diferencian unas más engrosadas, que son las que forman el anillo mecánico, mecanismo de dehiscencia del esporangio. Los prótalos son epígeos, verdes, y por tanto autótrofos.

#### 2.1.3.- Clase Marattiopsida

Clase de distribución pantropical con un orden, Marattiales y una familia, Marattiaceae en la que se incluyen unas 300 especies encuadradas en cuatro géneros, de los que *Marattia* y *Angiopteris* son los más numerosos.

- Plantas de gran tamaño, con tallos aéreos erectos, carnosos, asociados a micorrizas, cubiertos de trofópodos, que son pares de estípulas amiláceas, persistentes, formadas en la base de cada hoja. Frondes generalmente de gran tamaño, hasta tres veces pinnadas.
- Cilindro vascular en forma de dictiostela policíclica.
- Eusporangios abaxiales situados cerca del borde de las pínulas, en grupos anulares de esporangios independientes (Angiopteris) o soldados lateralmente formando sinangios (Marattia).
- Isosporéas, esporas monoletas o triletas, de ornamentación espinosa, granular o verrucosa.
- Protalos exospóricos, verdes, acintados, de larga vida y con micorrizas.
- En algunas especies hay reproducción vegetativa por yemas que se diferencian en las estípulas.
- Viven en bosques de lluvia y selvas secundarias tropicales y subtropicales.

## 2.2.- Clasificación de Christenhusz

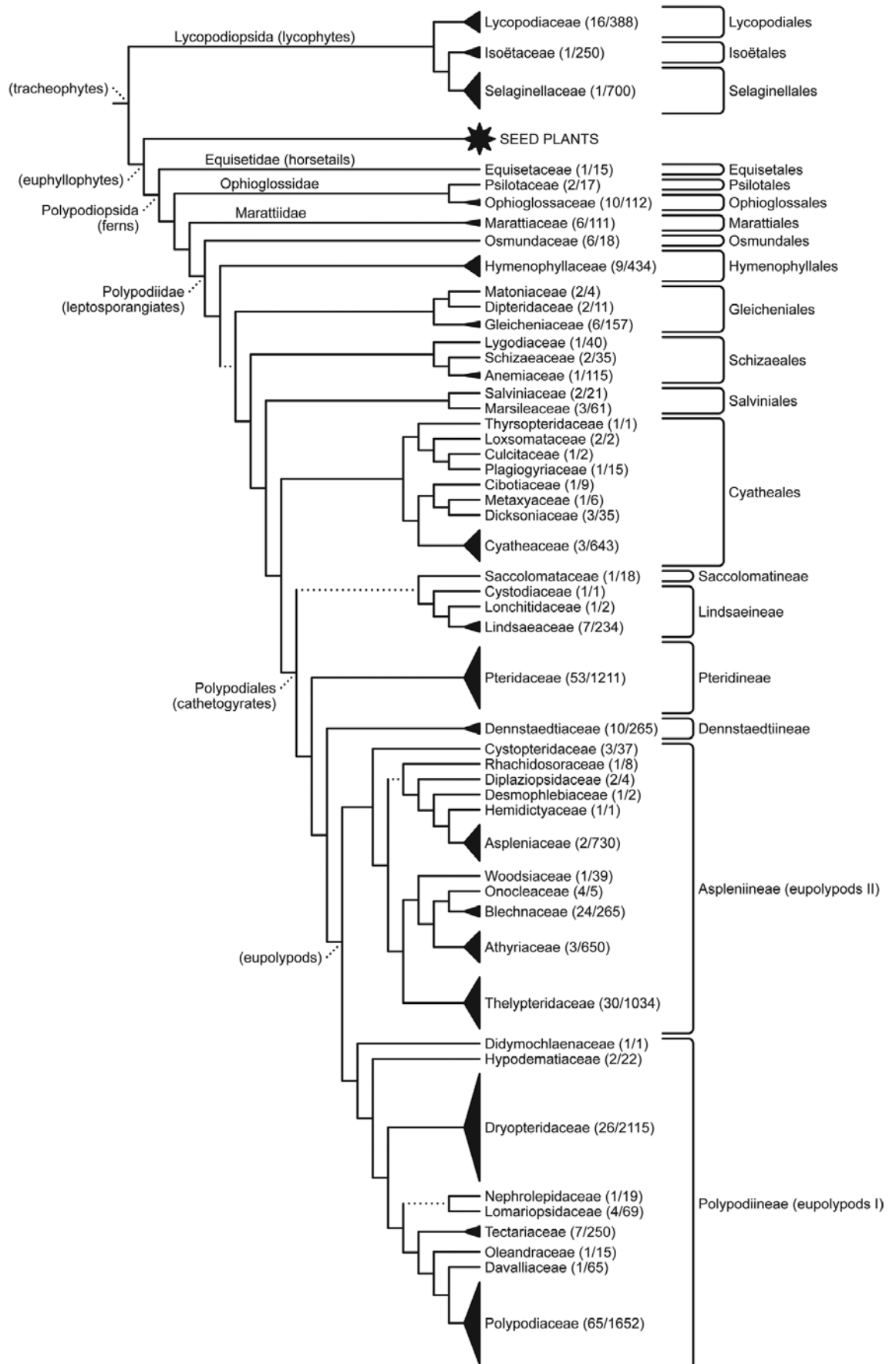
Clasificación de Christenhusz et al. 2011 (basada en Smith et al. 2006, 2008).					
División	Clase	Orden	Familia	Géneros	
Monilophyta	<b>Equisetosida</b>	Equisetales	Equisetaceae	1	
	<b>Ophioglossopsida</b>	Ophioglossales	Ophioglossaceae	5	
	<b>Psilotopsida</b>	Psilotales	Psilotaceae	2	
	<b>Marattiopsida</b>	Marattiales	Marattiaceae	6	
	Filicopsida	<b>Osmundales</b>	Osmundales	Osmundaceae	4
		<b>Hymenophyllales</b>	Hymenophyllales	Hymenophyllaceae	2 (8 SG)
		<b>Gleicheniales</b>	Gleicheniaceae	6	
			Dipteridaceae	2	
			Matoniaceae	2	
		<b>Schizaeales</b>	Schizaeaceae	2	
			Lygodiaceae	1	
			Anemiaceae	1	
		<b>Salviniales</b>	Marsileaceae	3	
			Salviniaceae	2	
		<b>Cyatheaales</b>	Thyrsopteridaceae	1	
			Loxsomataceae	2	
			Culcitaceae	1	
			Plagiogyriaceae	1	
			Cibotiaceae	1	
	Cyatheaceae		4		
Dicksoniaceae	3				
Metaxyaceae	1				
<b>Polypodiales</b>	Lonchitidaceae	1			
	Saccolomataceae	2			

		Cystodiaceae	1
		Lyndsaeaceae	7
		Dennstaedtiaceae	10
		Pterideaceae (5 SF)	60
		Cystopteridaceae	4
		Hemidictyaceae	1
		Aspleniaceae	2 (10)
		Diplaziopsidaceae	2
		Thelypteridaceae	5
		Woodsiaceae	3
		Rhachidosoraceae	1
		Onocleaceae	4
		Blechnaceae	9
		Athyriaceae	5
		Hypodematiaceae	3
		Dryopterideaceae (2 SF)	34
		Lomaropsidiaceae	3
		Nephrolepsidaceae	1
		Tectariaceae	10
		Oleandraceae	1
		Davalliaceae	2
		Polypodiaceae (5 SF)	80

**Total 13.025 especies**

### 2.3.- Clasificación realizada en 2016 por The Pteridophyte Phylogeny Group

Clasificación moderna y completa de licofitos y helechos, hasta el nivel de género, utilizando un enfoque basado en la comunidad para los helechos y licófitos existentes. En total, esta clasificación considera una estimación de 11 916 especies en 337 géneros, 51 familias, 14 órdenes, y dos clases.



### 3.- Morfología

#### 3.1.- Características generales

Un helecho es una planta vascular con raíces, tallo subterráneo (rizomatoso) y hojas (llamadas frondes). No posee flores ni semillas. Se reproduce de forma particular a partir de esporas y necesita agua para completar su ciclo biológico.

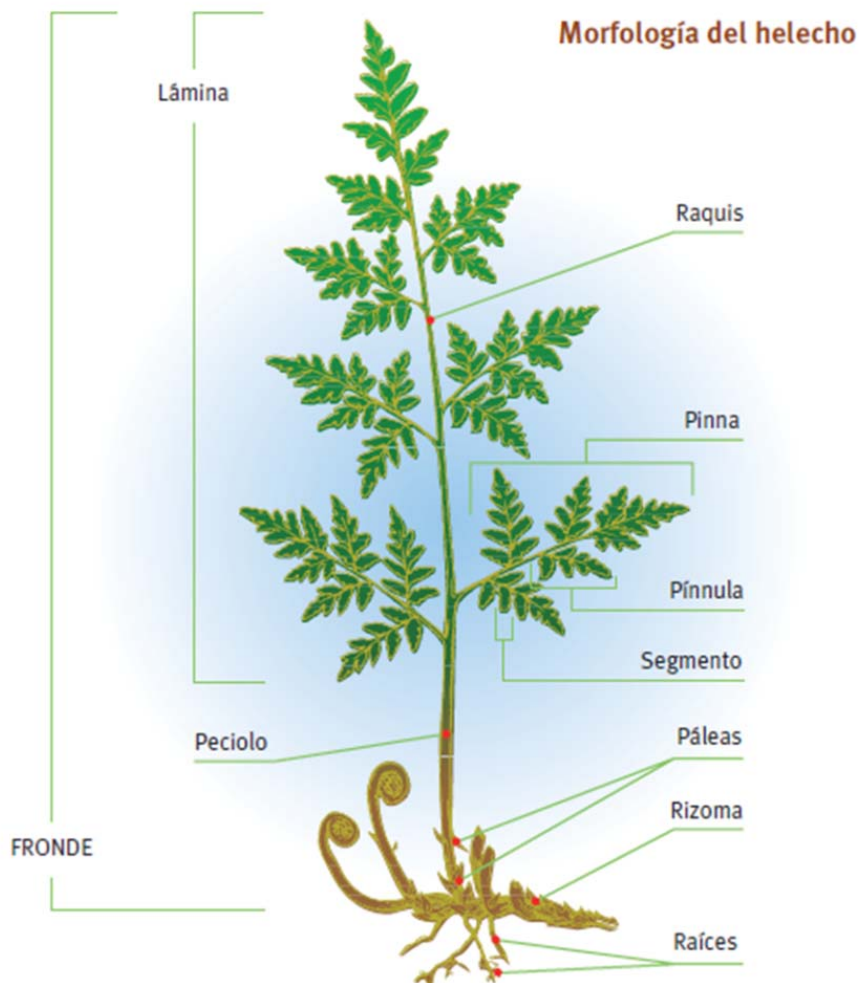
Posee un sistema de vasos que se encargan de conducir el agua y los nutrientes desde la raíz a las hojas (a través del xilema) y de llevar las hormonas y los nutrientes preparados por las hojas a las demás partes de la planta (a través del floema).

Son plantas autótrofas que crecen en ambientes de sombra y con un grado de humedad muy alto. Suelen habitar en las orillas de arroyos, ríos y en quebradas profundas.

Pueden ser plantas trepadoras, rastreras, erectas, aéreas o acuáticas.

Su color puede presentar diversos matices de verde, que van desde el tono más claro hasta el más oscuro azulado.

#### 3.2.- Partes del helecho

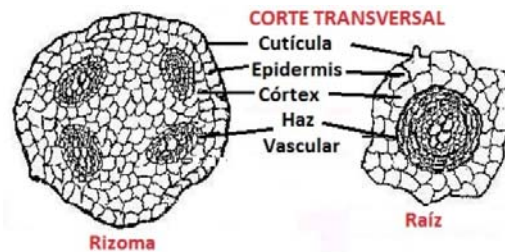




### 3.2.1.- Raíz

Los helechos cuentan con pequeñas raíces que surgen del tallo en la vecindad de las hojas. Se producen raíces adventicias en las partes inferiores de los tallos aéreos o en la superficie ventral de los rizomas. Es la que se encarga de absorber los nutrientes y el agua desde el suelo para transmitirlo a las hojas a través del tallo, para que estas puedan así preparar la savia elaborada que será enviada por las demás partes del helecho. Estas raíces están cubiertas por escamas pequeñas (páleas). Las raíces tienen formaciones tuberosas que le permite almacenar el agua y los nutrientes de reserva.

Su crecimiento se debe a la célula apical. Presenta ramificaciones dicotómicas, o en algunas ocasiones monopódicas. Poseen un cilindro central y una endodermis delgada. Su tejido conductor está compuesto de dos cordones floemáticos entrecruzados con dos cordones xilemáticos. Pueden ser rizóforos, exógenos, sin cofia ni pelos absorbentes.



