

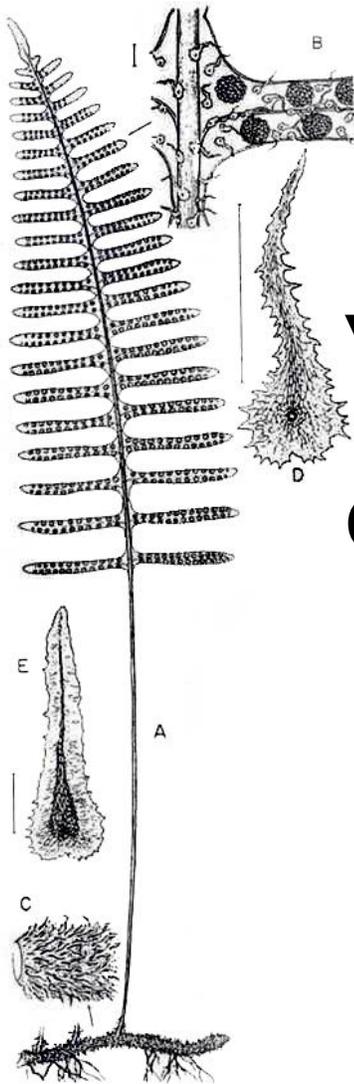


UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE BIOLOGÍA



MANUAL DE PRÁCTICAS  
DE LABORATORIO  
"Helechos y  
Gimnospermas"  
CICLO 2019



*Polypodium madrese* Mickel

"PTERIDOFITAS  
Y  
GIMNOSPERMAS"



*Pinus ayacahuite* var. *brachyptera* Shaw.

**PROFESORES DEL CURSO 2019:**

Biol. Leticia Díaz López  
Dra. Gabriela Domínguez Vázquez  
Biol. Rosa Isabel Fuentes Chávez  
Biol. Federico Hernández Valencia  
Dr. Juan Carlos Montero Castro  
Dr. Juan Manuel Ortega Rodríguez  
Biól. Norma Patricia Reyes Martínez  
M.C. Patricia Silva Sáenz

## **PRESENTACIÓN.**

En el plan de estudios de la carrera de biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, la materia de Botánica II (pteridofitas y gimnospermas), contempla dentro de sus contenidos el estudio tanto de la morfología, ciclos de vida, las relaciones evolutivas como la taxonomía de estos grupos de vegetales, que representan una gran importancia evolutiva pues corresponden tanto a las primeras plantas vasculares como a las primeras plantas productoras de semillas, por lo que el presente manual constituye una herramienta didáctica útil para el estudiante.

En el presente manual se incluyen los aspectos antes mencionados, por lo que las diferentes prácticas intentan que el alumno relacione la morfología con la evolución que han tenido estos grupos de vegetales.

Las prácticas incluidas, con excepción de la denominada “Evolución de las plantas vasculares” y la titulada “Herbario”, fueron implementadas originalmente como parte de la materia de Botánica III del plan de estudios de 1976 por el Prof. Biol. José L. Magaña Mendoza; y a partir del semestre marzo – agosto de 1998 y a iniciativa de los profesores Biol. Martha Santoyo Román y M.C. María del Rosario Ortega Murillo se formalizaron y estructuraron en el presente manual, aumentando una primera práctica de evolución de las plantas vasculares y una última práctica de Herbario.

La estructura, revisión y edición se ha realizado por los profesores que en algún momento han impartido la materia: José L. Magaña Mendoza, Martha Santoyo Román, Rosario Ortega Murillo, Xavier Madrigal Sánchez, Marlene Gómez Peralta, Patricia Silva Sáenz y Gerardo Rodríguez Lozano.

En la edición 2009, la M.C. Judith Sánchez Blanco transcribe el manual para usarse en dicho ciclo escolar, e incluye la versión digital que capturó el Biol. Carlos Zavala Álvarez, de la clave para pteridofitas del Valle de México de Arreguín *et al.* de 2004.

En la edición del 2010, a iniciativa de la M.C. Patricia Silva Sáenz y del Dr. Juan Manuel Ortega Rodríguez, se agregan dos prácticas más: la segunda y la cuarta, ambas relacionadas con la germinación de esporas de helechos homospóricos leptoesporangiados y la observación del desarrollo del gametofito de esos mismos helechos. Se adicionan también: Clave para los géneros de Pteridophytas de la flora Novo-Galiciana, clave para los géneros Pteridophytas de Chiapas y claves para identificar coníferas del estado de Michoacán. Participaron en la transcripción los profesores: Carlos Zavala Álvarez, que desde la versión 2009 transcribió la clave para pteridophytas de Arreguín (2004), Federico Hernández Valencia y Javier Salvador Robles Del Valle, y en la transcripción y edición: Patricia Silva Sáenz. Así mismo se agradece la colaboración a los alumnos(as): Alberto Rodríguez Tapia, Laura N. Suarez Soria, Erandeni Durán Mendoza, Hilda Maricela Cetz Zúñiga. Las imágenes de la edición 2010 las recopiló e integró Patricia Silva Sáenz.

En la versión 2011 el formato general lo realiza la P. de Biol. Laura Lorena Rodríguez Cedillo y el Biol. Carlos Zavala Álvarez, supervisados por la M.C. Patricia Silva Sáenz. Se unen en una sola las prácticas 2 y 4 de la versión anterior, que tratan sobre cultivo de gametofito de helechos homosporicos; la práctica 6 “Clasificación de pteridofitas”, se une a la 7 “Determinación de polypodiofitas”, titulándose ahora: “Clasificación y determinación de pteridofitas”. Se reacomoda la numeración de algunas figuras, se agregan algunos textos complementarios. Los glosarios y las claves de determinación, se colocan al final como anexo. **Las imágenes incluidas de las Pteridofitas han sido tomadas de Arreguín-Sánchez et al. (2004) y de Mickel y Smith (2004); y las imágenes de las Gimnospermas se tomaron de Shaw (1978) y de Martínez (1848 y 1953), principalmente.** De la portada: *Polypodium madrese* Mickel de la portada es de Mickel y Smith (*op. cit.*) y *Pinus ayacahuite var. brachyptera* Shaw., se tomó de Shaw (*op. cit.*).

A partir del 2013 la práctica del Herbario la imparte el personal de la Colección científica (EBUM) con una exposición donde se muestra la estructura del Herbario de la Facultad, su importancia, las actividades que ahí se desarrollan y su diversidad.

En la versión del 2015: Se decide no incluir las prácticas sobre cultivo de gametofito de helechos homosporicos, debido a las limitaciones del semestre se dispone de poco tiempo para realizarlas; la práctica de Herbario se coloca al principio y se imparte a manera de una exposición y un taller llevado a cabo por personal del Herbario a cargo de la Biol. Rosa Isabel Fuentes Chávez; se incluyen las nuevas propuestas de clasificación de Christenhusz et al. (2011) para ambos grupos reemplazando las prácticas de: “Morfología comparada de pteridophyta” y “Morfología de polypodiophyta”, por las de: “Morfología comparada de Lycopodiidae, Equisetidae y Ophioglossidae” y la de “Morfología de Polypodiidae”, a cargo de el Dr. Juan Carlos Montero Castro y con apoyo de M.C. Patricia Silva Sáenz. Además, se separan las claves en otro documento localizable en la página Web de la Facultad como “Manual de campo”, y solamente incluyendo a partir de ésta versión, los glosarios. La P. de Biol. Laura Andrea Guizar Robles y el P. de Biól. Dagoberto Valentín Martínez, son quienes ayudan a realizar el formato general de la actualización, en coordinación del Biól. Federico Hernández Valencia y la M.C. Patricia Silva Sáenz.

En 2016 la práctica de Herbario se modifica en su totalidad, sugerida por la Biol. Rosa Isabel Fuentes Chávez y el Dr. Juan Carlos Montero.

En la edición 2018, la materia con el nuevo plan de estudio se ha nombrado “**Pteridofitas y Gimnospermas**”. Se ha editado para alternar el texto con las imágenes correspondientes referenciadas, y también se han editado y agregado algunas imágenes, se corrigió el sistema de clasificación para las Gimnospermas y se han modificado las tablas para las observaciones.

En la presente edición (2019) se agregaron imágenes de algunas formas de hojas y filotaxia, y formas de conos, además de corregir algunos errores de dedo.



# ÍNDICE

<b>PRÁCTICA</b>	<b>.....pág.</b>
<b>Práctica Nº 1.</b> Herbario .....	5
<b>Práctica Nº 2.</b> Morfología comparada de Lycopodiidae, Equisetidae y Ophioglossidae ...	11
<b>Práctica Nº 3.</b> Morfología de Polypodiidae .....	22
<b>Práctica Nº 4.</b> Clasificación y determinación de Pteridophytas .....	38
<b>Práctica Nº 5.</b> Características generales de las Gimnospermas .....	43
<b>Práctica Nº 6.</b> Identificación y clasificación de Pinophyta .....	49
<b>Práctica Nº 7.</b> Características de importancia para la identificación del género <i>Pinus</i> .....	53
<b>Práctica Nº 8.</b> Clasificación del género <i>Pinus</i> .....	66

## ANEXO

### Glosarios

- Glosario para Pteridophytas (Arreguín-Sánchez, *et al.* 2004) ..... 72
- Glosario para Coníferas (Madrigal-Sánchez 1982) ..... 77

## PRÁCTICA N°. 1 HERBARIO

---



## INTRODUCCIÓN

El concepto de herbario es relativamente moderno ya que hasta el siglo XVI... *“un herbario era un libro en el cual se enumeraban, describían e ilustraban principalmente las plantas medicinales y sus usos, en la que se basaba la enseñanza de la medicina y la botánica”* (Sanchez, 2012).

Actualmente un herbario es una colección de plantas o partes de ellas, que han sido disecadas, identificadas y catalogadas, de acuerdo a sus nombres científicos por un especialista, éstas son almacenadas en orden alfabético de acuerdo a su estatus taxonómico al que pertenecen, iniciando por familia, género y especie, además de conservarse en condiciones especiales como poca o ésta deberá ser muy tenue, 50% de humedad y temperatura alrededor de 20° C (INBio, 2008).

Las primeras colecciones científicas como las conocemos actualmente se reconocen a partir del siglo XVIII y fueron formadas por grandes naturalistas y botánicos de esa época como Alexandre Gouaud Bonplant y Alexander von Humboldt quienes fueron grandes colectores en nuestro país y otros muchos botánicos, el EBUM se inició con las colectas de dos grandes naturalistas del siglo XIX, uno de ellos nacido en Morelia en 1862 el Dr. Manuel Martínez Solórzano, quien dirigió por muchos años el Museo Michoacano y otro de origen francés el clérigo Arsène Gustave Joseph Brouard quien además de sus actividades religiosas se dedicó a coleccionar plantas, con sus colectas más aproximadamente 3000 ejemplares donados por el Dr. Jerzy Rzedowski Rotter se inició el EBUM.