### 3.2.2.- Tallo

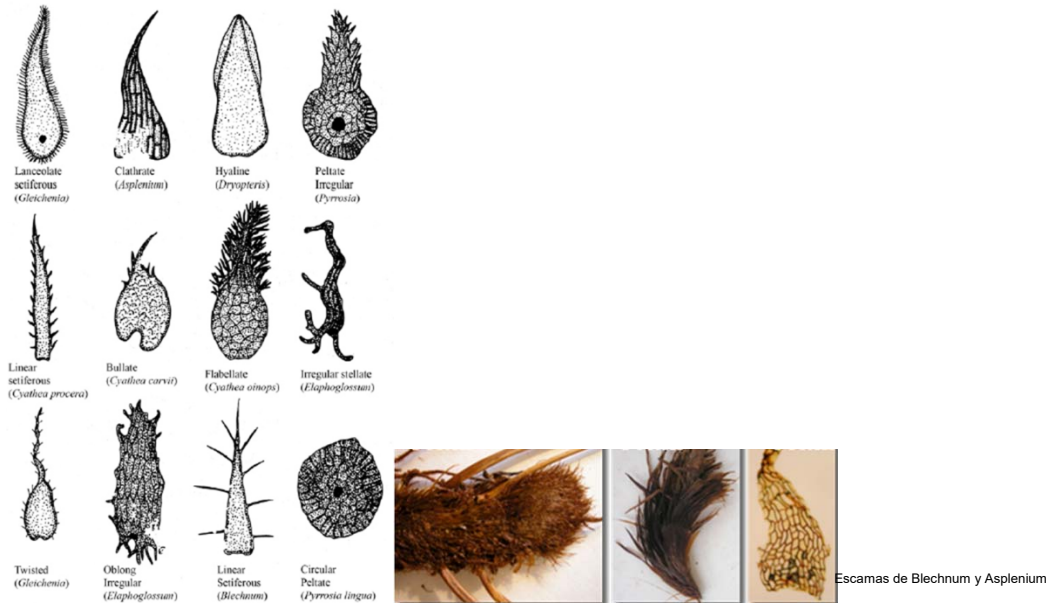
Con rizomas subterráneos o estructuras cortas erguidas cerca del nivel del piso. En algunos, los tallos pueden tener la forma de barril o ser bastantes altos (helechos arborescentes). Los tallos de los helechos nunca crecen en diámetro. Están cubiertos de escamas las cuales son importantes como carácter taxonómico. Los rizomas se pueden propagar muy rápido por división.

El meristemo apical es el responsable del crecimiento primario de los tallos. Los meristemos laterales son los responsables del engrosamiento del tallo y de la raíz. Presentan vasos conductores con estructuras cribosas, que son esencialmente células del floema y elementos traqueales (cumplen las funciones del xilema). Las traqueidas y el floema ayudan a darle estructura al tallo.

En los helechos arborescentes los tallos son erectos. Pero los tallos también pueden tener crecimiento rastrero, epígeo o hipogeo (rizomas). Sus ramificaciones son típicamente dicotómicas.



**Páleas o escamas del rizoma:**



**3.2.3.- Hojas (frondes)**

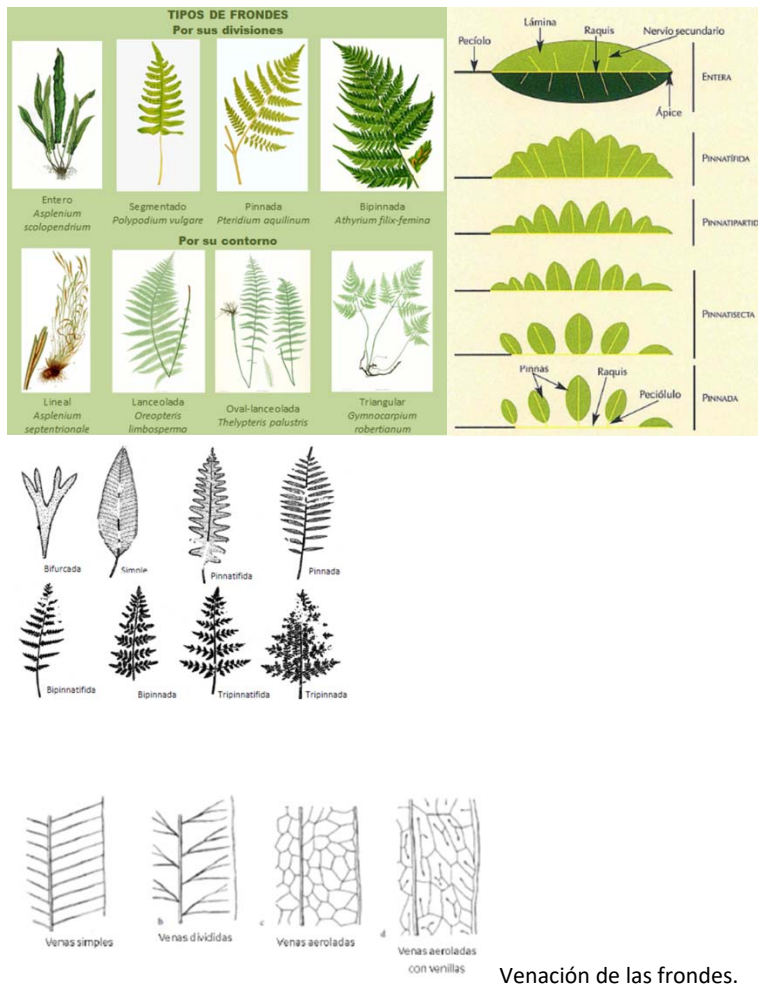
Pueden ser de lámina entera, sostenida por un peciolo, o de lámina dividida, resultando una hoja pinnada (pinna y pínulas), donde se distingue un peciolo que continúa en la lámina, llamado raquis. Sus hojas poseen una prefoliación o vernación circinada (cabeza de violín).

- La nervadura en los helechos con frecuencia es abierta, ya sea dicótoma o pinnada, con nervios que llegan hasta cerca del margen de la lámina sin unirse entre sí. En algunos helechos la lámina tiene nervadura cerrada, con los nervios unidos entre sí para formar una red, en cuyas aréolas pueden quedar algunas pequeñas venas incluidas.
- Las frondes de un helecho pueden tener sólo función fotosintética (trofófilos) (lo más común), sólo función reproductiva (esporófilos), o pueden tener las dos funciones, denominándose entonces trofosporófilos. En ciertos géneros la misma fronde tiene segmentos fértiles (esporóforos) y segmentos estériles.
- En algunos helechos, el meristema apical de las hojas continúan creciendo durante periodos prolongados. Este hábito de crecimiento da como resultado que la hoja tenga forma rastrera o

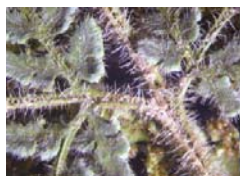
trepadora.

Por todo ello las hojas de los helechos se pueden clasificar según:

- Tamaño:
  - Micrófilos: poseen un aparato vascular simple, un haz vascular único, que se separa del tallo sin dejar rastro.
  - Macrófilos o Megáfilos: con un haz vascular complejo, dejando una cicatriz en el haz del tallo.
- Presencia de esporangios:
  - Trofófilos: sólo realizan fotosíntesis.
  - Esporófilos: que presentan esporangios.
  - Trofosporófilos: que cumplen las dos funciones.
  - En ocasiones la morfología de los esporofilos y los trofofilos en un mismo individuo es muy diferente.
- Lámina:
  - Simples.
    - Compuestas o pinnadas.
- Glabra.
  - Pelosa.
- Limbos simples:
  - Enteros (de muy anchos a delgados).
  - Lobados (pinnatífidos o pinnatipartidos).
  - Hendidos hasta el raquis o nervio medio (pinnatisectos).
- Limbos compuestos:
  - Pinnas (divisiones de primer orden).
  - Pínnulas (divisiones de orden superior, cuando las hay).
- Posición en el tallo:
  - Alternas
  - Verticiladas
  - Fasciculadas en los extremos de los rizomas cortos e hipogeos más frecuentemente.
- Nº de hojas
  - De 1 a numerosas
- Pecíolo:
  - Pecioladas, con pecíolos glabros o paleáceos (con escamas),
  - Sentadas (sin pecíolo).



Los derivados epidérmicos o tricomas son comunes y muy variados en los helechos. Generalmente se les denominan pelos a las hileras de células que se proyectan sobre la superficie del órgano, pero hay derivados con forma de lámina plana que se conocen como escamas. Ambos tipos pueden estar presentes en el rizoma, en la base o en todo el pecíolo, en el raquis y lámina. Uno de los rasgos distintivos de muchos pelos es la presencia de células terminales redondeadas y con función secretora. Los pelos glandulares, secretan ceras, taninos, etc. y pueden caracterizar a especies en particular, así en algunas se pueden encontrar secreciones cerosas de color blanco o amarillento en el envés de la lámina.



Pelos unicelulares.



Cerdas blancas.



Escamas pardas con pelos en márgenes.



Secreción cerosa blanca en el envés.

### 3.2.4.- Estructuras reproductivas

Los esporangios se presentan comúnmente en las hojas fértiles,

pueden situarse en la cara abaxial (envés) de la hoja, reunidos en soros y protegidos por un indusio o pseudoindusio; su pared está formada por una capa de células en la que se diferencian unas más engrosadas que son las que forman el anillo mecánico.

Los esporangios aparecen cuando los esporófitos están maduros y pueden situarse sobre los tallos o, más frecuentemente, sobre distintas partes de las hojas (axilas, márgenes, zona basal o envés).

Los esporangios pueden aparecer:

- Aislados, soldados entre sí (sinangios),
- Formando grupos más o menos compactos y numerosos que se denominan soros,
- Unidos en las terminaciones de los tallos en estructuras complejas denominadas piñas o estróbilos.

Los soros pueden:

- Estar protegidos durante su maduración por una estructura epidérmica de morfología variable que se denomina indusio,
- Estar protegidos por el margen revuelto de la hoja (pseudoindusio)
- En determinados casos, pueden carecer de protección.

La estructura de los esporangios puede ser de dos tipos, en función, principalmente, de su tamaño:

- Eusporangios: son grandes, sésiles o con un pedúnculo macizo. Albergan en su interior gran número de esporas y su pared es gruesa y está formada por varios estratos, al menos durante las primeras etapas de la formación de las mismas.
- Leptosporangios: más pequeños que los anteriores, tienen un pedúnculo delgado y el número de esporas que tienen es menor y múltiplo de 2. Su pared es más pequeña, formada por un sólo estrato de células, y por lo general tienen un mecanismo de dehiscencia o apertura característico que está formado por unas células más engrosadas que se llaman anillo mecánico. Cuando las esporas están maduras, las células del anillo se secan, provocando una brusca contracción de las células que forman dicho anillo, dispuestas por lo general a lo largo del mismo, haciendo que se rompa la pared del esporangio, liberando de esta forma las esporas al exterior con relativa potencia.



Soros (conjunto de esporangios)



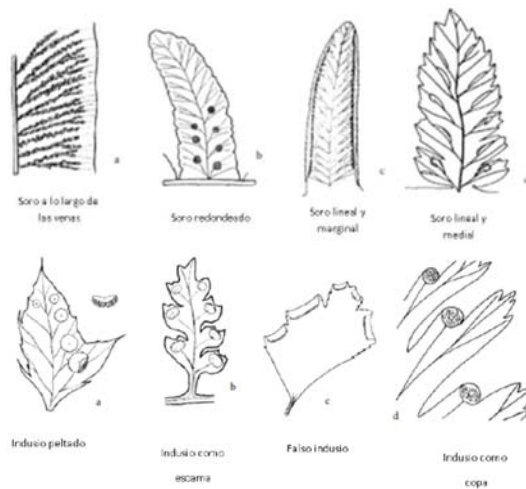
Esporangios en espiga



Esporangio con anillo, de un helecho leptoesporangiado

La disposición de los esporangios en la hoja puede estar:

- Sobre las venillas sin formar soros
- Cubriendo el envés de la lámina
- En soros redondeados sin indusio
- En soros marginales cubiertos por el pseudoindusio redondeado
- En soros marginales protegidos por el pseudoindusio en media luna
- En soros marginales cubiertos por el pseudoindusio continuo
- En soros elípticos con indusio lateral
- En soros lineares con indusio lateral



### 3.2.5.- Las esporas

En el interior de los esporangios, por meiosis, se forman un número variable de esporas, que son dispersadas con el fin de que germinen y formen nuevos gametófitos.

Según la morfología de las esporas podemos hablar de:

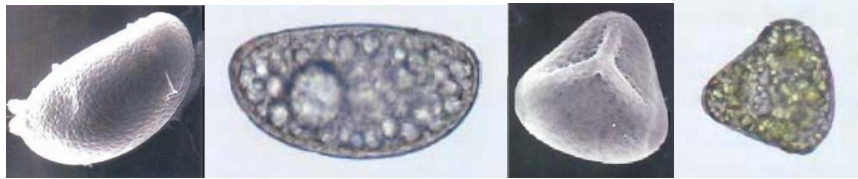
- Helechos isospóreos, cuando sus esporangios (en la mayoría de las especies) originan esporas similares en morfología
- Helechos heterospóreos, cuando los esporangios producen dos tipos de esporas diferentes en morfología. En este caso, la espora pequeña, que producirá gametófitos masculinos, se denomina micróspora, y la espora grande, que originará gametófitos femeninos, se llama macróspora (megáspora). Los esporangios productores de micrósporas se denominan microsporangios, y los de macrósporas, macrosporangios (megasporangios).

Las esporas se originan por meiosis, y presentan una morfología muy variada, lo que ha permitido la utilización de sus caracteres (forma, tamaño, ornamentación, etc.) en los estudios taxonómicos de los diferentes grupos. Aparte de la heterosporia (formación de



macrósporas y micrósporas), existen dos tipos esporales básicos en función de la forma que tiene la apertura germinativa o lesura de la espora y que va a determinar tanto su forma como su simetría.

- Se denominan esporas triletas aquellas que presentan apertura germinativa trirradiada, es decir, con tres brazos que salen de un mismo punto; presentan contorno circular o triangular, forma esférica o tetraédrica y simetría radial
- Monoletas son aquellas en las que la apertura germinativa es lineal; suelen poseer contorno elíptico, forma de casco de barco y simetría bilateral



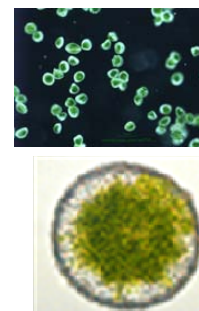
Ejemplos de esporas monoletas (*Psilotum*) y triletas (*Cyathea* y *Argirochosma*)

Lo más habitual es que las esporas sean todas monoletas o todas triletas dentro de una misma especie; sin embargo, existen excepciones, como es el caso de *Isoetes*, en el que las macrósporas son triletas y las micrósporas monoletas.

La ornamentación que presentan las esporas de las diferentes especies puede ser muy variada y su observación detallada requiere la utilización del microscopio electrónico de barrido. La superficie puede ser más o menos lisa, escábrida, granulosa, tuberculada, equinulada, crestada, reticulada o, en ocasiones, presentar una combinación de varios elementos. También es frecuente la presencia de cíngulos recorriendo todo el perímetro de la espora, especialmente en las esporas triletas.

El tamaño también es muy variable y el caso más llamativo lo constituyen los helechos heterospóricos en donde la macróspora puede medir más de 500 micras mientras que la micróspora mide entre 10 y 15 veces menos. El tamaño de las esporas suele ser muy constante dentro de un mismo taxon y, de hecho, se ha utilizado como carácter taxonómico, sobre todo para diferenciar subespecies.

En cuanto al color, las hay más o menos hialinas, amarillentas, de color castaño o rojizo. Solo ocasionalmente son de color verde, como en el caso de *Osmunda regalis*

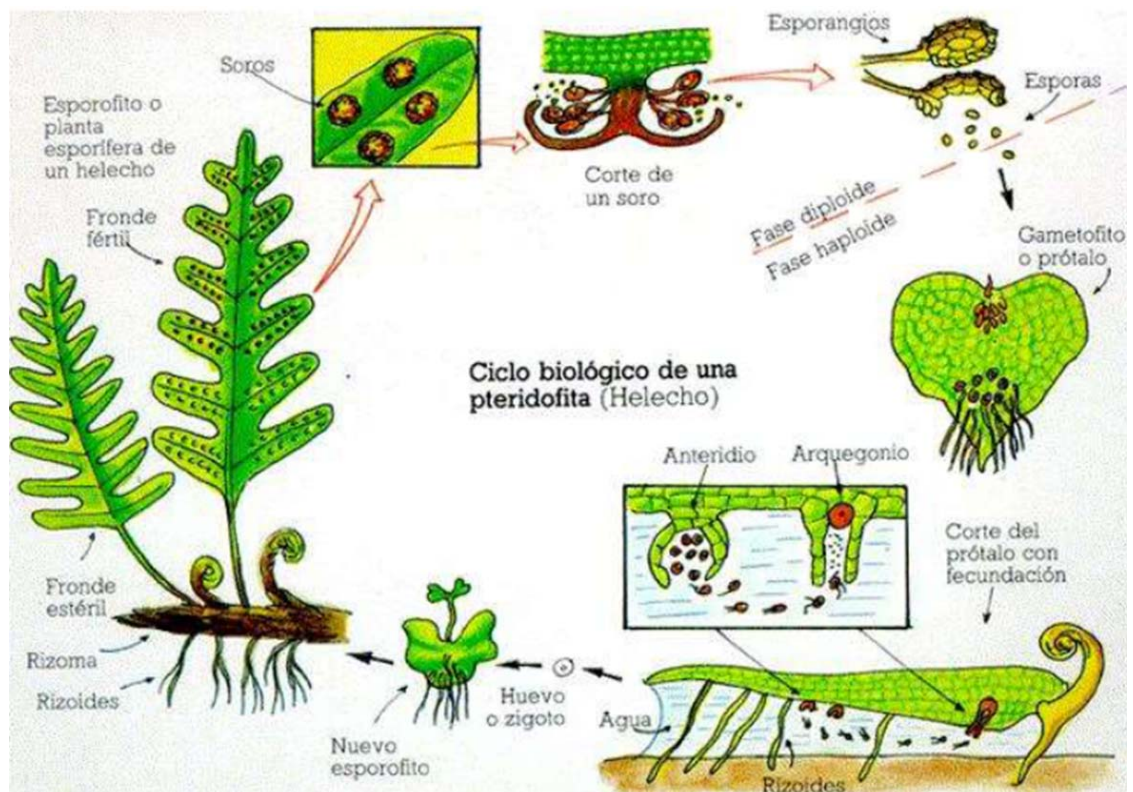


## 4.- Ciclo de vida

### 4.1.- Fases

El ciclo reproductivo de los helechos comprende dos generaciones, una asexual y otra sexual. La asexual o esporofito corresponde al helecho tal como se conoce. Y la sexual corresponde al gametofito o prótalo. Se trata por tanto de un ciclo digenético (dos generaciones), heteromórfico (generaciones diferentes), con el esporofito dominante.

Estas fases poseen número cromosómico diferente, en una de ellas se forman los gametos, por lo tanto se le conoce como fase gametofítica ( $n$ ) (fase haploide); a la otra, donde se forman las esporas, se le conoce como fase esporofítica ( $2n$ ) (fase diploide).



#### 4.1.1.- Fase diploide (dos grupos de cromosomas)

Cuando los esporangios han madurado, se abren y las esporas son liberadas, caen al suelo y si las condiciones son buenas, es decir, hay humedad y calor, germinan y dan lugar a una pequeña hoja en forma de corazón llamada prótalo.

#### 4.1.2.- Fase haploide (un grupo de cromosomas en cada sexo)

El gametofito o prótalo es la fase más pequeña del talo, mide tan solo unos centímetros y su vida es bastante breve, ya que rara vez sobrevive unas semanas. Tiene forma acorazonada y está fijado al sustrato por unos rizoides. En él se forman los gametofitos, que se diferencian en los anteridios masculinos, y los arquegonios femeninos. En algunos casos estos órganos sexuales aparecen en prótalos



diferentes, pero lo normal es que aparezcan en el mismo. La llegada de agua a los órganos sexuales hace que se liberen los anterozoides, flagelados, de forma helicoidal, que nadan hasta los arquegonios (atraídos por el aroma a ácido málico, fito-feromona que emite la oosfera), lugar donde se produce la fecundación. Tras ella, se formará de nuevo un esporófito.

El gametofito es una planta pequeña de unos cuantos milímetros de longitud y poco evidente, pasa por distintos estados de desarrollo, no presenta tejido vascular, algunas veces no sobrevive más allá de un año y desde el punto de vista nutricional es independiente del esporofito.

Durante el período de crecimiento del gametofito, que puede llevar de una a varias semanas, los gametangios se desarrollan en la parte inferior del prótalo. Los gametangios masculinos, llamados anteridios, son estructuras ovales simples que producen los gametos llamados anterozoides. Los gametangios femeninos denominados arquegonios, tienen forma de botella y contienen al gameto femenino conocido como ovocélula. Cuando ambos órganos sexuales están presentes y maduran simultáneamente, los anterozoides del anteridio fertilizan la ovocélula en el arquegonio. Para ello los anterozoides requieren de la presencia de una película de agua que les permita viajar a la boca del arquegonio y entrar en su cuello para alcanzar la ovocélula y llevarse a cabo la fecundación.

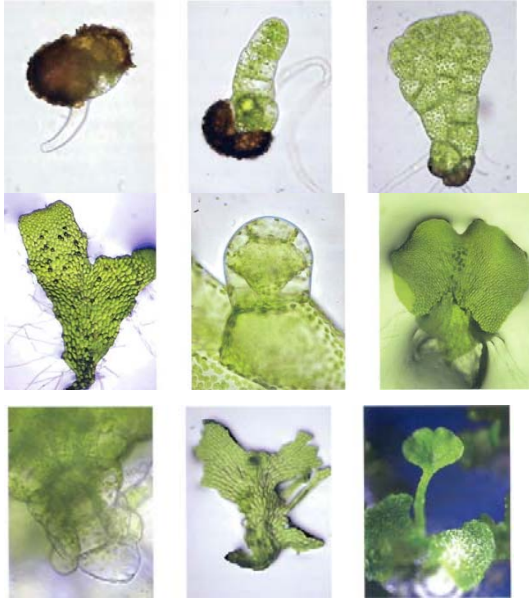
Una vez que el anterozoide fertiliza a la ovocélula, se desarrolla un embrión que a su vez da lugar a un esporofito joven. La primera hoja del esporofito es una estructura simple, estrecha, muy diferente de la hoja de una planta adulta. Continuamente se desarrollan más hojas hasta alcanzar la estructura final de una planta adulta, el helecho que comúnmente conocemos. El esporofito desarrolla sus propias raíces y se hace independiente del gametofito después de que este se marchita y muere. El esporofito o el helecho joven representa la fase prominente o asexual del ciclo de vida del helecho y como se mencionó anteriormente su morfología puede ser muy variada. Con la madurez, en la planta se desarrollan las esporas asexuales, que a su vez germinan para empezar nuevamente la fase sexual.

Hay algunos helechos, sobre todo los acuáticos como Azolla, Salvinia y Marsilea que producen dos tipos de esporas (heterospóricas). Las microsporas que al germinar forman estrictamente un gametofito masculino que produce anteridios, mientras que las megasporas, que son más grandes que las anteriores, desarrollan un prótalo femenino que lleva arquegonios. Los dos tipos de esporas deben encontrarse muy cerca para que pueda ocurrir la fertilización.

La estructura de la fase sexual es la más débil y frágil en el ciclo de vida de un helecho, por lo que muchos factores pueden afectar su desarrollo. La delicada naturaleza del gametofito lo hace muy vulnerable a las condiciones ambientales extremas, sobre todo porque

---

la humedad se pierde fácilmente en su superficie; otro factor importante es la presencia de humedad en el momento de la fertilización, ya que esta habilita el movimiento de los anterozoides. Por lo anterior, sólo la posibilidad de producir millones de esporas puede asegurar el desarrollo exitoso de unos cuantos esporofitos.



Ejemplo de la evolución de un gametofito, desde la germinación, filamento, lámina, anteridios, arquegonios, embrión, hasta el esporofito joven.

#### 4.2.- Viabilidad de las esporas

Las esporas de los helechos son estructuras microscópicas unicelulares, cuyas dimensiones van desde menos de 25 a más de 100 micras

La madurez de los esporofitos de los helechos se logra, en la mayoría de los casos, en un lapso que abarca desde 1 hasta 10 años; una vez que maduran la producción puede ser inmensa, como es el caso de *Pteridium aquilinum*, en el cual una sola hoja puede producir cerca de un gramo de esporas, que corresponde a aproximadamente 300 millones de ellas. En especies de helechos tropicales y templados, bajo cultivo, se ha calculado que el contenido de esporas de hojas individuales, varían desde 750000 en *Asplenium trichomanes*, hasta de 750 millones en *Dicksonia antarctica*.

La viabilidad de las esporas (tiempo en que permanecen viables, esto es, que son capaces de germinar) y la tasa de crecimiento de los gametofitos, son factores básicos para un exitoso establecimiento de los helechos en un nuevo hábitat, después de la dispersión.

Estos factores están controlados por propiedades intrínsecas como el genotipo, edad y latencia, y por factores extrínsecos como lo son las diferentes condiciones del ambiente, del sitio donde se liberan y depositan las esporas, del pH del suelo, de la humedad, la temperatura, la luz, y de los competidores, entre otros elementos.

Pero también las características fisiológicas de las esporas, como sería el caso de la presencia o ausencia de clorofila, repercuten en el

---

tiempo de germinación (latencia) y en el desarrollo de las primeras células de los gametofitos jóvenes.

La viabilidad o longevidad de las esporas de los helechos es variable; así, por ejemplo, las esporas clorofílicas muestran una cierta tendencia a germinar más rápidamente que las no clorofílicas. Las 60 especies de helechos con esporas clorofílicas, que han sido estudiadas bajo diferentes condiciones de cultivo, quedan comprendidas en las siguientes familias y géneros: Osmundaceae: *Osmunda* L., *Leptopteris* Presl, *Todea* Bernh; Grammitidaceae; Polypodiaceae: *Chritiopteris* Copel., *Marginariopsis* C. Chr.; Hymenophyllaceae; Aspidiaceae: *Matteuccia* Tod., *Onoclea* L., *Onocleopsis* Ballard, *Lomariopsis* Fée y Blechnaceae: *Blechnum* L.

Por su parte, las esporas clorofílicas germinan a los dos días, o menos, de haber sido sembradas. Estas esporas presentan cortos periodos de viabilidad, 48 días en promedio. Especies de Hymenophyllaceae y de Equisetaceae, tienen periodos aún más cortos, de aproximadamente 24 días.