Estados Unidos es el país con la mayor cantidad de herbarios (584) distribuidos en todo su territorio, seguido por China con 310 herbarios, en México hasta el 2012 había formalmente 61 herbarios activos (Martínez, 2012), el herbario más importante es el Herbario Nacional **MEXU** de la Universidad Nacional Autónoma de México, seguido por el **ENCB** del Instituto Politécnico Nacional y el **XAL** del Instituto de Ecología en Xalapa, Veracruz. En Michoacán hay tres herbarios de importancia, el del Centro Regional del Bajío en Pátzcuaro **IEB**, del Instituto de Ecología, el **EBUM** de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana y el tercero el **CIIDIR** en Jiquilpan del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán del Instituto Politécnico Nacional.

En el trabajo cotidiano de un botánico se trabajan varios aspectos para poder estudiar las plantas, se debe tener todo cuidado desde **el trabajo de campo** con la debida recolección de ejemplares, toma de fotografías y datos en campo, **la herborización** correcta de los mismos en el laboratorio, **la identificación** la cual es una fase medular de un buen ejemplar y por lo tanto de una colección científica y finalmente el procesamiento de los mismos el cual consta de varios pasos y con lineamientos preestablecidos en cada herbario para poder **integrarse a la colección**.

## OBJETIVOS

El alumno conocerá las Instalaciones actuales de la colección científica EBUM, de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

El alumno aprenderá y practicará técnicas de campo y montaje de ejemplares botánicos.

El alumno conocerá la historia, estado actual y las diferentes colecciones del EBUM y su importancia para fines científicos.

## DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

El alumno asistirá a las instalaciones del Herbario EBUM de la Facultad de Biología el cual se encuentra actualmente en el edificio “L” planta baja de Ciudad Universitaria.

La práctica está dividida en 3 etapas, las cuales representan las fases más representativas del quehacer de un biólogo-botánico que trabaja en un herbario. La primera etapa consiste en explicar el trabajo de campo, en la segunda etapa los alumnos tendrán la experiencia de montar un ejemplar y finalmente en la tercera etapa se les dará un breve recorrido por las instalaciones de la colección científica.

**PRIMERA ETAPA: Trabajo en campo**

**ACTIVIDAD:** El alumno realizará un pequeño recorrido por los jardines de Ciudad Universitaria para realizar una recolecta de una planta herbácea, un arbusto y un árbol, se tomarán datos con GPS, se ubicaran en el espacio con una brújula y tomarán datos de campo ficticios para el llenado de su etiqueta de campo (éstos serán dados por el instructor), realizaran el ejercicio de prensado y atado de una prensa botánica.

**PARA EL ALUMNO:** Se te indicarán las estructuras que tienen valor taxonómico y que tienes que observar en campo para poder recolectar un ejemplar, de tal suerte que si encuentras un ejemplar sin estructuras reproductivas maduras en campo no será conveniente colectarlo ya que no podrá ser identificado. Por ejemplo en el caso de los helechos deberás observar la presencia de soros maduros y en las gimnospermas deberás recolectar el estróbilo femenino el cual deberá presentar dehiscencia preferentemente, semillas y además recolectar una rama con hojas ya que el número de hojas por fascículo es una característica importante para la identificación, entre otros caracteres. Es importante saber que existen otras técnicas de colecta para grupos especiales de plantas, las cuales puedes consultarlas en el texto de Antonio Lot 1986, como las plantas acuáticas, las plantas crasas o suculentas (son aquellas en las que una parte de la planta se ha modificado para permitir el almacenamiento de agua en cantidades mucho mayores que el resto de las plantas), o bien plantas de dimensiones grandes como las palmas entre otros grupos.

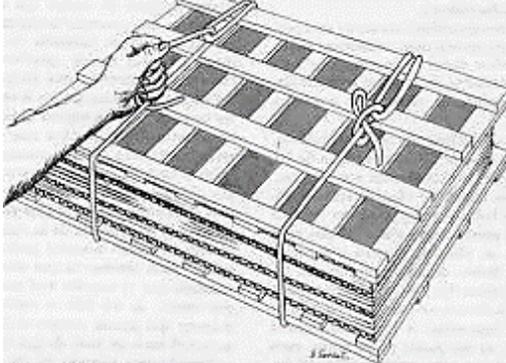
Conocerás y manejarás de manera práctica el material básico que hay que llevar a campo:

- Prensa botánica
- Garrocha
- Cartón corrugado
- Tijeras de podar
- Periódico con dimensiones correctas
- Pala de jardinero
- Cintas botánicas o piola
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Guantes
- Lápiz
- Regla
- Goma
- Etiquetas de colgar
- Lupa de mano
- Navaja
- Marcadores permanentes
- Vernier o regla
- Brújula
- Binoculares
- GPS o geoposicionador o APP en el celular
- Repelente insectos
- Bolsas de plástico de diversos tamaños
- Pantalones largos
- Playera de manga larga
- Agua



En el anexo al final de tu manual tienes la impresión de una etiqueta de campo, la cual mediante un ejercicio ficticio llenarás tu etiqueta de campo para que sepas los datos relevantes que hay que tomar en campo (los datos serán dados por el laboratorista o instructor de taller).

Finalmente realizarás un ejercicio de prensado de ejemplares y el amarre de la prensa, para lo cual se te enseñará diferentes herramientas como el uso de cintas botánicas o bien el amarre con piola, así como las dimensiones correctas de una prensa y el arreglo y dimensiones de las rejillas.



**Figura 1.** Prensa botánica común, diseñada para usarse en colectas de plantas en el campo.

- 5 rejillas de 1 pulgada x .5 cm de ancho de 45 cm de largo
- 5 rejillas de 1 pulgada x .5 cm de ancho y 30 cm de largo.
- Deberán estar unidas por remaches en ambos lados.
- La madera deberá ser ligera, preferentemente de madera de encino.

## **SEGUNDA ETAPA:** Procesamiento de material botánico

**ACTIVIDAD:** El alumno realizará el ejercicio de montaje de un ejemplar con material que tiene las dimensiones estándares que se utilizan en cualquier herbario de país y del mundo, así como la captura de datos en base de datos, elaboración de la etiqueta de herbario y pegado de la misma.

Se te explicará muy brevemente los pasos que se tienen que hacer para procesar ejemplares que pueden formar parte de una colección científica los cuales son los siguientes:

1. **Secado de material:** esto sólo en el caso de que el personal del herbario haya hecho la labor de recolección en el campo, pero es importante saber que un herbario también recibe donaciones de profesores, alumnos tesisistas que han identificado su material e investigadores de otras instituciones. El secado se hace por calor.

2. **Selección de material:** una vez seco el material éste es revisado para supervisar que se encuentre en buenas condiciones, en el caso de material donado éste es separado en el caso de que se tengan duplicados y se deja el ejemplar más completo para el EBUM el resto será parte del programa de donaciones a otros herbarios, se revisa que esté bien identificado.

3. **Identificación del ejemplar:** se utilizan claves y literatura especializada para cada familia o grupo de plantas, así como una lupa o microscopio y un buen estuche de disección.

3. **Captura de información de la etiqueta de campo:** la información de la la etiqueta de campo será capturada en el formato de la base oficial del EBUM bajo los lineamientos preestablecidos. Esta fase es muy delicada porque la información debe ser capturada con mucho cuidado y sin errores, además en esta fase se hace la revisión de los nombres científicos, autores y familias, para revisar que no haya caído en sinonimia.

4. **Elaboración de etiquetas de herbario:** La información en EXCELL, es transferida a un formato de etiqueta en ACCESS y posteriormente se imprime, también la pueden hacer en WORD o cualquier paquete computacional.

5. **Montaje de ejemplares:** la planta será acomodada lo más estéticamente posible en el papel cople de 41 cm de alto x 28 cm de ancho y reforzado en caso de ejemplares muy pesados como los pinos.

6. **Pegado de etiquetas:** Las etiquetas serán impresas, recortadas y pegadas en el lugar adecuado, de la parte superior únicamente y con muy poco pegamento.

7. **Protección de ejemplares:** Una vez montados y con su etiqueta de herbario, los ejemplares serán protegidos con una hoja de papel bond de 31 gm. de 70 cm de largo por 41 cm de alto a éste papel



se le llama “camisa”, la cual deberá estar doblada de tal manera que el primer doble deje ver la etiqueta de campo y un segundo doble cubrirá todo el ejemplar, en esta parte se anotará en la parte superior el nombre de la especie subrayado y en la parte inferior el nombre de la familia en mayúsculas.

8. **Folio:** es el número que se le da a cada ejemplar para vincularlo a la base de datos oficial del herbario, este número es dado únicamente a ejemplares que formaran parte de una colección ya sea científica o didáctica.

9. **Fumigación:** Una vez listos los ejemplares estos serán fumigados para evitar la contaminación de los ejemplares que ya están incorporados.

10. **Incorporación en la colección:** Una vez fumigados se podrán incorporar a la colección en el lugar correspondiente de acuerdo al grupo, familia, género y especie a la que pertenece.

**TERCERA ETAPA:** recorrido por la colección científica botánica

**ACTIVIDAD:** El alumno observará todos los detalles del arreglo de un herbario para finalmente definir el concepto de herbario, importancia y líneas de investigación que se pueden desarrollar, así como las condiciones que se requieren para su conservación, realizarán observaciones del arreglo, organización y la forma de almacenar diferentes grupos de plantas, y finalmente conocerán la manera de consultar y manipular un ejemplar de herbario de manera correcta.

Se les comentará a groso modo algunos aspectos como:

1. La Organización del personal en un herbario
2. Historia del EBUM
3. Principales colectores y determinadores
4. Diferentes colecciones y formas de almacenamiento
5. Organización de los ejemplares en la colección
6. Contacto con otros herbarios
7. Importancia de una colección científica para la investigación

### REPORTE DE LABORATORIO

Tu reporte deberá estar escrito a mano, sin faltas de ortografía y tener la siguiente estructura:

1. **Carátula:** Nombre de la Universidad, nombre de la Facultad, número de práctica, nombre de la práctica, nombre del alumno, sección a la que perteneces, nombre completo del profesor titular, nombre completo del laboratorista, fecha de entrega.