Ahora bien, como la mayoría de los helechos presentan esporas no clorofílicas, consecuentemente tienen una tasa más lenta de germinación, que oscila entre 4 y 210 días, por lo que su viabilidad también es mayor como de 3 años en promedio. Cabe mencionar que se han encontrado esporas viables de *Asplenium*, después de haber estado almacenadas 48 años; de *Pellaea truncata* Good., de 50 años y de esporocarpos de *Marsilea* L. de 68 y de 90 años.

La corta viabilidad de las esporas clorofílicas ha sido objeto de diferentes investigaciones y se ha visto que, por ejemplo, en las esporas de *Equisetum*, este fenómeno se correlaciona con la tasa de respiración y con el contenido de agua y de catalasa. Otros autores consideran que la corta viabilidad de las esporas de *Equisetum* también se ve propiciada por la ausencia de una pared protectora contra la desecación. Mientras que otros piensan que pierde su viabilidad, principalmente por su alta tasa respiratoria.

Comparando la estructura interna y los productos de reserva en esporas clorofílicas y no clorofílicas se encontró que las esporas de *E. fluviatile* var. *verticillatum* Doll., tienen un contenido de humedad de 49% y *Osmunda* de 17% y, por otra parte, en esporas no clorofílicas de *Blechnum spicant* y *Pteridium aquilinum*, el contenido de humedad es de 5-14%.

Con relación a los productos primarios de reserva se ha encontrado que las esporas clorofílicas tienen menor cantidad de gránulos de lípidos y de lipoproteínas que las esporas no clorofílicas.

De esta manera se puede concluir que las esporas clorofílicas no entran en un periodo de latencia característico, como sucede con las esporas no clorofílicas, sino que se encuentran en un estado activo fisiológico, de intensa respiración, en el que los compuestos de reserva

---

se utilizan en un tiempo aparentemente corto y, como consecuencia, pierden su viabilidad.

Lo expuesto en los párrafos anteriores es de gran importancia para la conservación, tanto de esporas en el banco del suelo, como en bancos de almacenamiento creados para este fin.

Es interesante la clasificación de las semillas en ortodoxas y recalcitrantes, de acuerdo a su comportamiento en condiciones de almacén. Las primeras son las de tamaño pequeño, tasa respiratoria baja, contenido de humedad hasta del 5% sobre el peso húmedo inicial y que pueden ser almacenadas largo tiempo, a bajas temperaturas, ya que presentan una viabilidad potencial larga, lo cual nos permitiría hacer una analogía con las esporas no clorofílicas.

Por otra parte las semillas recalcitrantes presentan, al igual que las esporas clorofílicas, alto contenido de humedad, tasas metabólicas más elevadas y, como consecuencia, viabilidad potencial corta.

Los helechos que producen esporas clorofílicas tienen gran correlación con el hábitat húmedo mesofítico y las plantas que producen semillas recalcitrantes, así como los helechos con esporas no clorofílicas, son característicos de regiones tropicales y subtropicales húmedas; para ambos casos se considera que los mejores bancos, tanto de esporas, como de semillas, son las reservas naturales, ya que no se ha tenido éxito en los procedimientos actuales para poder conservarlas viables, por largos periodos de tiempo.

#### **4.3.- Conservación de esporas**

Si bien es cierto que resulta una tarea difícil conservar semillas en bancos de almacenamiento, lo es más aún el conservar esporas viables.

Hoy en día, la mayoría de los bancos de semillas dedican gran parte de su esfuerzo al manejo de semillas ortodoxas, porque si son almacenadas en óptimas condiciones de humedad y temperatura, pueden lograr con menos dificultad una tan larga viabilidad que varía desde algunos años hasta llegar a sobrepasar el siglo.

Por su parte, las semillas recalcitrantes ofrecen mayores problemas en su almacenamiento. Con ellas se ha logrado un relativo éxito en cuanto a alargar el periodo de viabilidad, pero este logro va de sólo unos meses a aproximadamente un año. Por esta razón se ha propuesto que los mejores bancos de semillas recalcitrantes sigan siendo las reservas naturales de la vegetación, en las que, al fructificar se asegura un continuo abastecimiento de semillas. La propuesta anterior no es tan solo válida para las plantas productoras de semillas recalcitrantes, sino también para la gran mayoría de las pteridofitas y en particular de los helechos

El deterioro de las esporas de los helechos durante su almacenamiento está en función de si son o no clorofílicas y de

condiciones tales como el contacto con sustancias químicas, luz, temperatura y humedad del sitio en que se guardan.

Sin embargo se ha observado una gran variación con respecto a la viabilidad de las esporas; por citar algunos ejemplos, diremos que las especies de la familia Cyatheaceae (helechos arborescentes), pierden su viabilidad rápidamente después de unas cuantas semanas, mientras que se han encontrado esporas viables de *Asplenium* después de 48 años de almacenadas y de esporas tomadas de ejemplares de herbario de *Schaffneria migripes* Fée de 4 y 11 años y de *Pellaea truncata* que tienen 50 años.

Por otra parte, en ejemplares de herbario, la capacidad de germinar declina con el paso del tiempo, culminando con una pérdida total de viabilidad. Sin embargo, hay helechos como otras especies de *Pellaea*, cuyas esporas pueden permanecer viables por periodos de entre 10 y 15 años después de ser recolectadas (Pray, 1968).

Las esporas más difíciles de conservar viables, en condiciones de almacenamiento, son las esporas colorofílicas (*Osmundaceae*, *Gleicheniaceae*, *Grammitidaceae* e *Hymenophyllaceae*) ya que en promedio permanecen viables 7 semanas.

Para reducir el deterioro de las esporas se recomienda almacenarlas secas en tubos sellados, dentro de un desecador, a bajas temperaturas.

Todo parece indicar que el retraso en la germinación y la pérdida de la viabilidad de las esporas de ejemplares de herbario, se debe principalmente a los tratamientos físicos y químicos empleados en su preservación y en el control de insectos.

Las técnicas de conservación "curatoriales" de los herbarios repercuten decisivamente en la viabilidad de esporas y de semillas. Se cree que el hecho de que en algunos herbarios de Estados Unidos se utilice Dowfume y bromuro de metilo, ambos compuestos, considerados por la Agencia de Protección Ambiental de aquel país como altamente tóxicos y venenosos, es la causa de la pérdida total de la viabilidad de esporas de ejemplares de *Pellaea*).

Sin embargo, otros compuestos como el paradiclorobenceno, el bisulfuro de carbono y el tetracloruro de carbono parecen ser menos tóxicos, ya que en ejemplares de herbario en donde utilizan estos productos, se encontró que las esporas de ejemplares de especies del género *Pellaea* aún eran viables.

Los tratamientos químicos no son la única amenaza para la viabilidad de las esporas en colecciones de herbario; también el tratamiento con calor (60°C por 24 horas) provoca una pérdida completa de la viabilidad en muchas especies, mientras que tratamientos basados en la congelación de ejemplares por varios días a -20°C, han mostrado que en *Pellaea* no se daña la capacidad de germinación de las esporas.

---

Otra alternativa que se ha considerado para no emplear insecticidas en los herbarios, es el uso de radiaciones de microondas, las cuales actúan calentando el agua contenida en el cuerpo de los insectos hasta matarlos. Este método es relativamente barato, rápido y efectivo; sin embargo se ha visto que con este tratamiento no es posible la germinación de algunas semillas, entre ellas las del género *Malvastrum* y de otros propágulos, tales como esporas.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, resulta evidente que mantener viables las esporas de helechos es una tarea ardua y difícil y quizá a esto se deba la falta de bancos de almacenamiento de esporas a nivel mundial; sin embargo, hay instituciones y sociedades, como The British Pteridological Society y American Fern Society, que cuentan con programas de intercambio de esporas, y en sus listas llegan a incluir más de 500 diferentes especies de helechos. Pero desafortunadamente sabemos que al sembrar esporas obtenidas por medio de estos intercambios, no todas germinan.

También existen sociedades en todo el mundo, que se dedican a alentar el estudio de las pteridofitas, principalmente con fines ornamentales, las cuales no han sido muy comercializadas e incluso ocupan un nivel poco imperante, desde el punto de vista económico, comparado con otras plantas cultivadas.

Como propuestas de conservación de esporas se puede considerar:

- Tratar de conservar, por diferentes medios, las poblaciones naturales vegetales in situ, es decir, mantenerlas en su hábitat natural, dentro de la comunidad de la cual forman parte. En los casos en que esto no sea posible, mantenerlas ex situ, lo cual implica mantener a los organismos fuera de su hábitat natural, en jardines botánicos, bancos de germoplasma o almacenados en forma de esporas, propágulos vegetativos, cultivo de células o de tejidos; ambos tipos de conservación, in situ y ex situ, se complementan y son necesarios para mantener la variación genética de las especies, lo cual les permite mayor oportunidad de sobrevivencia.
  - Apoyar a los jardines botánicos para que amplíen sus esfuerzos en cuanto a la preservación de la diversidad biológica y puedan participar activamente en la conservación de plantas, tanto in situ, como ex situ.
  - Desarrollar y mejorar el manejo de las áreas protegidas, como lo son las reservas naturales, en donde se especifiquen claramente los lineamientos de conservación y control, sobre todo los relativos al tipo y número de especies que se tienen y de las que son extraídas para diferentes fines, tanto por mexicanos como por extranjeros.
  - Apoyar los proyectos de investigación que enriquezcan el conocimiento sobre la biología, la ecología y la distribución de las pteridofitas.
-

- Continuar haciendo estudios que nos permitan conocer la viabilidad de las esporas de las pteridofitas y así poderlas mantener viables por periodos más largos, lo cual podría dar pie a la creación de un banco de esporas.
- Impulsar la formación de recursos humanos en diferentes especialidades, como la biología, la botánica y la taxonomía, así como en conservación y manejo de los recursos naturales.
- Incidir en los programas de educación a nivel primario, medio y superior, para poder crear conciencia de la importancia de la conservación de regiones naturales, ya sean desérticas, boscosas o selváticas, como la única fuente de conservación de la mayoría de las especies vegetales.
- A través de los medios de difusión, instruir y crear conciencia social del valor que tienen las especies vegetales per se y del daño y peligro al que se les expone deteriorando los ecosistemas naturales.



## 5.- Formas de propagación

### 5.1.- Propagación vegetativa

Una ventaja de los helechos radica en su capacidad de propagación vegetativa, cuyo único inconveniente es que la información genética no sufre variación, lo cual, a la larga, tiende a disminuir la adecuación de las especies al medio natural.

Hay distintas formas de propagación vegetativa:

- A partir de diferentes partes de la planta;
- Por yemas;
- Por cultivo de tejidos.

#### 5.1.1.- A partir de diferentes partes de la planta

Las partes de un helecho que pueden generar nuevos individuos son el rizoma, la raíz y la hoja.

El rizoma ramificado es el más frecuentemente utilizado para producir nuevas plantas. También funcionan bien los fragmentos de peciolo, por ejemplo, en *Phyllitidis scolopendrium*.

Este método de propagación se emplea en el género *Nephrolepis*, puesto que éstos emiten largos y finos estolones que poseen yemas terminales que, al entrar en contacto con el suelo, emiten hijuelos. Los estolones son extraídos de las plantas madre cultivadas en invernadero climatizado (a 25°C de mínima) sobre bandejas, en un sustrato a base de turba y mantillo de 30cm de espesor. El pH de este sustrato se puede corregir añadiendo dolomita o hidróxido cálcico. De este modo, se pueden producir estolones a lo largo de todo el año.



#### 5.1.2.- A partir de yemas (bulbillos)

Algunos helechos producen nuevas plántulas en sus hojas a partir de yemas, que se anclan a la superficie del suelo sin desprenderse de la planta madre (*Camptosorus rhizophyllus*, *Polystichum setiferum* y *Woodwardia radicans*)

Las yemas formadas en las hojas de algunos helechos como *Polystichum setiferum* cv. *proliferum* y *Woodwardia radicans*, se pueden desprender y ser trasplantadas

Otras especies desarrollan las yemas en las raíces (*Asplenium auritum*, *Ophioglossum* y *Platycerium*, *Diplazium esculentum* y *Asplenium auritum*), que generan nuevas plántulas, que pueden ser



trasplantadas, desprendiéndolas de la planta que les dio origen..

Incluso algunas generan yemas sobre estípulas situadas en la base del peciolo (Marattia y Angiopteris), que se pueden desprender y cultivar.



### 5.1.3.- A partir de cultivo de tejidos

El cultivo de tejidos es un método especial que permite el crecimiento de nuevos esporofitos a partir de pequeños trozos de zonas meristemáticas de gametofitos, meristemos de rizomas, y de jóvenes esporofitos, así como de tejidos de plantas adultas. Se trabaja sobre un medio de cultivo estéril, abastecido con nutrientes. Las plantas madre se seleccionan entre las mejores y más jóvenes. Su explotación no debe prolongarse más de dos años, al cabo de los cuales se debe renovar con plantas nuevas que pueden proceder del cultivo in vitro. La ventaja de este método es que se producen mayor número de esporofitos, pero no hay variación genética.



## 5.2.- Propagación a partir de esporas

Se lleva a cabo a partir de esporas maduras (negras), que se siembran en el propio suelo o en medios de cultivo artificiales.

### 5.2.1.- Ejemplo

Recogida de esporas de *Phyllitis scolopendrum* a finales de

septiembre. Se tamizan.



En un contenedor de plástico 3/4 de tierra vegetal mezclada con 1/4 de tierra arcillosa hasta unos 4 cms de espesor. Se esteriliza en el microondas (5 minutos a máxima potencia) y se riega hasta saturarla.



Se siembran las esporas espolvoreándolas sobre la superficie del sustrato preparado.



Se cubre con la tapa transparente y se coloca en un lugar muy iluminado pero protegido del viento y del sol directo.



A los 21 días destapamos y vemos que han germinado las esporas y los protonemas (células verdes sin forma definida) forman una fina capa verde sobre la tierra. Volvemos a cerrar para que se conserve la humedad interior al 90%.

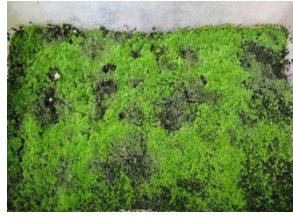


A los 30 días el progreso de la capa verde es evidente.



A los 42 días la capa verde ha crecido vigorosamente. Se aprecian los

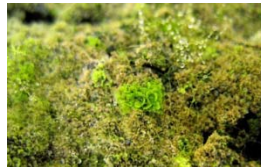
prótalos (forma haploide del helecho, con la mitad de cromosomas). Ponemos el contenedor en una zona más iluminada.



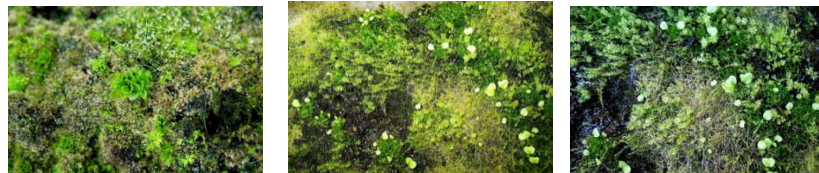
A los 60 días algunos prótalos han crecido bastante mientras que otros han muerto (al no ser fecundados). Pueden apreciarse filamentos (hifas) de hongos saprófitos.



A los 75 días los prótalos cada vez son más grandes, como hojitas de lechuga de color verde oscuro.



A los 216 días (7 meses) empiezan a brotar los primeros esporofitos con sus diminutas frondes de color verde claro, que salen de los prótalos fecundados (son la forma diploide de los helechos).



A los 8 meses ya empiezan a apreciarse las líneas radiales de los pequeños frondes.



A los 9 meses se hace el repicado, trasplantando los pequeños helechos a macetitas individuales con ayuda de unas pinzas y mucho cuidado. Como están muy concentrados resulta muy difícil separarlos, por lo que se pueden colocar varios juntos en la misma maceta. Se colocan en un contenedor de plástico transparente más grande, con un poco de agua en el fondo para que la tierra de las macetas se mantenga bien húmeda por capilaridad. Se tapa y se coloca en el mismo lugar. Poco a poco se va destapando para acostumbrar los



helechos al ambiente externo.



El proceso termina cuando se planta en su ubicación definitiva.



### 5.3.- Propagación a partir de gametofitos

En laboratorio de investigación se prepara un medio de cultivo con agar y nutrimentos en cajas de Petri en condiciones asépticas. Las esporas se esparcen sobre el agar y se meten en bolsas de polietileno, colocándolas en un lugar donde reciban suficiente luz y se encuentren a una temperatura entre 15°C y 30°C. Bajo estas condiciones se obtiene una gran cantidad de gametofitos, pero no siempre se producen esporofitos, debido a que con frecuencia no se forman arquegonios (órgano sexual femenino) y anteridios (órgano sexual masculino); muchas veces sólo se observan gametofitos arquegoniados como sucede en diferentes especies de Polypodiaceae o anteridiados como en *Woodwardia martinezii*. Una vez que se generan los esporofitos se trasplantan a macetas con tierra, protegiéndolas de la desecación. De esta forma se generan una gran cantidad de esporofitos, pero es necesario un tiempo muy largo para todo el proceso.

La formación de esporofitos por apogamia (producción de esporofitos directamente de gametofitos sin que haya singamia) no es muy frecuente en los cultivos; más bien se ha observado que principalmente ocurre en especies de hábitat seco, como en *Pellaea Link.* y *Notholaena* y en *Woodwardia martinezii*; sin embargo, un gran número de helechos homospóricos presentan apogamia obligada. En ellos los órganos sexuales no se producen o generalmente no son funcionales, particularmente el arquegonio.

En el caso de obtener esporofitos por medio de cultivo de esporas en agar, éstos se trasplantan a macetas con suelo y se protegen de la desecación; una ventaja que tiene esta forma de reproducción, es el gran número potencial de esporofitos, mientras que la desventaja radica en el tiempo tan largo que necesitan para alcanzar la madurez.

La reproducción vegetativa por yemas se ha observado en gametofitos

de diferentes especies de Grammitis, Hymenophyllum, Vittaria y Trichomanes, formando clones.

Las yemas son unidades vegetativas dispersables, que pueden dar lugar a nuevos gametofitos o, bajo la influencia de gametofitos viejos, pueden producir anteridios y funcionar como plantas masculinas. Cuando la germinación ocurre en presencia de gametofitos maduros, éstos producen anteridiógenos que favorecen la formación de anteridios en los gametofitos jóvenes, más que de crecimientos vegetativos.

La reproducción por yemas ha llevado a un patrón evolutivo poco común en Vittariaceae, incluyendo la existencia de poblaciones permanentes de gametofitos sin esporofitos y posiblemente la existencia de especies representadas únicamente por la generación gametofítica.

En cultivos con agar, se ha visto que frecuentemente gametofitos viejos de helechos homospóricos forman yemas, tanto en las alas como en el cojinete (por ejemplo en *Tectaria heracleifolia*, *Woodwardia spinulosa*).

## 6.- Técnicas de cultivo

### 6.1.- Tras la siembra

A partir de la aparición del esporofito deben realizarse las siguientes operaciones:

**Repicado:** El repicado es la actividad intermedia entre la siembra y el trasplante definitivo. El primer repicado se debe realizar en estado de prótalo sobre bandejas. El prótalo es la parte más pequeña del tallo que corresponde al gametofito haploide, de vida corta, forma acorazonada y plana. En éste se forman los anteridios, que a su vez forman los gametofitos masculinos y los arquegonios (femeninos). El segundo repicado se debe realizar en estado de 2-3 hojas sobre bandejas simples o múltiples. Este último, será aproximadamente de 2-4 meses después del primer repicado.

**Trasplante:** Se realiza en macetas con láminas de polietileno o sobre bandejas de invernadero, 6-8 meses después. Se colocan de 1-3 plantas por maceta (o alveolo) generalmente de 10-12cm de diámetro.

**Abonado:** Se deben realizar aportes de abono soluble (equilibrio 1-0,5-1) cada ocho días a una dosis de 0,5g/l. La relación N/K debe tenerse en cuenta debido a que un exceso de nitrógeno puede originar malformaciones (bordes lobulados). Una aportación de 100 ppm (equilibrio 3-2-3) puede resultar adecuada. Además se pueden intercalar abonos foliares sobre todo en invierno.

Nutrientes en helechos (kg/ha)						
N	P	K	Ca	Mg	S	micronutrientes
560	280	570	110	50	50	Zn, Fe

**Plantación:** Las plantas deben estar separadas unos 35-45cm dentro de una misma fila, evitando en todo momento el contacto entre ellas. Dicho marco varía en función del tamaño de la planta y la maceta utilizada.

### 6.2.- Si la planta es comprada

#### 6.2.1.- Selección

Las plántulas de helecho pueden adquirirse en maceta o a raíz desnuda en centros de jardinería. Al elegir la raíz verifica que esté libre de cualquier plaga y que se encuentre saludable.

La plantación debe realizarse en otoño o primavera. Puede ser en interior o en exterior, dependiendo de la especie elegida.

#### 6.2.2.- Ubicación

La ubicación será fundamental, necesitando media sombra, con luz pero sin sol directo, en un entorno con humedad elevada y temperaturas suaves. También será bueno colocarlas en un lugar ventilado, aunque sin corrientes de aire.

#### 6.2.3.- Sustrato

---

Una buena preparación del terreno es fundamental para el éxito de la plantación. Hay que preparar un sustrato bien aireado, compuesto de tierra de brezo y tierra de mediana consistencia en proporciones iguales, más un poco de arena. El sustrato debe ser ligero y tener muy buen drenaje. También puede incorporar mantillo de hojas o compost rico en ramas trituradas. El suministro de fertilizantes no suele ser necesario porque los helechos son de naturaleza frugal. El uso de sustrato esterilizado puede prevenir los ataques de los nemátodos. También se pueden añadir microorganismos y hongos micorrícicos al suelo, para imitar las condiciones de su sustrato natural.

#### 6.2.4.- Plantación

Para plantar el helecho es recomendable hacer un agujero dos veces más ancho y profundo que el tamaño de la mata de helecho. Apisonar suavemente el suelo luego de colocar la planta y regar abundantemente.

#### 6.2.5.- Riego

La frecuencia del riego debe ser regular durante el primer año, especialmente en período de sequía; el suelo siempre debe estar húmedo, no mojado, y se debe evitar siempre la presencia de agua estancada. Por eso hay quienes también recomiendan regar, esperar que el agua se seque y entonces hacer el siguiente riego. Sin embargo, a la hora de cuidar los helechos en invierno, deberás reducir el riego e incluso puede ser suficiente con regarlos una vez por semana. Asimismo, durante el verano será necesario pulverizar las hojas de nuestros helechos con un spray o vaporizador, para mantenerlas frescas y húmedas, así como usar un sustrato poroso.

Es conveniente regar la tierra de la maceta del helecho, un poco todos los días, pero evitando siempre que se llene completamente de agua. Lo ideal es, además, rociar el helecho con agua con la ayuda de un difusor o spray, y a ser posible reutilizar agua de lluvia para los riegos y rociados. También se pueden usar soluciones como el alcohol desnaturalizado, lo que a su vez ayuda en la lucha contra las plagas.

Los helechos son plantas que necesitan niveles altos de humedad en el aire y en el ambiente. Podemos conseguir una buena humedad con métodos como colocar la planta en macetas dobles o poner un humidificador cerca.

Cuando la temperatura supera los 21 ° C, es recomendable rociar a las hojas una vez al día. Una nebulización con agua tibia es ideal. Tenga cuidado de no dejar gotas grandes de agua en las hojas: algunos géneros como el *Polypodium* lo toleran mal. Utilice preferentemente agua de lluvia para el rociado y el riego.

Para usar una maceta doble, la segunda debe ser más grande que la maceta donde se plante el helecho. Esta se deberá llenar con musgo y agua y colocar sobre ella la otra maceta. La parte superior de la maceta sobre la que esta plantada, se debe cubrir de tierra y musgo. Unos días más tarde de la plantación, se podrá regar para asegurarnos de que se encuentre húmedo.

Es mejor colocar la maceta sobre una bandeja llena de agua y tapizada de bolas de arcilla o cantos rodados. Esto ayuda a mantener alta la humedad ambiental, beneficiosa para la planta.

#### **6.2.6.- Temperatura**

La temperatura ideal va de 18 a 20 ° C. Esto es así debido a que la mayoría de helechos que se cultivan en casa, son de clima tropical. Colocar los helechos en los cuartos de baño puede ser una solución, ya que la temperatura y la humedad generalmente son mayores debido a las duchas y bañeras. Así que si tienes espacio en esta zona del hogar, te recomendamos colocarlo ahí.

Por supuesto, no conviene colocarlos cerca de una calefacción o aire acondicionado, aunque sea una zona en la que puedes controlar mejor la temperatura ya que estos sistemas resecan demasiado el ambiente.

#### **Poda**

No será necesario podar los helechos, tan solo deberemos quitar a ras de suelo aquellas ramitas que estén amarillas o las que se hayan roto.

Podemos hacer una poda de las hojas o frondas en primavera y verano. Las hojas secas pueden ser suprimidas antes de que las frondas nuevas sean demasiado grandes. Para obtener un follaje persistente se debe esperar hasta la aparición de las nuevas hojas antes de realizar la poda.

Los helechos también sufren ciertas enfermedades, si bien suelen ser resistentes y no mueren, aunque es conveniente podar o cortar con tijeras, previamente afiladas y desinfectadas, las partes enfermas o dañadas del helecho. Si el contagio es a toda la planta, conviene retirarla para que no propague la enfermedad a otros helechos. Además, cuando hay partes secas o muy envejecidas conviene podarlas también, lo que puede suceder en cualquier momento del año.

#### **6.2.7.- Abonado**

En primavera puede ser conveniente emparejar el suelo con compost. Evitar trabajar en profundidad, ya que los helechos soportan mal los cambios repentinos. También puede llevarse a cabo un suministro moderado y ocasional de un fertilizante rico en nitrógeno (una vez por mes, excepto en invierno). Utilizar dosis pequeñas para evitar la quema de las raíces.

En cuanto a los fertilizantes, podremos añadir a nuestros helechos fertilizante líquido específico para helechos disuelto en el agua de riego cada 15 días durante la época de crecimiento. Se pueden empezar a aplicar a partir de los seis meses, una vez al mes.

#### **6.2.8.- Trasplante**

A medida que los helechos vayan creciendo, será conveniente trasplantarlos a un tiesto o maceta más grande para que se desarrollen correctamente. Hay que trasplantar un helecho cuando vemos que el espacio de la maceta se le queda pequeño o cuando vemos que hay



problemas con la tierra o el drenaje. La mejor época para hacerlos será en primavera y puedes ver aquí cómo trasplantar plantas de interior.