2. **Introducción:** De UNA cuartilla a manera de párrafo sin preguntas donde especifiques: 1. Que es un herbario. 2. Mencionar dos trabajos de investigación que se pueden hacer con ejemplares de un herbario. 3. En qué año y quien fundó el herbario EBUM. 4. Organización del herbario EBUM actualmente. 5. Curadores de las 5 colecciones que tiene el EBUM. 6. Otros herbarios en Michoacán y cuantos ejemplares tienen. Cada párrafo deberá tener referencia y ésta deberá estar citadas de manera completa en la parte de bibliografía.

3. **Objetivo y desarrollo:** con tus palabras explica el objetivo que alcanzaste con la práctica y describe cómo se llevó a cabo la práctica. No transcribas la práctica debe ser con tus palabras, **media** cuartilla.

4. **Resultados y conclusiones:** menciona lo que lograste finalmente en la práctica y los productos que obtuviste. **Media** cuartilla.

5. **Investiga los siguientes cuestionamientos** e inclúyelo en tu reporte

- Menciona 3 formas diferentes de secar una planta una vez que la tienes prensada.
- Cómo improvisarías una secadora en tu casa o como harías una secadora personal.
- Que grupos de plantas verás en el presente semestre, describe sus características más importantes para poder ser colectada.
- Investiga el material y la técnica necesaria para recolectar y prensar una planta acuática, una orquídea y un cactácea.



**BIBLIOGRAFIA**

- Instituto Nacional de Biodiversidad INBio, 2008. **Protocolo de manejo de colecciones de plantas vasculares proyecto “Desarrollando capacidades, compartiendo tecnología para la gestión de la biodiversidad en Centroamérica”**. Norwegian Ministry of Foreign Affairs. 46 pp.
- Martínez C., M.R.; L. Yáñez E. 2012. **La situación actual de los herbarios en México: problemas y desafíos**. Revista Jurídica de Investigación e Innovación Educativa (TLATEMOANI). 10:130-148 En línea: [www.eumed.net/rev/tlatemoani](http://www.eumed.net/rev/tlatemoani), revisado: 3 agosto 2016.
- Lot A. y Chiang F., 1986. **Manual de Herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos**. Consejo Nacional de la Flora de México A. C. 1° edición. 142 pp.
- Sánchez D. G., 2012. PRESENTACION. *In*: Chávez C. M. A. y P. M. Gómez, **MEMORIA DE LAS PLANTAS: Pasado y presente del Herbario de la Facultad de Biología**. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp. 7-8. **FACULTAD DE BIOLOGIA.**

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE BIOLOGÍA**  
ETIQUETA DE CAMPO

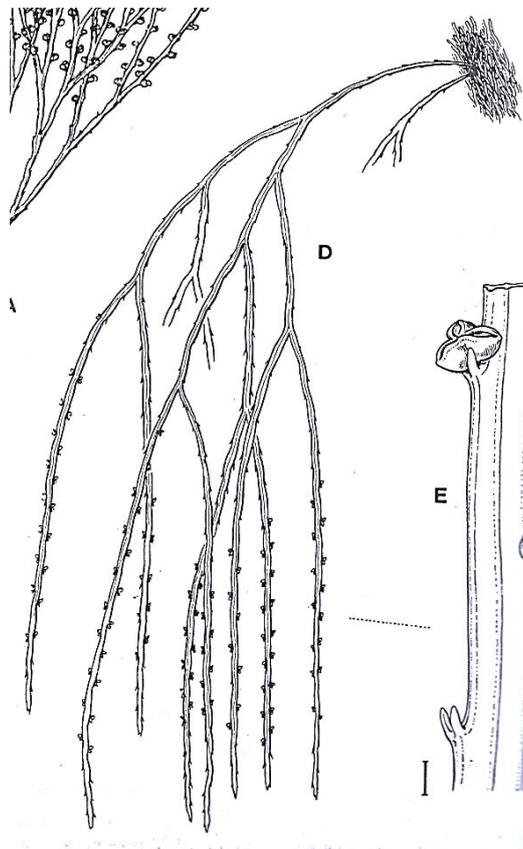
N.c.: \_\_\_\_\_ N.v.: \_\_\_\_\_  
Fam.: \_\_\_\_\_ Loc.: \_\_\_\_\_  
Estado: \_\_\_\_\_ Mpio.: \_\_\_\_\_  
Habitat: m.s.n.m. \_\_\_\_\_ Topografía: \_\_\_\_\_  
Suelo: \_\_\_\_\_ Roca: \_\_\_\_\_  
Vegetación: Tipo \_\_\_\_\_ Asociación vegetal: \_\_\_\_\_  
Prim. ( ) Sec ( ) Planta: F. biol. \_\_\_\_\_ Alt. \_\_\_\_\_ Diám \_\_\_\_\_ Corteza \_\_\_\_\_  
Fenol. \_\_\_\_\_ Hojas: \_\_\_\_\_  
Flor: \_\_\_\_\_ Fruto: \_\_\_\_\_ Abundancia: ( \_\_\_\_\_ )  
Usos: \_\_\_\_\_  
Colector (es) \_\_\_\_\_  
No. Col. \_\_\_\_\_ Observaciones: \_\_\_\_\_  
Det. \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



## PRÁCTICA Nº. 2

---

# MORFOLOGÍA COMPARADA DE LYCOPODIIDAE, EQUISETIDAE Y OPHIOGLOSSIDAE.



*Psilotum complanatum* Sw. Tomado de Mickel y Smith (2004)



## I. INTRODUCCIÓN

Las pteridophytas no constituyen una categoría sistemática como tal, es más bien una denominación que agrupa a las subclases de plantas vasculares inferiores, las más primitivas y simples desde el punto de vista paleobotánica y morfológico.

Muchos de sus organismos son ya especies extintas, que florecieron hace millones de años. Actualmente están escasamente representadas, y de algunos taxa solo sabemos por sus fósiles.

Las Subclases Lycopodiidae, Equisetidae, Ophioglossidae, Marattiidae y Polypodiidae reciben el nombre general de Pteridophyta (o llamados comúnmente helechos) de acuerdo al sistema de Christenhusz *et al.* 2011. En esta práctica se incluye los tres primeros taxa.

## II. OBJETIVO

- Observar y analizar comparativamente los principales caracteres morfológicos de diferentes especies integrantes de las Subclases Lycopodiidae, Equisetidae, Ophioglossidae.

## III. MATERIAL

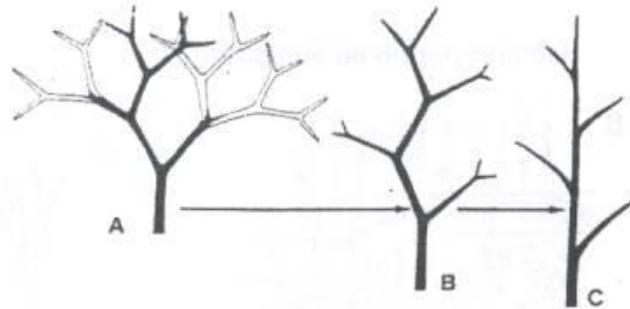
- Agujas de disección
- Porta y cubre objetos
- Navaja o bisturí
- Mechero Bunsen
- Solución de NaOH al 10%
- Solución de hipoclorito de sodio al 5%

## IV. DESARROLLO

### 1.- Crecimiento del esporofito.

Entre los ejemplares reconocerá los principales tipos de crecimiento de esporofito de las Pteridophytas:

**Dicotómico:** cuando el cuerpo de las plantas se ramifica sucesivamente en un par de ramillas isomorfas o equivalentes, en forma de horqueta. **Dicotómico dominante,** cuando en la dicotomía una de las ramillas presente más favorecido su crecimiento, dominado morfológicamente sobre la otra. **Monopódico,** cuando el crecimiento se da alrededor de un solo eje, con completa dominancia del mismo en el cuerpo de la planta. **Simpodico,** es un crecimiento irregular y difuso, sin ningún tipo de dominancia (Figura 1).



**Figura 1.** Etapas en el proceso evolutivo del rebasamiento.

A, eje que se ramifica de modo **dicotómico**, presentando telomas (t) y mesomas (m).

B, eje **simpódico** desarrollado con pérdida de ramas punteadas que aparecen en A.

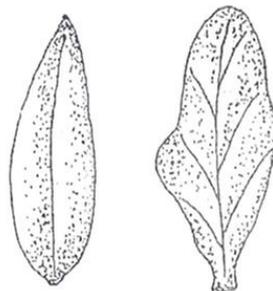
C, eje **monopódico** desarrollado por reducción de las ramas laterales y enderezamiento del eje principal (Según W. N. Stewart, 1964).

## 2.- Hojas.

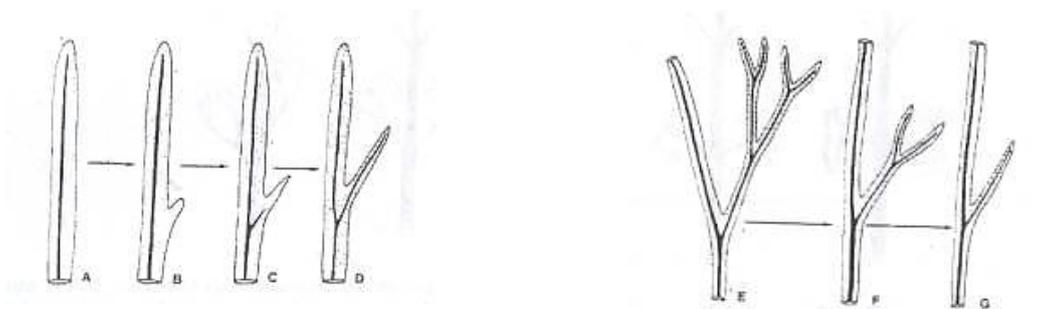
### 2.1 Nerviación.

En las subclases de las Pteridophyta solamente se presenta dos tipo de hojas, las **microfilas** (con una sola nervadura) presente únicamente en la Subclase Lycopodiidae, y las **megáfilas** (con más de una nervadura) y que se corresponden aproximadamente con los **eufilos**, aunque en algunos grupos pueden estar reducidos en forma secundaria a su adquisición) (Fig. 2). La posible evolución de la micrófilase indica en la Figura 3.

Para que se observe el haz vascular, tome una hoja de los ejemplares sumerja cada una en solución de NaOH, y caliente en la flama del mechero unos 5 minutos, o hasta que note una ligera coloración rojiza en solución; retírela de la solución anterior y suméjala ahora en una solución de hipoclorito de sodio, sin calentar, hasta que la hoja quede completamente transparente o blanquizca. Saque la hoja y colóquela en un portaobjetos, observe al microscopio.



**Figura 2.** A) Hoja micrófila y B) Hoja Megafila



**Figura 3.** Dos vías de la evolución de la hoja micrófila.

A-D, mediante extensión progresiva del tallo externo y del haz vascular (**teoría de la enación**).