El helecho puede ser replantado cada dos años, en primavera o a principios del verano.

### **6.2.9.- Acolchado**

Acolche los parterres de helechos al acercarse el invierno. Deja tantas hojas como sea posible sobre el suelo. Haga un acolchado adicional si es necesario. Esto protegerá los helechos y suministrará humus el año siguiente. Resista la tentación de quitar las hojas secas en invierno, ya que proporcionan una protección natural contra el frío. Reduzca el riego cuando la temperatura baja. El helecho entra en dormancia con temperaturas cercanas a los 10 ° C.

Para un desarrollo armonioso del helecho se puede girar la maceta un cuarto de vuelta cada dos o tres días.

### **6.2.10.- Problemas**

Las frondes aparecen deformadas y pegajosas. La causa de esto son las cochinillas, que excretan una melaza que los deja pegajosos. Trátales con Oleoparation.

El helecho presenta hojas amarillentas o con manchas marrones y se caen. Esto se debe a que el ambiente está demasiado caliente.

Las hojas no crecen y tienen un color apagado. El problema es la falta de nutrientes. Cambia el sustrato y abona bien.

Las hojas más jóvenes terminan pudriéndose. La planta tiene botrytis. Esto se debe a una humedad excesiva. Espacia un poco el riego, comprueba que el drenaje funciona y aplica insecticidas específicos.

Si al volver de tus vacaciones te encuentras con alguna de tus plantas secas, no te preocupes. La puedes recuperar siguiendo estos tres pasos:

Elimina todo el follaje seco cortándolo casi al nivel del compost con tijeras o un cuchillo bien afilado.

Sumerge la planta en un cubo con agua. Cuando dejen de salir burbujas, sácala y deja escurrir.

Hasta que salgan los nuevos brotes, mantén la planta en un ambiente lo más fresco posible.

---

## 7.- Requerimientos

Para prosperar adecuadamente, los helechos necesitan unas determinadas condiciones edafoclimáticas:

### 7.1.- Temperatura

Los helechos requieren climas cálidos y húmedos. Por lo general, el rango de temperatura óptima para el crecimiento de éstos oscila entre 15-30°C, de 19 a 20°C en el sustrato, aunque depende de la especie. Por ejemplo el *Asplenium nidus* tiene una temperatura óptima de crecimiento de es 16-25°C, aunque tolera bien temperaturas de 12°C.

### 7.2.- Iluminación:

Normalmente, los helechos son plantas de lugares sombríos. No obstante, son tolerantes a ambientes luminosos, aunque nunca a exposiciones directas a la radiación solar.

Necesitan una intensidad de luz complementaria de 2.000 lux. *Asplenium nidus* requiere entre 15.000 y 30.000 lux. *Nephrolepis exaltata* puede ser cultivado en niveles altos de luz (35.000 a 45.000 lux) si se garantiza un suministro adecuado de agua y nutrientes.

### 7.3.- Humedad:

Requieren ambientes con humedad relativa alta. Son poco tolerantes a ambientes secos.

Una buena idea es tener en el mismo ambiente que la planta un humidificador (en caso que este dentro del hogar). Otra opción es pulverizar con agua templada sus hojas. Si tienes al helecho colgando puedes poner un cuenco con agua debajo, con esto lograrás que el agua a medida que se evapore genere las condiciones óptimas de humedad que tu helecho necesita.

Si la planta se encuentra en interiores debes prestar atención durante la época invernal, ya que el uso de la calefacción puede secar el ambiente, quitándole la humedad que el helecho necesita para vivir.

### 7.4.- Suelo:

Los sustratos deben ser porosos (el porcentaje de porosidad libre óptimo para el cultivo de los helechos debe ser mayor al 20%), ligeros y húmedos. Conviene utilizar sustratos con elevada capacidad de almacenamiento de agua ya que las plantas evaporan grandes cantidades.

Un buen sustrato puede estar compuesto por una proporción 1:1 de mantillo y tierra de brezo, o por un 70% de turba rubia, un 20% de turba parda y un 10% de arena.

En cuanto a la acidez la mayoría de los helechos prefieren los suelos ácidos (pH 5-6). Se recomienda que el sustrato para helechos esté neutralizado, pudiendo oscilar su pH 4,2/5-5,2/6. Los valores más adecuados de pH en tres casos particulares son:

- *Adiantum*: 5/5,2-5,7/6

- Platycerium: 5,5-6,5
- Pteris: 4,7-5,2

Si la planta está en una maceta puedes poner en la base un poco de grava o arcilla para permitir el drenaje del agua, es decir para que no se estanque el agua de riego. Además para que la tierra pueda retener la humedad, puedes colocar por encima de la misma una capa de mantillo.

### 7.5.- Riego:

Se puede efectuar mediante riego por goteo o aspersión. Prefieren riegos frecuentes y cortos más que prolongados y espaciados, pues el encharcamiento conduce asfixia radicular y a exceso de humedad y, por consiguiente, al deterioro y pudrición de raíces.

El mejor consejo para los cuidados del helecho con respecto al riego, es regar poco pero seguido. Claro está que en las épocas de mayor temperatura regaras más seguido, mientras que durante el invierno espaciaras un poco los riegos.

En cuanto al tipo de agua que debes usar para regar, siempre que puedas utilizar agua de las precipitaciones (lluvia) mucho mejor. En caso de no poder contar con ella, evita usar aquella agua que contenga mucha cal.

### 7.6.- CO<sub>2</sub>:

Raramente aplicado. Es tóxico para Asplenium a 700 ppm.

### 7.7.- Ubicación

Se debe considerar el tamaño que adoptará al crecer, según la especie que hayas elegido. Recuerda que hay tipos de helechos que tienen frondes que pueden llegar a medir entre 1/2 y 1 metro. Eso es un condicionante a tener en cuenta en su ubicación.

Un sitio ideal para ubicar los helechos de interior es el cuarto de baño si tienes espacio, debido a la humedad y temperatura.

Todo lo contrario son los sitios de paso como los pasillos, ya que en esos lugares suele haber corrientes de aire que no son nada buenas para estas plantas.

## 8.- Plagas y enfermedades

### 8.1.- Plagas

Pueden aparecer pulgones y cochinillas cuando el ambiente es muy seco.

Se sugiere evitar esta condición para reducir la necesidad de aplicación de agroquímicos ya que los helechos son sensibles a algunos productos como el dimetoato.

Frente a los parásitos emplearemos: malathion o polvos de piretrinas, oleoparation, oxamilo o Lindano. En cualquier caso debemos tener mucho cuidado con el empleo de productos químicos pues los helechos son muy sensibles a estos productos. Es recomendable aplicar estos productos en dosis inferiores a las recomendadas.

#### 8.1.1.- Cochinillas

- Es la plaga más habitual en los helechos. Los síntomas que aparecen son frondes cloróticas y deformadas, y aparece cubierto por una capa pegajosa y de color amarillento o blanquecino. Además, ocasionan daños indirectos al segregar melaza azucarada, en la cual se instala el hongo negrilla. Para controlar esta plaga, se puede utilizar alcohol metílico o un insecticida sistémico. Posteriormente, se deben lavar las hojas con agua jabonosa y enjuagarlas correctamente. Los compuestos organocúpricos pueden causar fitotoxicidad. Se realizan tratamientos a base de Oleoparation.

#### 8.1.2.- Pulgones

Las causas más frecuentes de la aparición de esta plaga de pequeños insectos son la subida de las temperaturas, la falta de nutrientes o un exceso en el riego de estas. Los pulgones absorben la savia mediante una especie de pico que clavan en la planta. Esta es la razón de que se deformen las hojas y los nuevos brotes. Los pulgones son transmisores de enfermedades si invaden plantas sanas después de haber atacado plantas infectadas. Los pulgones además segregan una sustancia que es capaz de atraer a insectos como las hormigas. De hecho, estas son las responsables, en muchas ocasiones, de la transmisión del pulgón de unas plantas a otras. Los pulgones se suelen detectar en los envases de las hojas y en las yemas tiernas de la planta. Los colores de los insectos pueden ser verdes o negros.

Para combatirlos se usará Malathion o polvos de piretrinas

A la hora de aplicar un tratamiento contra los pulgones debemos hacerlo cuando sea necesario y no en grandes dosis ya que esto puede hacer que empeore el estado de la planta. Dependiendo de la época del año el tratamiento es distinto. Así, en invierno podemos aplicar un tratamiento preventivo, cuando creamos que hay riesgo de plagas. En primavera y verano aplicaremos un insecticida adecuado para este fin que se comercializa en floristerías o centros

especializados. Si la plaga no es muy grande podremos aplicar un jabón insecticida o de potasio en nuestra casa.

Si no queréis utilizar insecticidas químicos os mostramos unas cuantas alternativas más ecológicas:

- Plantar próximas a las plantas propensas ortiga, madreleña, lupino o dedalera.
- Infusión a base de ortigas. 500 gramos de ortigas frescas y 5 litros de agua. Cubrir la mezcla con un plástico y removerla a menudo. Cuando la mezcla esté descompuesta la colaremos y dejaremos reposar 12 y 24 horas.
- Pulverizar con agua jabonosa o con agua templada a presión.
- La mariquita, crisopa y pequeñas avispias son sus enemigos naturales y por ello ayudan a controlar las plagas.

### 8.1.3.- Thrips

Son pequeños insectos de 1-2 milímetros, como tijeretas en miniatura. Tanto larvas como adultos clavan un pico y se alimentan de la savia en el envés de las hojas, dejando manchas blanquecinas en las hojas, de un típico aspecto plateado-plomizo y rodeadas de motitas negras de sus excrementos.

Más síntomas son: deformación de hojas, flores y frutos, punteados decolorados y caída prematura de hojas.

Otro daño es que puede transmitir virus. Los adultos, al picar, absorben partículas virales y cuando pican en otra planta, las inyectan junto a la saliva que emite antes de succionar.

Les favorece el ambiente muy seco y cálido de los invernaderos.

Mantén las plantas cultivadas en macetas en un lugar más fresco y húmedo. Buen riego y humedad. Recuerda que a los Trips les favorece la sequedad y el calor.

Elimina malas hierbas del jardín, ya que sirven para refugiarse.

La lucha química no es fácil puesto que están muy protegidos y los insecticidas no le alcanzan bien. Hay que mojar a conciencia y repetir el tratamiento a los 15 días. Rocía apenas aparezcan los síntomas con productos de acción ante Trips. Se combatirán con Lindano en baja concentración.

Además de recurrir a los insecticidas químicos, se pueden combatir con Piretrinas, que es un producto natural usado en Agricultura Ecológica.

La colocación de trampas adhesivas azules a la altura de la planta, ejerce un buen control de Trips. En casa queda antiestético, pero en el jardín vale y mejor aún en un invernadero.

En invernadero se puede hacer Lucha Biológica mediante suelta de depredadores naturales que hay preparados para la venta. Esto se

---

hace en cultivos hortícolas de invernadero. Al aire libre no es tan efectiva.

Se recomienda instalar mallas antitrips en invernaderos.

#### 8.1.4.- Nemátodos

Nemátodo foliar (*Aphelenchoides fragariae*): Las especies fitoparásitas de este género son incapaces de completar su ciclo biológico en el suelo, por lo que se encuentran en hojas, estolones, bulbos y semillas. En el helecho, completan su ciclo en las frondes. Los síntomas se manifiestan con la aparición de manchas rojizas en la base de las frondes. La dispersión del nematodo puede verse facilitada por: salpicaduras de agua, contacto entre plantas, herramientas de poda, etc. Por tanto, para su control se deben aplicar medidas preventivas que eviten la propagación del mismo (desinfección de todo tipo de herramientas, eliminación de malas hierbas que puedan actuar como reservorio, evitar salpicaduras de agua, etc.). El control químico (con Aldicarb, Oxamilo o Fenamifos) no resulta eficiente. Se pueden incorporar insecticidas de forma granulada al sustrato en el momento de los trasplantes.

#### 8.2.- Enfermedades

Los helechos son débiles ante ciertas bacterias y hongos. Es lógico que esto sea así dada la condición en la que deben desarrollarse estas especies, que crecen en un ambiente de temperatura cálida y de humedad constante; normalmente debe estar en lugares donde no de el sol... todo esto y vivir en constante humedad (NO encharcamiento) puede dar lugar a la proliferación de ciertas apariciones de hongos y bacterias.

##### 8.2.1.- Bacterias

Pseudomonas: Causan necrosis en las hojas más jóvenes. Sobre *Asplenium nidus* presenta manchas acuosas translúcidas, localizadas en el margen de las hojas más tiernas. Para su control debe eliminarse el riego aéreo, suprimir las plantas infectadas y se debe hacer un buen control del riego en invierno.

##### 8.2.2.- Hongos

- Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*): Este hongo necesita tejidos heridos o senescentes para afectar a la planta, así como humedad ambiental y temperatura elevada. Los síntomas pueden aparecer en hojas y peciolas, siendo fácilmente identificables en campo por su esporulación característica gris y vellosa sobre el haz de las hojas y las flores. El control de este hongo es muy importante debido a su capacidad para sobrevivir como saprófito. Se debe evitar el exceso de humedad, ya sea disminuyendo la dosis y frecuencia de riego, espaciando las plantas o ventilando. También es conveniente retirar tejidos enfermos, cortándolos a ras de tallo utilizando siempre herramientas desinfectadas. Si el

---

ataque es severo, se debe recurrir al control químico. Se recomienda alternar productos de diferentes grupos sistémicos. Conviene hacer un tratamiento preventivo con Benomilo.

- **Antracnosis:** La antracnosis o cancro o chancro es un síntoma de enfermedad de las plantas de zonas calurosas y húmedas, causada por un hongo. Entre los síntomas se encuentran unas manchas hundidas de diversos colores en las hojas y necrosis en los nervios de éstas, que muchas veces derivan en el marchitamiento y muerte de los tejidos. Es controlada mediante la destrucción de los tejidos vegetales afectados, aplicando fungicidas y combatiendo a los insectos y parásitos que diseminan el hongo de la antracnosis de una planta a otra. El caldo bordelés sirve para combatir enfermedades fúngicas, se encuentra compuesto por una mezcla de sulfato de cobre, agua y cal, y se puede fabricar en casa mezclando 100 gramos de sulfato de cobre y 70 gramos de cal viva por cada litro de agua. Para combatir los efectos de la antracnosis reduciremos el calor, suprimiremos las secciones infectadas y prestaremos atención a la humedad que recibe la planta -sobre todo en invierno
- **Pythium:** Este hongo se transmite mediante el sustrato o agua de riego. Ataca sobre todo las raíces de las plantas jóvenes. La infección comienza a nivel de suelo y se propaga a lo largo del tronco provocando la podredumbre del tejido. Como medida preventiva se recomienda el uso de sustratos convenientemente desinfectados y evitar aguas contaminadas. Si el ataque es severo, se debe recurrir al control químico. Se puede prevenir con Clortalonil. El uso de Propamocarb, inhibe temporalmente el crecimiento de los frondes de *Nephrolepis exaltata*, por tanto no se aconseja su uso.

### 8.2.3.- Virus

- **Fern virus:** Afecta principalmente al Género *Pteris*. Este virus es transmitido por áfidos y es el responsable de graves deformaciones foliares.
- **Impatiens virus de las manchas necróticas:** Impatiens necrotic spot tospovirus (INSV): Afecta principalmente al género *Asplenium*, produciendo manchas necróticas foliares en forma de anillos.
- Los moteadas y manchas, que se combatirán con Zineb, vertiéndolo directamente sobre la tierra, sin tocar la planta.

### 8.3.- Detección de síntomas

La forma en que se manifiesta cada enfermedad difiere dependiendo de la causa. Se podría decir que las hojas son el principal blanco son las hojas, por lo que debemos estar atentos a cualquier cambio de color o forma. Sus alteraciones son indicios claros de que algo no marcha bien en el desarrollo de nuestro helecho.

Para que sepamos valorar lo que ocurre a nuestro helecho es conveniente atender a los siguientes aspectos:

- Las hojas más jóvenes se secan, presentan manchas acuosas o parecen muertas. Nuestra planta ha sido infectada por una bacteria.
- En caso de que las hojas de nuestra planta se deformen o crezcan con malformaciones es muy probable que haya sido infectada por un virus.
- Si los frondes de nuestra planta están pegajosos es posible que el helecho sufra un ataque de pulgones.
- Si la base de los frondes presenta un color rojo pardizo es muy probable que la planta haya sufrido (o sufra aún) el ataque de cochinillas.

Como medida preventiva hay que destacar que cortando las hojas marrones de la planta conseguiremos que permanezca fuerte y se pueda defender mejor de los ataques externos.

También debemos estar atentos a los cuidados básicos de las plantas, que a veces podemos confundir con una enfermedad y que no guarda relación alguna con ellas. Así, por ejemplo, si regamos en exceso las plantas podemos provocar que las raíces se pudran sin necesidad de que se la haya comido ningún insecto. Debemos cuidar además el estado en que se encuentra la tierra. Si el suelo no drena bien afectará a la salud general de la planta pudiendo provocarle la muerte.



---

## 9.- Usos de los helechos

Los helechos se distribuyen por todo el mundo, lo que los hace susceptibles de ser aprovechados por el hombre de muchas maneras. Sin embargo, a pesar de ser tan diversos y abundantes, no son económicamente explotados, en comparación con otros grupos de plantas. Salvo en los países asiáticos, en general, su aprovechamiento actual es escaso.

Podemos considerar los siguientes usos:

### 9.1.- Protección edáfica

Las pteridofitas, conjuntamente con las briofitas, tienen importancia como plantas colonizadoras y formadoras de suelo, favoreciendo el establecimiento posterior de otras especies en el proceso de la sucesión vegetal. Se tiene conocimiento de que plantas del género *Equisetum* o *Gleichenia*., son ideales para evitar la erosión en los cortes de caminos o taludes. Otros géneros como *Cyathea*, *Christella*, *Dipteris* y *Thelypteris*, son colonizadores potenciales en la sucesión vegetal.

### 9.2.- Magia y brujería

En tiempos medievales se creía que las esporas de los helechos tenían el poder de proteger de los hechizos y encantamientos mágicos.

Existe la leyenda relacionada con San Juan Bautista que consistía en quemar esporas de helechos a media noche la víspera del nacimiento de un niño, para salvaguardarlo.

También colocaban como protección *Pteridium aquilinum* en el techo de las casas.

Los celtas y los alemanes consideraban sagradas las esporas.

En Siria y el Sureste de Australia se creía que ayudaban a desalojar al diablo y también se pensaba que servían para encontrar tesoros y para entender el lenguaje de los animales.

En Rusia y Ucrania también existían leyendas relacionadas con el poder mágico de las esporas de los helechos.

*Dryopteris filix-mas* (helecho macho) era considerado el ingrediente principal en las pociones de amor.

Los delicados pecíolos y hojas del *Adiantum capillus-veneris* eran utilizados por las mujeres para la gracia, la belleza y el amor.

### 9.3.- Medicina

En la medicina tradicional se han utilizado helechos para tratamientos de distintas enfermedades, aplicados en forma de infusión o como uso externo:

- Rizoma y pinnas de *Dryopteris filix-mas* (helecho macho), como vermífugos.

- *Pellaea cordata* es empleada como antiespasmódico, así como para la gota y la fiebre.
- *Polypodium angustifolium* es usado como antiespasmódico y diaforético.
- *Polypodium polypodioides* como laxante pectoral y astringente.
- Para el tratamiento del asma se utilizan especies como *Adiantum caudatum*, *Adiantum capillus-veneris*, *Adiantum pedatum*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Dicranopteris linearis* y *Nephrolepis cordifolia*.
- Para el reumatismo son utilizadas *Angiopteris erecta* y *Lycopodium cernuum*.
- Otros helechos que también son empleados por sus propiedades diuréticas son *Lecanopteris carnosa*, *Lycopodium clavatum*, *Microsorium punctatum*, *Selaginella lepidophylla*, *Equisetum hyemale* y *Equisetum arvense*.
- Para tratar úlceras, contusiones, quemaduras y torceduras se usan *Acrostichum aureum*, *Asplenium marinum*, *Dicranopteris linearis*, *Dryopteris crassirhizoma* y *Osmunda regalis*.
- Debido a sus propiedades emolientes se usan comúnmente *Adiantum pedatum* o *Lygodium microphyllum*, así como las escamas de *Cyathea*, que son recomendadas para la coagulación de la sangre.
- Por su parte las esporas de *Lycopodium*, conocidas comúnmente como "polvo de *Lycopodium*" se emplean como complemento de tabletas, en medicina, para darles una textura suave y lisa, así como recubrimiento de píldoras, supositorios, guantes de cirujano y condones, incluso se usan para la curación de escoriaciones y, debido a su gran contenido de grasa, se aplican como talco en caso de rozaduras; Aunque en ocasiones la superficie ornamentada de las esporas puede causar reacciones alérgicas en personas sensibles, algunos autores mencionan su uso para evitar la comezón de la dermatosis.
- Por otro lado las hojas estrechas y erectas, a manera de copete, de *Schizaea digitata* han sido usadas como afrodisíaco entre los malayos.
- En algunas regiones de México, las plantas secas de ciertos géneros de *Selaginella* (doradilla) y *Equisetum* (cola de caballo), se utilizan para combatir enfermedades del riñón y de la vejiga, preparadas como infusión y tomadas como refresco.
- También estas plantas son procesadas solas o combinadas con otras plantas como *Amphipterygium adstringens* y *Equisetum arvense* (cola de caballo), para elaborar extractos de fluidos, tabletas y cápsulas que se utilizan como suplemento alimenticio.

- Para combatir otras enfermedades, como la disentería, se utilizan plantas de *Lygodium microphyllum*, *Onychium siliculosum* y *Pteris ensiformis*
- En particular de *Lycopodium*, se utiliza en homeopatía para remover las grasas del hígado.
- Algunas especies de *Asplenium*, *Trichomanes* y *Psilotum nudum* se utilizan como laxantes.
- En algunas zonas de México, las hojas de *Notholaena*, son aplicadas a manera de cataplasma en caso de quemaduras.

#### 9.4.- Alimentación

Otra aplicación que se les ha dado a las pteridofitas a través del tiempo, principalmente en el Oriente, es la alimenticia. En comunidades rurales son consumidas las hojas jóvenes (prefoliaciones) de varios helechos, ya sean cocinadas, en encurtidos, en ensaladas o crudas.

Algunos autores sugieren que pueden ser consumidas con moderación y preferentemente cocinadas, ya que estas plantas pueden contener sustancias carcinógenas en los tejidos de sus tallos y hojas (especialmente los tallos). Estas plantas son particularmente apreciadas como alimento en algunas regiones de Japón, Filipinas, Estados Unidos, Europa y Nueva Zelanda. Algunas estadísticas hechas en el Japón, donde existe un gran consumo de diferentes especies de pteridofitas, revelan que se presenta una alta incidencia de cáncer de estómago. Aún con las consecuencias que deriven de consumir dichas plantas, las hojas jóvenes de *Pteridium* son consideradas una delicia para el paladar.



Las prefoliaciones de *Alsophila ornata* y *Athyrium esculentum* son utilizadas para preparar ensaladas en Malaya y regiones adyacentes, donde se recolectan y cultivan, de tal forma que se encuentran frecuentemente en mercados. Cuando se estableció en Filipinas la economía agrícola en 1932, se realizó un estudio de domesticación de estas plantas para su cultivo y comercialización como alimento. En algunas regiones de Asia se consumen especies de helechos como *Diplazium esculentum*, *Ceratopteris thalictroides*, *Stenochlaena palustres*, *Helminthostachys zeylanica*.

En Nueva Zelanda se cultiva *Marattia salicina*, donde las estípulas se emplean para consumirse como alimento, al igual que las de *Angiopteris erecta*. Se degustan en las Islas del Pacífico y en la India.



También son fuente de alimento los helechos herbáceos como *Blechnum indicum*, *Dryopteris austriaca*, *Dryopteris carthusiana*, *Pteridium aquilinum*, *Diplazium esculentum*, *Drynaria quercifolia*, *Blechnum orientale*, *Lygodium microphyllum* y *Polypodium vulgare*.

En algunas regiones de Australia se recolectan y se consumen los esporocarpos y las hojas del helecho acuático *Marsilea drummondii*, formando parte importante de la dieta humana de muchas comunidades marginadas, ya que contienen gran cantidad de almidón y carbohidratos. Las esporas de *Lycopodium clavatum* y el rizoma de *Dryopteris* sp., contienen gran cantidad de aceites (50%), lo que los hace susceptibles de ser utilizados como alimento. En Estados Unidos se consumen las prefoliaciones de *Matteuccia struthiopteris*, el mismo caso se da para *Osmunda cinnamomea* y *Onclea sensibilis*, que son consideradas una delicia y se explotan comercialmente al venderlas en delicatessen.



La parte central de los rizomas o troncos de *Cyathea australis* (en Australia), *Cyathea canaliculata* (en Madagascar), *Cyathea contaminans* (Nueva Guinea y Filipinas), *Cyathea dealbata*, *Cyathea medullaris* (en Nueva Zelanda), *Cyathea spinulosa* (en India), *Cyathea viillardii* (en Nueva Caledonia); *Cibotium chamissoi* (en Hawái) y *Dicksonia antarctica*, son usados como fuente de harina, al igual que algunas especies de *Marattia* y *Angiopteris* (en Australia). En Polinesia se consume la médula de los helechos arborescentes después de ser cocinada como una especie de pan. En Europa las hojas de *Dryopteris fragrans*, *Pellaea ornithopus* y *Pellaea mucronata*, son utilizadas como substitutos de té.

En México las bases de las hojas (estípulas) de *Marattia weinmanniifolia*, "maíz del monte" son recolectadas y posteriormente molidas para obtener harina con la que se preparan tortillas.

Algunas especies, como *Adiantum capillus-veneris* y *Polypodium vulgare*, se utilizan como saborizantes de algunos alimentos.

### 9.5.- Construcción

En países como Malasia, Nueva Guinea, Nueva Zelanda, etc., se utilizan los troncos o tallos de los helechos arborescentes como soporte (postes) en la construcción de pequeñas viviendas rústicas.



Las hojas de *Acrostichum aureum*, (helecho de los manglares), son recolectadas en Centroamérica para cubrir los techos de las casas debido a que su alto contenido de sales y sílice la hace casi incombustible.