E-G, por reducción progresiva de un sistema telómico ramificado (**teoría del teloma**)

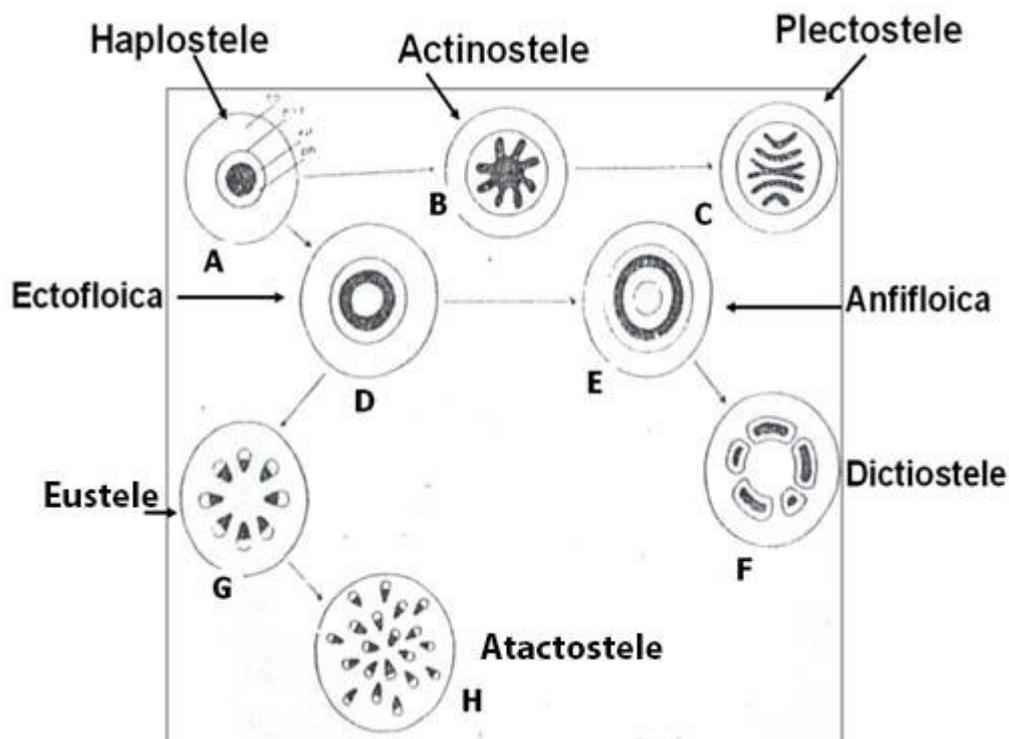
(Según W. N. Stewart, 1964).

## 2.2 Función.

Las hojas **Trófofilas** son aquellos que realizan el proceso de fotosíntesis, las **Esporofilas**, son las hojas que solo sostienen a los esporangios, mientras que las hojas **Trofoesporofilas**, son hojas que realizan el proceso de fotosíntesis y sostienen a los esporangios. Las especies suelen tener de varios tipos de estas a la vez.

## 3.- Estele

De los ejemplares observa al microscopio con el lente en 10X el tipo de estele, distinga el xilema, el floema, si tiene medula o no (Figura 4).



**Figura 4.** Evolución de las estelas.

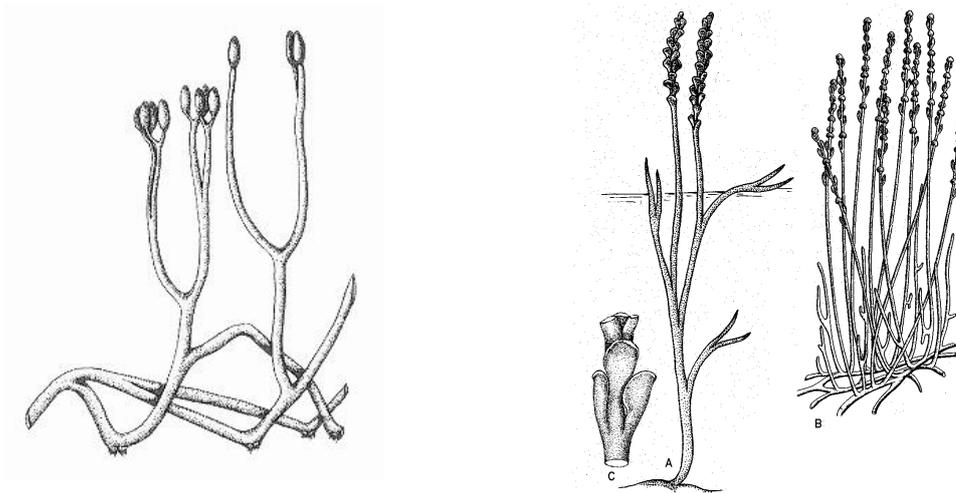
Prostelas: A (haplostele) y B (actinosteles), C: plectostela, D: sifonostela ectofloica, E: sifonostela anfifloica, F: dictiostela, G: eustela, H: estela monocotiledónea. (co). Cortex (claro), end, endodermos, (fl) floema (punteado) (xi) xilema (negro).

## 4.- Esporangios

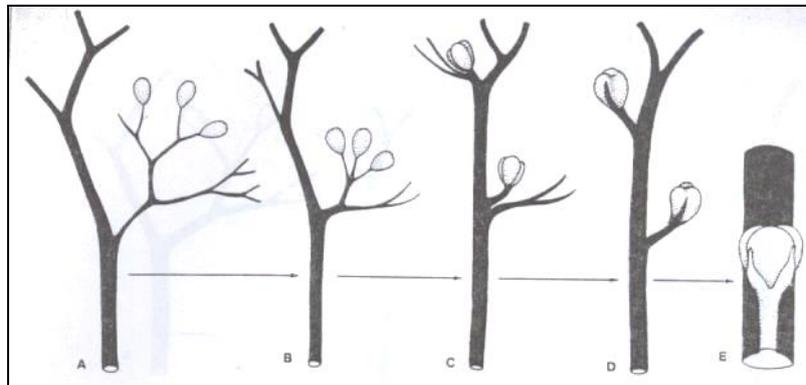
### 4.1 Origen y posición.

El origen de los esporangios puede ser caulinar (a partir del tallo) o foliar (a partir de las hojas).

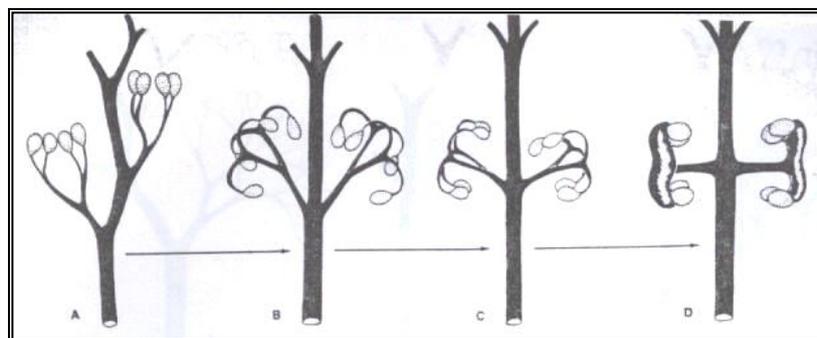
La posición de los esporangios **caulinar** puede ser: **apical**, cuando se encuentran en el extremo superior de las ramillas (Figura 5a); **lateral**, cuando están laterales en el tallo (Figura 5b); **axilar**, cuando se encuentran laterales en un ángulo formado sobre las ramillas (Figura 6); **anátropos** o **posición invertida** cuando se recurva el pedúnculo que lo sostiene y quedan en una posición apuntando hacia el eje del tallo (Figura 7).



**Figura 5.** esporangios de origen caulinar en formas fósiles:  
**A**, esporangios en extremos de los ejes o ramificaciones, **Apical o terminal** *Rhynia*  
**B**, esporangios a lo largo del eje de la planta, **Lateral** *Zosterophyllum*.



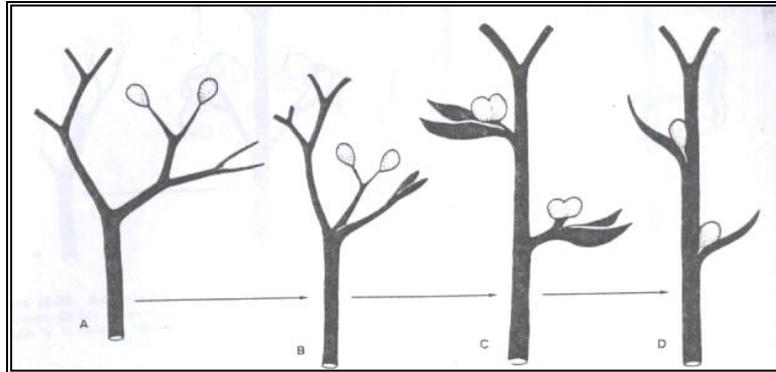
**Figura 6. A-E**, propuesta para la evolución de la posición de los **esporangios caulinares** en *Psilotum* (**E**) por reducción (**A-D**) de un eje telómico fértil que se ramifica. **Axilar**



**Figura 7. A-D**, evolución de la situación de los **esporangios caulinares** de *Equisetum* (**C**) y *Calamites* (**D**), por reducción de los telomas fértiles. **Anatropa**.

La posición de los esporangios **foliar** puede ser: **adaxiales**, cuando los esporangios se encuentran encima de las hojas (Figura 8); **marginal**, los esporangios se encuentran en el margen

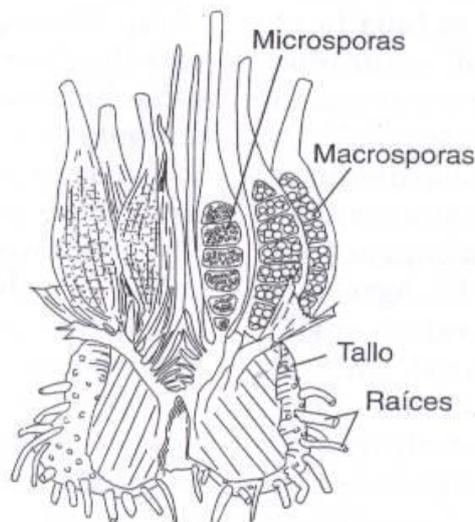
u orilla de la hoja; **abaxial**, los esporangios se encuentran en el envés de la hoja; **basal**, cuando se encuentran en la porción más inferior de la hoja hacia la base (Figuras 9).



**Figura 8. A-D**, Evolución de la situación de los **esporangios foliares** en *Lycopodium* (B), *Sphenophyllum* (C) y *Tmesipteris* (D) por reducción de los telomas fértiles y estériles. **Adaxial**.

#### 4.2 Protección.

Cuando los esporangios se fusionan o se soldan forman una estructura nombrada **sinangio**, (Figura 6); **esporangióforo**, los esporangios se disponene anatropamente sobre pedúnculos peltados que a su vez se congregan en la punta del tallo (Figura 7); **estróbilos**, los esporangios se presentan en el haz de una hoja modificada (esporófilas) que se agrupan o agregan en el extremo de las ramillas principales; **esporocarpo** es una estructura especializada para la protección de los esporangios, que se forma en la parte basal por la fusión de la lámina de la hoja con los esporangios (Figura 9).



**Figura 9.** Esporangios de **origen foliar** en los esporocarpos de *Isoetes*.

### 5.- Esporas.

De acuerdo a su origen y forma pueden ser de dos tipos **trilete** o **monolete** (Figura 10), con respecto a su tamaño pueden ser: **homosporas** y **heterosporas** (**megasporas** y **microsporas**).

En las esporas **triletes** la división meiótica va seguida de un tabicamentó simultáneo, las esporas resultantes son tetraédricas, es decir con tres caras planas internas y una externa convexa.

Las esporas **monoletes** se forman por divisiones meiótica sucesivas, tienen solamente dos caras latentes planas y una cara convexa.

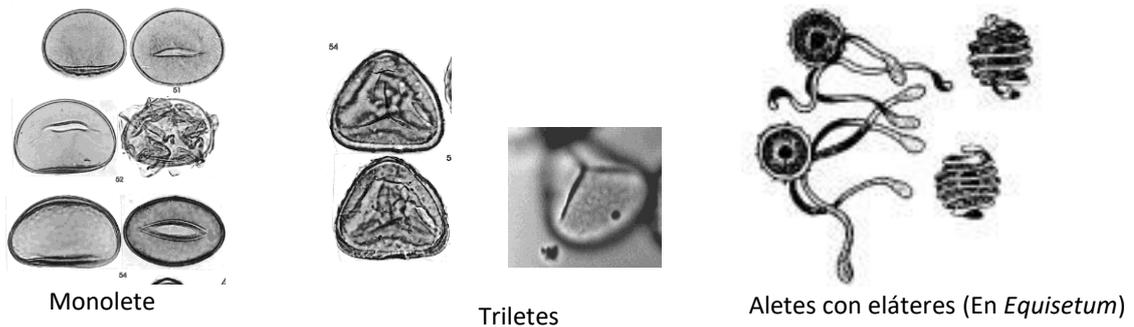


Figura 10. Tipos de esporas.

**Las homosporas (o isosporas)**, son esporas del mismo tamaño y funcionan germinando cada una en gametofitos bisexuales.

Las **heterosporas**, son esporas de diferente tamaño y función; las grandes (**megasporas**) germinan en gametofitos femeninos y las pequeñas (**microsporas**) germinarán en gametofitos masculinos. Las megasporas son de mayor tamaño y de membrana más gruesa que las microsporas.

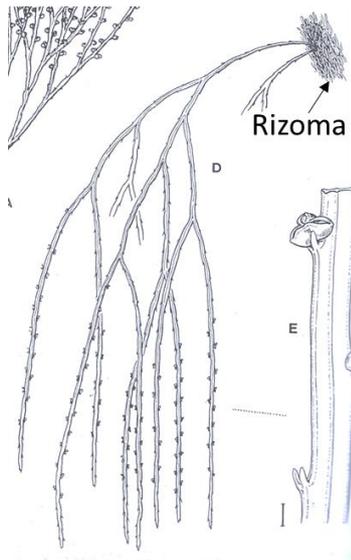
### 6.- Mecanismo de fijación.

**Rizoma** es un tallo modificado generalmente subterráneo y postrado, provisto de hojas modificadas llamadas **catáfilas** o bien cubierto por escamas o tricomas (Figura 11 y 13).

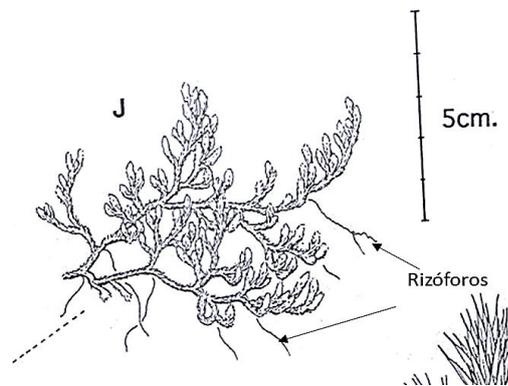
Los **rizoides** son estructuras en forma y función semejante a una raíz pero de anatomía simple, careciendo de xilema y de floema (Figura 12).

**Rizóforo** es una modificación del tallo en un tipo de raíces adventicias que surgen en el ángulo que forma en tallo y las hojas (axilarmente) (Figura 13).

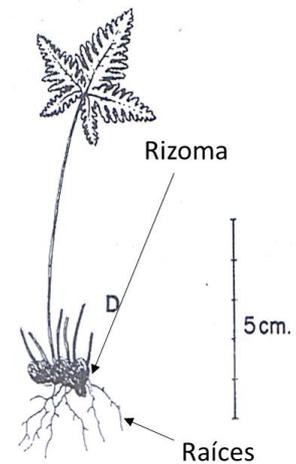
La **raíz** fija a la planta al suelo o sustrato para la absorción de agua y nutrientes inorgánicos que serán transportados a los órganos donde se realizan las funciones de síntesis; consta de xilema y floema. En los helechos son del **tipo adventicio**, es decir, crecen a partir de otro órgano que no es la raíz primaria, saliendo de otras partes de una planta como los **tallos**, como es el caso de este grupo de plantas



**Figura 11.** *Psilotum complanatum*, mostrando rizoma corto rastrero muy ramificado con pelos cafés, raíces ausentes.



**Figura 12.** *Selaginella steyermarkii*, con los rizóforos naciendo en toda la longitud del tallo.



**Figura 13.** *Notholaena standleyi*, con rizoma y raíces adventicias (como casi todos los helechos verdaderos)

Con lo anterior desarrolla un cuadro comparativo, manejando las características de los diferentes géneros.

### CUESTIONARIO

1. ¿Como se nombra a las células que producen el crecimiento en las plantas y como actúan en los diferentes tipos de crecimiento vistos en la practica?.
2. ¿Cuál es la diferencia entre una trofófila y una esporofila?.
3. ¿Menciona las diferencias entre los estróbilos de *Lycopodium*, *Sellaginela* y *Equisetum*?
4. ¿Describe la estructura de protección en *Isoetes*?
5. ¿En qué géneros se presentan un ciclo heterospórico y en cuáles uno homospórico?.
6. ¿Describe las esporas de *Equisetum* y menciona la función que podría desarrollar esa estructura tan peculiar que poseen?
7. ¿Cuáles con las diferencias entre un rizoma y una raíz? Da ejemplos de plantas que presenta estos órganos mencionando en que etapa de su vida lo desarrollan.
8. ¿Cuál es la diferencia entre un rizoide y un rizóforo? Da ejemplos de plantas que presenta estos órganos mencionando en que etapa de su vida lo desarrollan.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arreguín Sánchez, M. L., R. Fernández Nava y D. L. Quiroz. 2004. *Pteridoflora del Valle de México*. SEP/ Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. México, D.F. 387 pp.
- Croquist, A. 1974. *Introducción a la Botánica*. Compañía Editorial Continental. S.A. México, D.F. 193 pp.



- Font-Quer. 1953 *Diccionario de Botánica*. 4ª reimpresión. Editorial Labor. S.A. México, D.F. 1244 pp.
- Foster. A.S. y E.M. Gifford. 1974. *Comparative morphology of vascular plants*. W.F. Freeman and Co. San Francisco. 751pp.
- Mickel, J. T. y Smith, A.R. 2004. *The Pteridophyte of Mexico*. The New York Botanical Garden. New York, EU. 1054 pp.
- Scagel. R.F., G.E. Rouse, J.R. Stein., Bandoni. W.B. Schofield., T.M.C. Taylor. 1995. *El reino Vegetal*. 3ª edición. Omega. Barcelona.
- Zimmermann, W. 1976. *Filogenia de las plantas*. Editorial Omega. Barcelona, España. 176 pp.



**CUADRO COMPARATIVO DE HELECHOS AFINES**  
(Continúa en la siguiente página)

		Rhyniophyta†	Subclase Lycopodiidae		
		<i>Rhynia</i> †	<i>Lycopodium</i> sp.	<i>Selaginella</i> sp.	<i>Isoetes</i> sp.
FIJACION AL SUSTRATO					
TALLO	Tipo crecimiento del eje				
	Tipo de estele				
H O J A	Función (es)				
ESPORANGIOS	Posición				
	Tipo de protección				
	Origen				
ESPORAS	Forma				
	Tamaño				



CUADRO COMPARATIVO DE HELECHOS AFINES  
(Continuación)

		TAXA	Subclase Equisetidae	Subclase Ophioglossidae	
		CARACTERISTICA	<i>Equisetum</i> sp.	<i>Psilotum</i> sp.	<i>Botrychium</i> sp.
FIJACION AL SUSTRATO					
TALLO	<i>Tipo crecimiento</i>				
	<i>Tipo de estele</i>				
HOJA	<i>Función</i>				
ESPORANGIOS	<i>Posición</i>				
	<i>Tipo de protección</i>				
	<i>Origen</i>				
ESPORAS	<i>Forma</i>				
	<i>Tamaño</i>				



## PRÁCTICA Nº. 3

---

### MORFOLOGÍA DE POLYPODIIDAE



*Blechnum gracile* Kaulf. Tomado de Mickel y Smith (2004)

## I. INTRODUCCIÓN

Un helecho está compuesto por las mismas partes que cualquier otro tipo de planta, raíces, tallos y hojas, pero estos órganos presentan apariencia y proporciones diferentes a las de otras plantas (Figura 1).

La parte más llamativa de un helecho es la **hoja** a la cual muy comúnmente se le llama **fronda**. La hoja o fronda en este grupo de plantas es siempre megáfila (o eúfilo), que ha diferencia de la hoja micrófila (de los helechos primitivos), la megáfila tiene más de una nervadura. Su posible evolución, así como los esporangios abaxiales, se muestra en las Figuras 2, 3 y 4. El tallo es la parte relativamente inconspicua (no evidente), su función principal es la producción de las hojas, raíces y almacenamientos de sustancias de reserva. Generalmente los **tallos crecen horizontalmente** sobre el suelo y producen raíces de tipo adventicio las cuales ayudan a anclar la planta al suelo, rocas o troncos de los árboles.