La *Gleichenia dichotoma*, también se usa para construir paredes de casas, y bardas (cubiertas de ramaje). En algunas regiones asiáticas también se usan los tallos (pecíolo y raquis) de algunos helechos trepadores como *Dicranopteris linearis* y *Dicranopteris curranii*, los cuales se trenzan para hacer cuerdas, canastas y asientos para sillas;

En México los troncos de los helechos arborescentes se usan para construir cercas y como pilares de pequeñas viviendas rústicas, principalmente en zonas tropicales.

También se utilizan en muros verdes o jardines verticales.



### 9.6.- Decoración

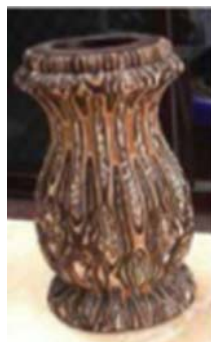
Los helechos arborescentes de las familias Cyatheaceae y Dicksoniaceae desarrollan troncos de varios metros de altura formados por una gruesa capa de raíces adventicias, con una corona de hojas en el ápice.



Estas plantas son elementos importantes de los bosques mesófilos de montaña y de selvas tropicales húmedas, ya que constituyen y crean microhábitats para otras plantas epífitas como helechos, orquídeas y otras plantas.



Muchos de estos helechos arborescentes son talados de manera inmoderada para aprovechar el "maquique", que es cortado en trozos pequeños, para labrar tablas o macetas de diversas formas y tamaños (cisne, canastas, venados, conejos; etc.) que posteriormente son utilizados por los viveristas, horticultores y jardineros, principalmente para el cultivo de orquídeas, de otras plantas epífitas o simplemente como adorno.



Estos helechos han sido utilizados en diferentes partes del mundo, en casos concretos como Costa Rica en donde se explota *Alsophila aspera* para este fin.

La extracción de este material implica el derribo y como consecuencia la muerte de los helechos, ya que se sacrifica toda la planta y únicamente se aprovecha la parte gruesa del tronco.

En otros países como Australia, las hojas de distintas especies de



pteridofitas son secadas y usadas como elementos decorativos en los muebles y posteriormente son cubiertos con poliresinas o barnices, los cuales proporcionan acabados exóticos y llamativos.



En Cuba, particularmente en el jardín de los helechos de Santiago de Cuba, se desecan las pinnas de las hojas de diferentes helechos, las cuales son usadas posteriormente para la elaboración de cuadros y tarjetas de distintos tamaños y motivos, así como el adorno de piedras pequeñas que son usadas como pisapapeles).



En el caso de las hojas de los helechos arborescente, su uso se restringe a la elaboración de separadores de diferentes tamaños y coloridos, los cuales se hacen con pinnas de helechos de diferente tamaño, forma y color, que posteriormente son plastificados. También algunos tallos con hojas de Selaginella son usados como inclusiones para la elaboración de pliegos de papel reciclado.



En el caso de Lygodium, sus hojas (pinnas), con soros marginales, son utilizadas para hacer brazaletes finos.





### 9.7.- Tintes

Particularmente en Hawai y en algunas regiones de China, se usa la corteza de los tallos de *Sadleria cyatheoides* y *Sphenomeris chinensis* (helecho muy común en Hawai), para hacer tinciones de color rojo. En Escandinavia, se utiliza *Equisetum* para preparar tinciones amarillo grisáceo y *Lycopodium* para obtener coloraciones amarillas, al poner a la planta en agua.



### 9.8.- Fertilizantes

En el caso de *Azolla*, un pequeño helecho acuático que se asocia simbióticamente con *Anabaena* (alga verde azul) que fija el nitrógeno atmosférico y debido a su capacidad de almacenamiento de nitrógeno, este helecho es cultivado y explotado por los agricultores principalmente asiáticos, y tras un proceso de secado y molido es usado, solo o combinándolo con estiércol, principalmente para abonar los cultivos de arroz. También para el maíz, en sustitución de la urea.



---

### 9.9.- Abrasivos

Las impregnaciones de sílice que presentan los Equisetum en la epidermis, le confieren una consistencia áspera, lo cual permite que sea utilizado como abrasivo para pulir metales o como estropajo para lavar trastes y cazuelas en algunas zonas de México.



### 9.10.- Iluminación

En el caso de las esporas de Lycopodium (polvo de Lycopodium), altamente inflamables, por su gran contenido de aceite, se usaron para la elaboración de flashes de cámaras fotográficas e iluminación teatral, o para la elaboración de fuegos pirotécnicos.



### 9.11.- Protección y relleno

Las hojas de algunas especies de Thelypteris, Dryopteris y Lophosoria son utilizadas en combinación con ramas y hojas de otras plantas, como embalaje para la protección de frutas y verduras durante el transporte hacia los mercados.

También se han utilizado tradicionalmente como base del pescado en las cestas del mercado.

Las hojas de Pteridium forman parte importante como relleno en la fabricación de colchones.

### 9.12.- Ornamentación

En muchas ciudades del mundo, los helechos son cultivados con el objeto de explotarlos como plantas de ornato para jardines públicos y privados, así como en interiores y exteriores de casas y hoteles. Algunas de los géneros más cultivados son: Adiantum, Asplenium, Diplazium y Elaphoglossum. La variación en la viveza de tonos y el matiz de las hojas de los helechos se debe en gran medida a una serie de contrastes en su follaje. Las hojas jóvenes (prefoliaciones) también presentan diferentes coloraciones que van desde diferentes tonalidades rosadas a purpúreas, pasando por distintas transiciones de tonalidades a medida que maduran las hojas hasta alcanzar

tonalidades verdosas oscuras, siendo muy común observarlo en especies de la familia Blechnaceae, Adiantaceae y Pteridaceae. Las hojas maduras son de diferentes tonos de verde y muy llamativas y en algunas especies se presentan farinas (secreciones producidas por glándulas especializadas) que proporcionan a las hojas coloraciones blancas, rosadas, amarillas o doradas.

### 9.13.- Floristería

La forma de las hojas y las coloraciones características de estas plantas, las hacen susceptibles de utilizarse como elementos decorativos, por sí solos o combinados con otras plantas.



En los Estados Unidos, durante la época navideña se utilizan las hojas de *Polystichum acrostichoides* para la elaboración de arreglos, también se usan las hojas de diferentes especies de pteridofitas como complemento de arreglos florales; entre los géneros más aprovechados para este fin se encuentran: *Adiantum*, *Elaphoglossum*, *Pteris*, algunas especies de *Davallia*, *Dicranopteris*, *Dryopteris*, *Gleichenia*, entre otras. De manera particular el género *Rumohra* "helecho cuero", es cultivado en extensas áreas de Costa Rica, Guatemala y Honduras, cosechado y exportado posteriormente a Norte América y Europa). Mientras que en México se utilizan tallos secos de *Lycopodium*, como complemento de diferentes tipos de sachet y arreglo de coronas navideñas y diversos artículos decorativos para esta época.

Por otro lado, distintas especies de *Sellaginella* se venden como artículos de novedad por su capacidad de tomarse amarillas grisáceas y cerrarse por falta de agua, de tal forma que al agregar ésta se abren y se toman verdes, por esta característica se les conoce como "doradilla" o "planta de la resurrección". Además se emplean diversas especies para el realce de paisajes en parques, jardines públicos, jardines de restaurantes y diversos sitios.

### 9.14.- Jardinería

En la actualidad supone el uso principal de los helechos. Pueden utilizarse en interior o en exterior.

---

### 9.14.1.- Jardinería interior

En el interior de la casa deben situarse en zonas que no queden directamente expuestas a los rayos del sol y manteniéndoles la humedad constante (sin encharcamientos). Colocadas en jardineras, portatiestos, directamente sobre los muebles o colgadas del techo o de las paredes, según la especie de helecho utilizado.



Los helechos utilizados comúnmente como ornamentales son algunos géneros de *Nephrolepis* (helecho peine), *Adiantum* y *Pellaea*.

También pueden emplearse las siguientes especies: *Pteris multifida*, *Pteris cretica* 'Albo-lineata', *Asplenium bulbiferum*, *Pteris quadriaurita*, *Nephrolepis cordifolia*, *Nephrolepis cordifolia* 'Denis Petticoats', *Nephrolepis cordifolia* 'Plumosa', *Phlebodium aureum*, *Selaginella uliginosa*, *Blechnum appendiculatum* Wild.

En los porches, sobre todo los orientados al norte, o en lugares donde no incidan directamente sobre ellos los rayos del sol, pueden colocarse en tiestos colgados del techo, con especies como: *Woodwardia unigemmata*, *Davallia teyermannii*, *Macrothelypteris torresiana*, *Woodwardia orientalis* var. *formosana*, *Microgramma squamulosa* de la Sota.

En patios interiores, entre altos muros que generan gran cantidad de sombra, es un buen lugar para los helechos, como: *Dryopteris* (*sieboldii*, *filix-mas* var. *Barnesii*, *erythrosora*, *erythrosora* var. *prolifera*, *lepidopoda*, *dilatata* 'crispa Whiteside', *coreano-montana*, *atrata*, *affinis* 'Crispa Congesta'), *Polystichum* (*setiferum* 'herrenhausen', *polyblepharum*, *setiferum* 'Plumosum Densum', *setiferum congestum*, *tsus-simense*), *Athyrium otophorum* 'okanun', *Polypodium* (*vulgare*, *interjectum*), *Blechnum* (*spicant*, *penna-marina*)

### 9.14.2.- Jardinería exterior

Bajo árboles altos pueden colocarse helechos de grandes proporciones, mezclando especies caducifolias y perennifolias para variar el paisaje según las estaciones: *Cyrtomium fortunei*, *Dryopteris filix-mas* var. *furcans*, *Dryopteris affinis* 'Cristata' o *Polystichum munitum*. Se pueden combinar con colores cálidos rojo anaranjado de *Dryopteris erythrosora* o *Dryopteris lepidopoda*. Se pueden añadir al conjunto *Dryopteris sieboldii* y *Polystichum setiferum* acompañados, un poco más atrás, por *Dryopteris atrata*.



Bajo árboles o arbustos medianos lo mejor es poner helechos bajos: *Polystichum setiferum* 'Plumosum Densum', 'Herrenhausen', *Polystichum rigens*, *Polystichum tsus-simense* o *Polystichum polyblepharum*.

Para un espacio singular puede colocarse una *Matteucia Struthiopteris*, ubicada en un lugar fresco.



En las rocallas pueden colocarse cenefas de *Cheilanthes* y *Asplenium*, que florecerán aunque sus hojas estén expuestas al sol siempre que sus tocones se mantengan a la sombra (cerca de las piedras) y con riego frecuente. En verano sus hojas se arrugarán y después abrirán con la primera lluvia.

En los bordes de estanques los helechos deben plantarse por encima del nivel más alto de agua en invierno, para evitar que se encharquen las raíces. Allí pueden colocarse: *Osmunda regalis*, *Matteucia*, *Athyrium*, *Phegopteris decursive-pinnata*, *Dryopteris* (*dilatata*, *dilatata* 'Lepidota', *dilatata* 'Crispa Whiteside', *carthusiana*, *emula* y *clintoniana*), en compañía de *Athyrium*.

Otros helechos de mayor talla se cultivan en jardines abiertos de restaurantes, hoteles y centros comerciales: *Lophosoria*, *Cyathea*, *Nephrolepis biserrata*, *Platycerium*, *Salvinia auriculata*.

### 9.15.- Regeneración del paisaje

La degradación ambiental por actividades de carácter natural o antropogénico demanda la puesta en marcha de intervención para paliar los efectos negativos que tiene la acumulación de vertidos/residuos tóxicos, que compromete el uso del suelo para cultivo.



Algunos estudios versan sobre la alta eficiencia de muchas especies de helechos acuáticos y terrestres para extraer diversos contaminantes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente. Su rápido crecimiento y la alta capacidad de la tolerancia y eficacia en el retiro del contaminante consolidan su papel como fitorremediadores y limpiadores ambientales.

La relación simbiótica para afrontar la siempre limitante -pese a la abundancia- fertilización nitrogenada, en cultivos tan trascendentes para la alimentación humana como los arrozales, especialmente en aquellas zonas más vulnerables, como el sudeste asiático, donde constituye el pilar de la dieta.

Puede resultar fundamental después de alguna catástrofe natural para devolver al paisaje el aspecto anterior.



---

## 10.- Comercialización

Para su comercialización, si el transporte es por avión o contenedor, se debe tener en cuenta el tiempo que tardará desde su salida del invernadero hasta su llegada a destino y realizar un correcto empaquetado, teniendo en cuenta que un exceso de humedad y falta de ventilación pueden hacer que a su llegada estén convertidos en productos de desecho.

Para su comercialización, se debe tener en cuenta que un exceso de humedad y falta de ventilación durante el transporte, pueden hacer que al llegar a su destino, estas plantas hayan perdido tanta calidad ornamental que incluso no se puedan comercializar.

Se aconseja comercializar los helechos en fundas, ya que se protege las plantas contra daños y se limita la evaporación. Además se aprovecha mejor el espacio durante el transporte. Pero, al almacenar las plantas, es mejor quitar las fundas temporalmente.

Envasado de helechos a raíz desnuda, envueltos en papel kraft para que no se sequen las raíces.

Follaje protegido con un fino velo.



Grupos de bolsas de papel metidas en bolsas de plástico 100% biodegradables para evitar humedad en las cajas.



Incluso almohadillado de los paquetes en la caja con tiras de papel cortado.