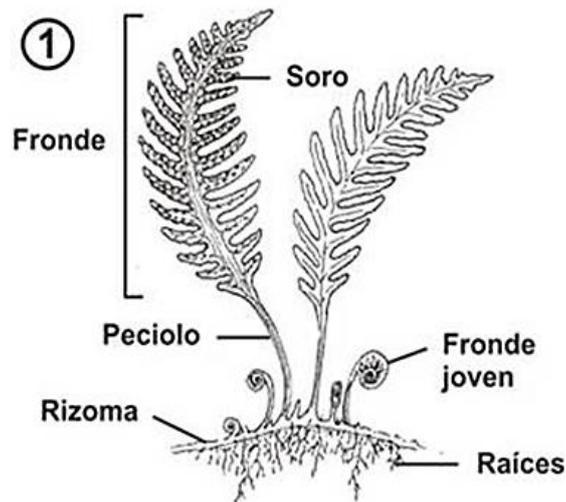


Figura 1. Partes de un helecho Polypodiidae.

Las Subclases Marattiidae y Polypodiidae agrupa a los helechos morfológicamente más complejos. En particular la clase Polypodiidae corresponden al grupo más diverso de las Pteridophytas. En esta práctica se revisarán estos grupos.

## II. OBJETIVO

- Observar los principales caracteres morfológicos de la división Polypodiophyta.

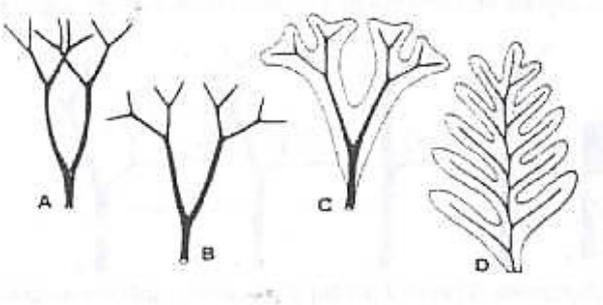
## III. MATERIAL

- Microscopio fotónico.
- Lupa estereoscópica.
- Aguja de disección.
- Portaobjetos.
- Cubreobjetos.
- Vaso de precipitado.

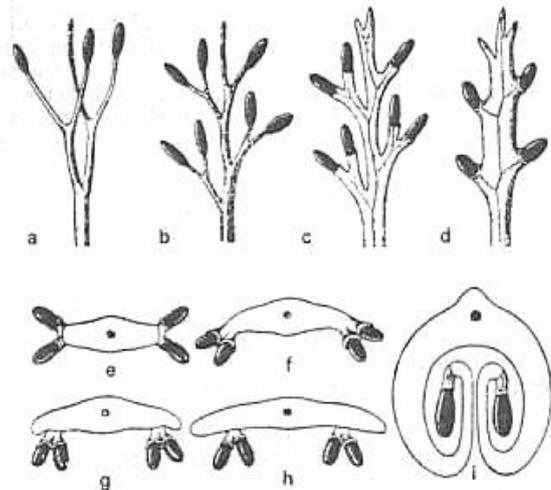
- Caja de petri.
- Mechero bunsen.
- Rejilla de asbesto.
- NaOH al 5%.
- Solución de hipoclorito de sodio al 30%.

**Ejemplares de herbario**

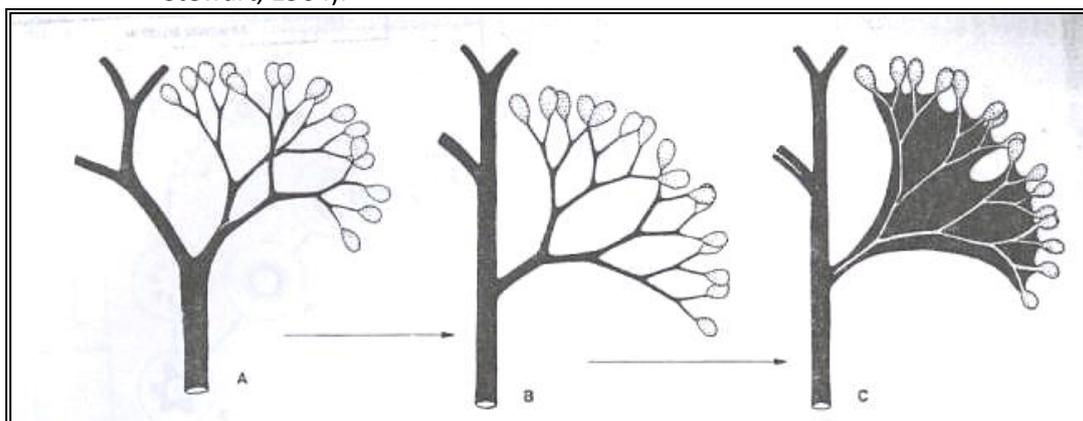
- Los géneros: *Adiantum*, *Dryopteris*, *Pteridium*, *Polypodium*, *Pteris*, *Cheilantes*, *Asplenium*, *Blechnum*, *Woodwardia*, *Woodsia*, *Elaphoglossum*, *Bomeria*, *Pellaea*, *Marattia*.



**Figura 2.** Etapas de la planeación y laminación o concrecencia en la evolución de un megáfilo.  
**A**, eje dicótomo con ramificación tridimensional.  
**B**, las ramas se han dispuesto en un plano.  
**C**, laminación mediante extensiones laminares en forma de hoja y aplanadas del eje.  
**D**, formación de un megáfilo con disposición pinnada de nervios mediante rebasamiento (Según W. N. Stewart, 1964).



**Figura 3. a-i**, Desplazamiento de los esporangios marginales al envés de la trofoesporófila. La mayoría de los helechos verdaderos. **Abaxial**.

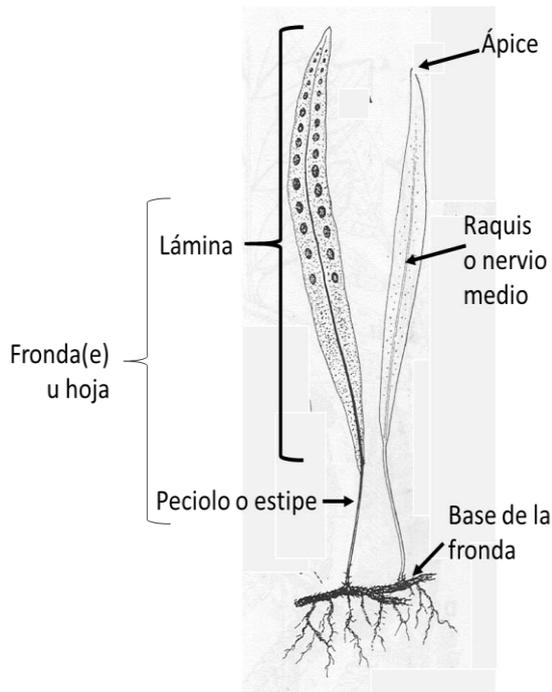


**Figura 4. A-C**, evolución del megáfilo de los pteófitos por planación y laminación (concrecencia) de una estructura telómica fértil tridimensional.  
**A**, *Rhynea*; **B** *Cladoxylon*; **C** *Acrangiophyllum*. **Marginal**.

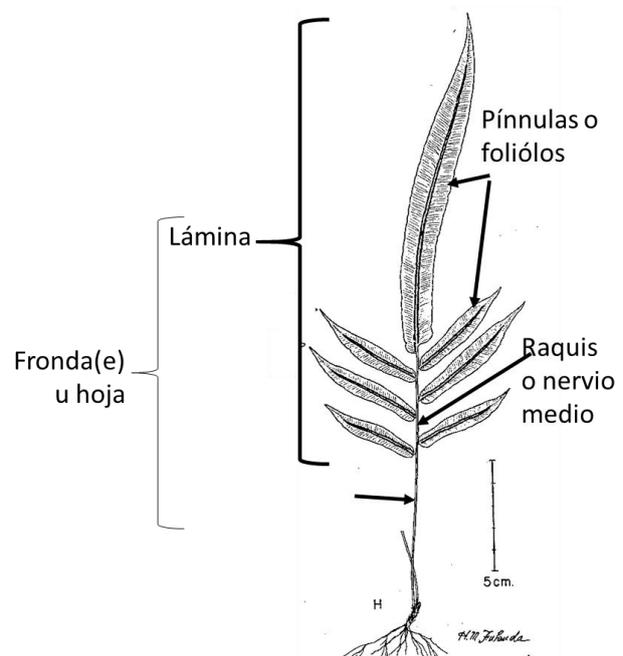
#### IV. DESARROLLO

##### 1.- Frondas (frondes).

La fronda u hoja, se divide en dos partes principales, el estipe o pecíolo y la lámina; al eje central de la lámina se le llama **raquis**. La lámina puede carecer de divisiones (**hojas simples**) (Figura 5) o estar dividida (**hojas compuesta**) (Figura 6) en diferentes grados, cada grado de división tiene un nombre específico: **pinnatifida** cuando las divisiones de la lámina llegan casi hasta el **raquis**; **pinnada** cuando las láminas están divididas en folíolos (pinnas) que se unen al raquis por medio de un peciolulo o pueden ser sésiles. Las divisiones primarias se llaman **pinnas** y los segmentos de segundo y de tercer orden se denominan **pinnulas**, las láminas mas divididas se designan como **bipinnadas**, **tripinnadas** o **tetrapinnadas** de acuerdo al número de divisiones; cuando presentan grados intermedios de división se usa el término **pinnatifido** que significa que no está suficientemente dividida para llamarla **pinnada** (Figura 7).



**Figura 5.** Partes de una hoja simple de un helecho verdadero.



**Figura 6.** Partes de una hoja compuesta de un helecho verdadero. La del esquema, del tipo de pinnado.

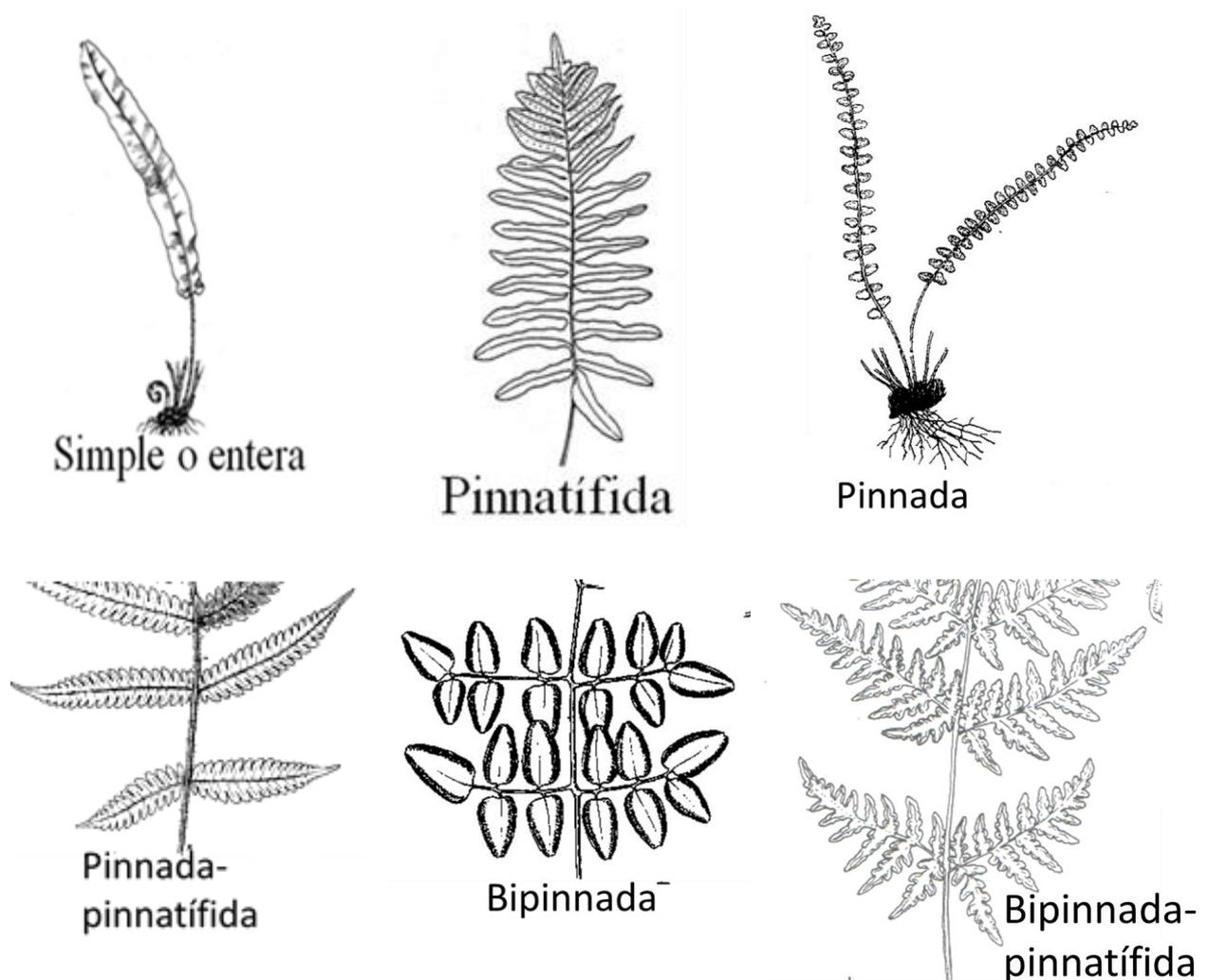


Figura 7. Tipos de hoja en Polypodiidae de acuerdo al grado de división.

Además, algunos helechos (principalmente los eusporangiados) las frondas se especializan en dos tipos: algunas láminas realizan la fotosíntesis (fronda estéril) y otras (en la misma planta) se especializan para la producción de esporangios (fronda fértil). Estas especies se les conoce como “con frondas dimorfas” (Figura 6c). Si las frondas realizan fotosíntesis y también producen esporangios (generalmente en el envés) se les denomina “**frondas uniformes**” o “**monomorfas**”, las cuales de componen de un trofófilo (parte de la hoja que solo hace fotosíntesis) y un esporóforo (la porción que porta los esporangios). En el género *Botrychium*, sus frondas difórmicas tienen una porción espiciforme o panículiforme portando esporangios, y en *Ophioglossum* los presentan sésiles o subsésiles o (como) hundidos en dos filas en cada lado del esporóforo (parte fértil de la hoja) (Figura 8a y 8b).

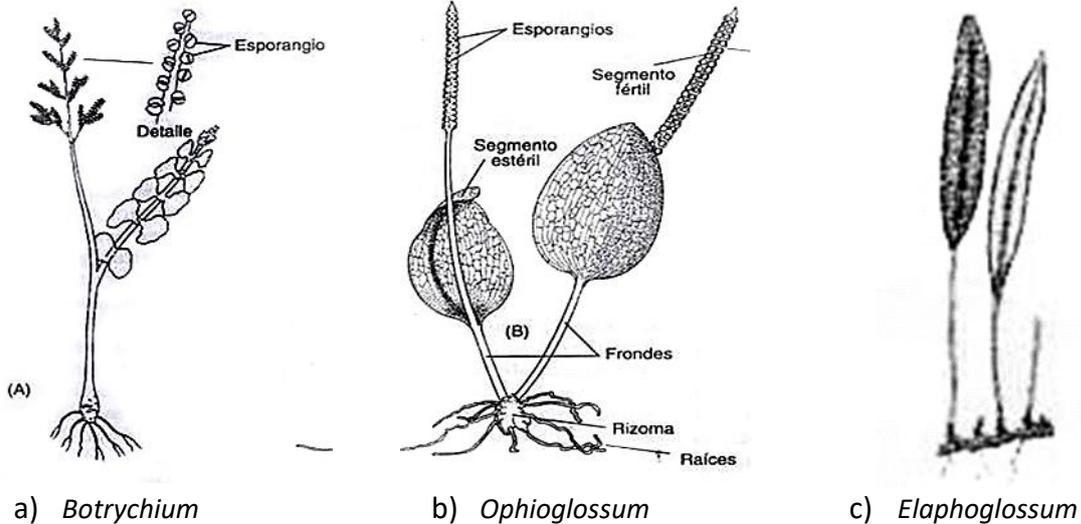


Figura 8. Frondas(es) dimorfas.

### Actividad 1

- En cada uno de los ejemplares que se te proporcionan identifica cada una de las partes de que constar un helecho, posteriormente clasifica las pinnas de acuerdo con su grado de división.

### 2.-Tallo

Generalmente el tallo de los helechos es un rizoma y puede ser de diferentes formas (Figura 9):

**Cortamente rastreros** o **cortamente cespitosos**, cuando las frondas se agrupan muy cerca una de otras.

**Largamente rastreros** o **largamente cespitosos**, cuando las frondas se encuentran muy espaciadas.

En algunos otros el tallo es **ascendente o erecto** en su parte apical o raramente forma un **tronco corto** (como en helechos arborescentes).

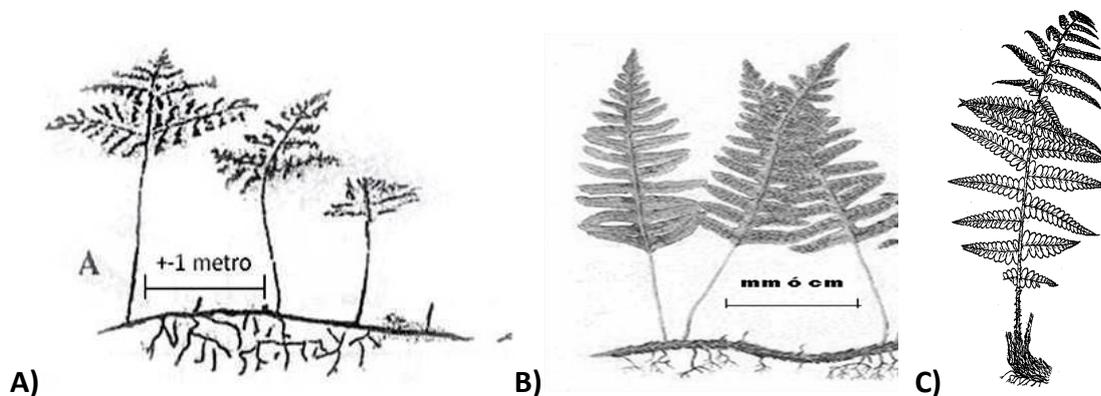


Figura 9. Tipos de tallo: A: Largo rastrero o cespitoso, B: corto rastrero o cespitoso y C: ascendente o erecto.

El rizoma y con frecuencia las frondas están cubiertas con un indumento protector que puede ser de **pelos o escamas**. Los **pelos** son estructuras lineales de una o más células de longitud y una célula de grosor (Figura 10).

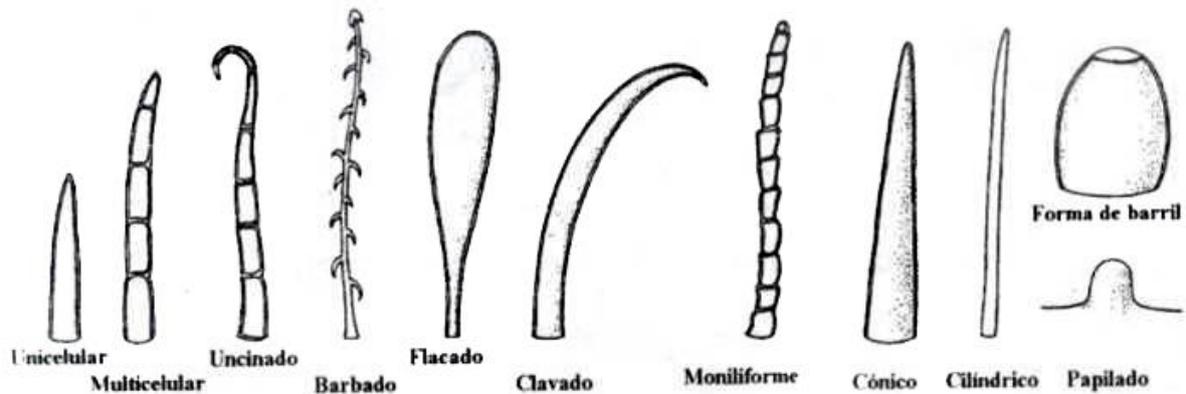


Figura 10. Tipos de pelos

Las **escamas** son parecidas a pelos pero más anchas, generalmente de varias células de ancho. Aunque normalmente de una célula de grosor. Usualmente tiene color uniforme (**concoloras**) pero en otras el centro de las escamas es de un color café oscuro o negro y el margen de un color mas claro (**bicolores**). Un tipo distinto de escamas en las cuales las células de estas son translúcidas y de colores brillantes, como los vitrales de las iglesias, sus paredes celulares son muy gruesas y opacas son las denominadas **clatradas** (Figura 9). Además de clasificarse a partir del color, se pueden diferenciar por la forma de fijación: **Basifijas**, están unidas por su base, **Peltadas** son tendiendo a ser simétricas y se unen por su parte media-central, **Basipeltadas** son lanceoladas pero se unen en su parte ancha, cerca de la base. Las escamas **Comosas** se caracterizan por tener tricomas en la parte central donde se fijan (Figura 11).

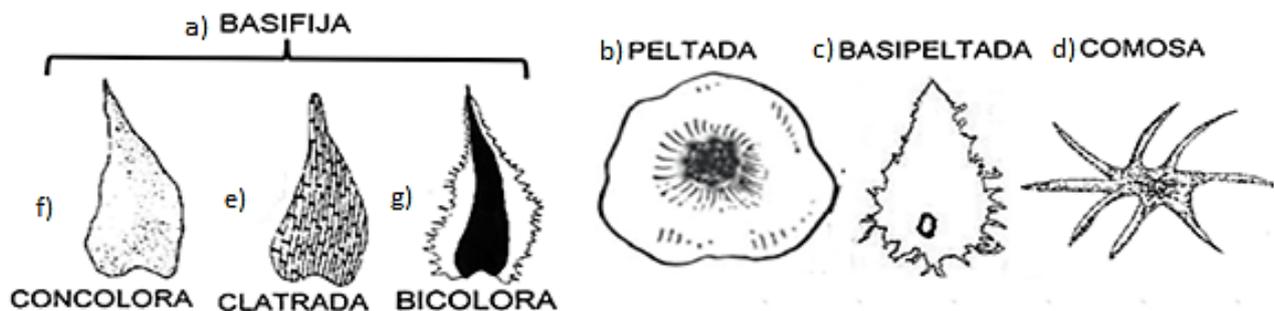


Figura 11. Tipos de escamas por inserción y color.

### Actividad 2

- En los ejemplos de herbario observe los diferentes tipos de rizoma, auxiliándose con las figuras que se proporcionan.
- Observe el indumento del tallo en la lupa, en caso de presentar escamas, con una aguja de disección extráigalas y clasifíquelas auxiliándose con la Figura 11.

### 3.-Venación

Se refiere a la manera en que las hojas de los helechos se irrigan por el sistema vascular (Figura 10). En muchos helechos, las venas son **libres**, es decir corren de la vena media hacia el margen sin formar anastomosis, ellas se pueden ramificar unas con otras (Figura 12a-c).

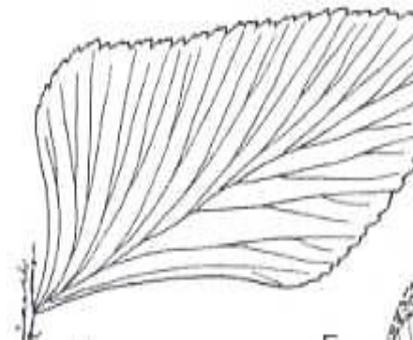
**La venación libre** puede ser de dos tipos: **dicotómica y pinnada**. La venación **dicotómica** es el tipo de ramificación que se va dividiendo en dos equivalentes y así sucesivamente.

**La venación pinnada** presenta una vena prominente o una serie de venas principales formando ángulos de 30° a 45° a lo largo de su longitud.

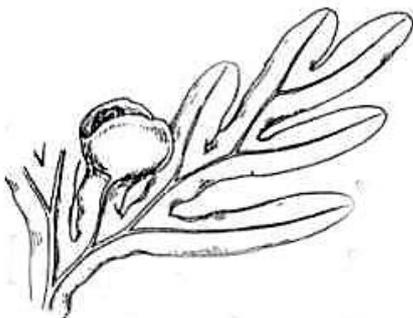
Cuando las venas están unidas entre si la venación es **reticulada**, y consiste en un patrón complejo de venación con venas mayores y menores formando una red o retículo (Figura 10d).



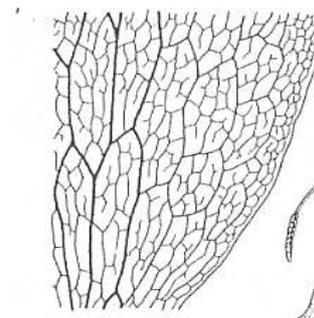
a) Libre dicotómica



b) Libre dicotómica



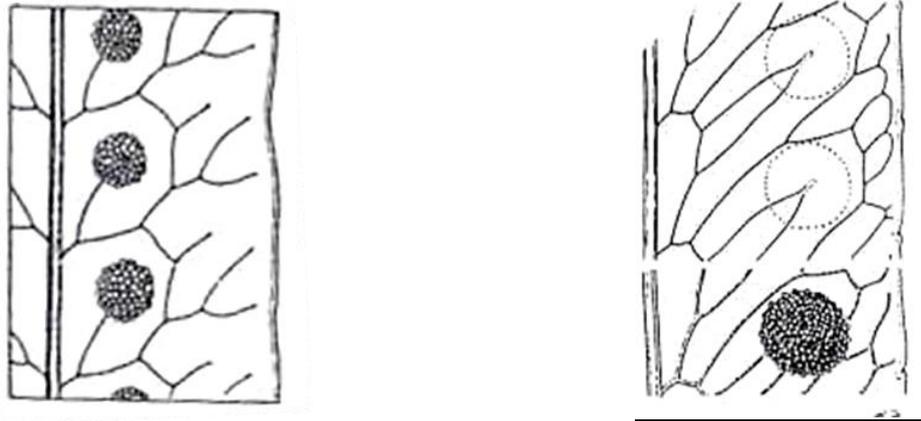
c) Libre pinnada



d) Cerrada o reticulada

**Figura 12.** Tipos de venación.

En algunos grupos de helechos, las venas dentro de la areola que están alimentando a los esporangios en los soros, pueden una o más, y esto es determinante para la taxonomía (Figura 13).



**Figura 13.** Venación y esporangios:

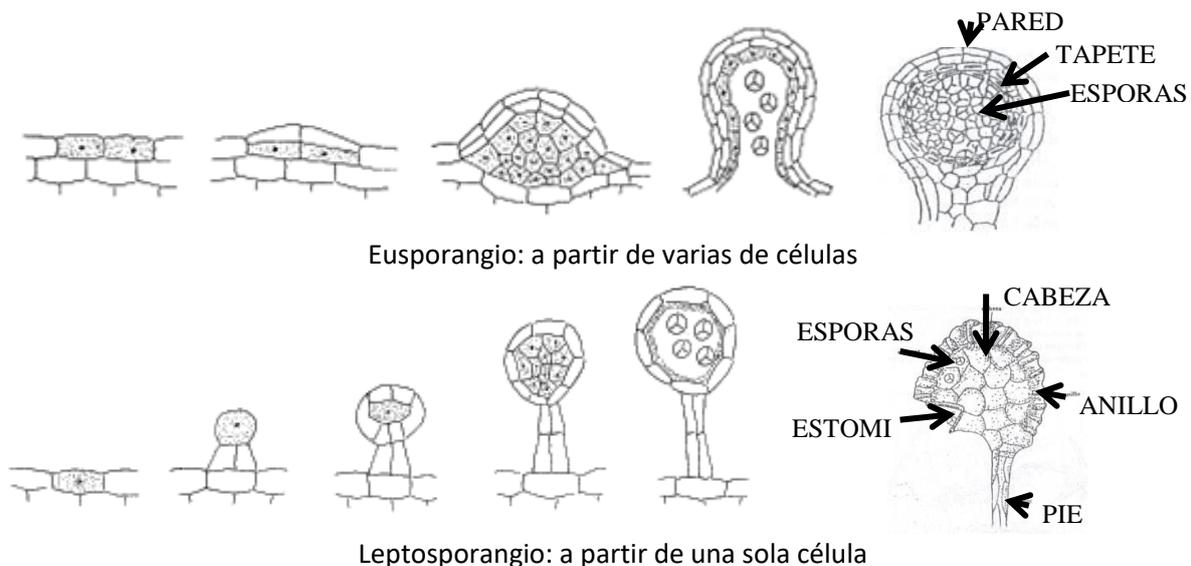
- a) Soros desnudos en la parte terminal de las venas Alimentados por una vena.      b) Soros desnudos en la parte terminal de las venas Alimentados por dos venas.

### Actividad 3

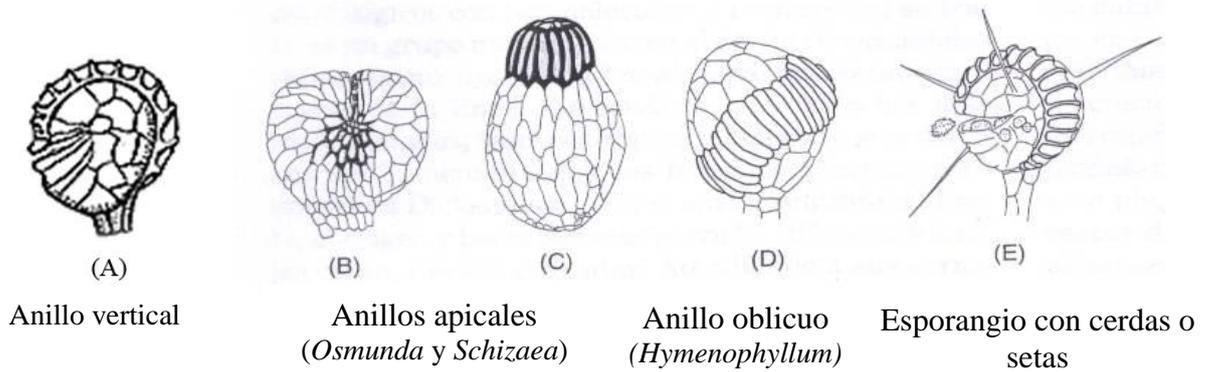
- Para observar la venación coloca pinnas de diferentes helechos en un vaso de precipitados en la solución de NaOH al 5% déjala hervir de 3 a 5 minutos, sácalas y colócalas en una caja de petri con agua de 10 a 15 minutos, posteriormente colocalas en solución de hipoclorito de sodio a 30% y déjalas hasta que los tejidos se transparenten, coloca las pinnas en agua fría, pon una pinna en un portaobjetos, colócale un cubreobjetos y observa en la lupa estereoscópica la venacion e identifica su tipo correspondiente para cada helecho.

### 4.- Esporangios

Los helechos presentan dos tipos de esporangios: **eusporangios** y **leptosporangios**. Los primeros se originan a partir de un grupo de células y están presentes en todos los helechos primitivos y algunos helechos típicos. Sin embargo, en la mayoría de los helechos típicos los esporangios son de tipo leptosporangios, los cuales se originan a partir de una célula y presentan un anillo y un tallo delgado (pie) o pedicelo (Figura 14). El anillo generalmente es vertical (Figura 15a), aunque en algunas especies puede tener otra posición (Figura 15c y d), e incluso estar dotado de tricomas (Figura 15d).

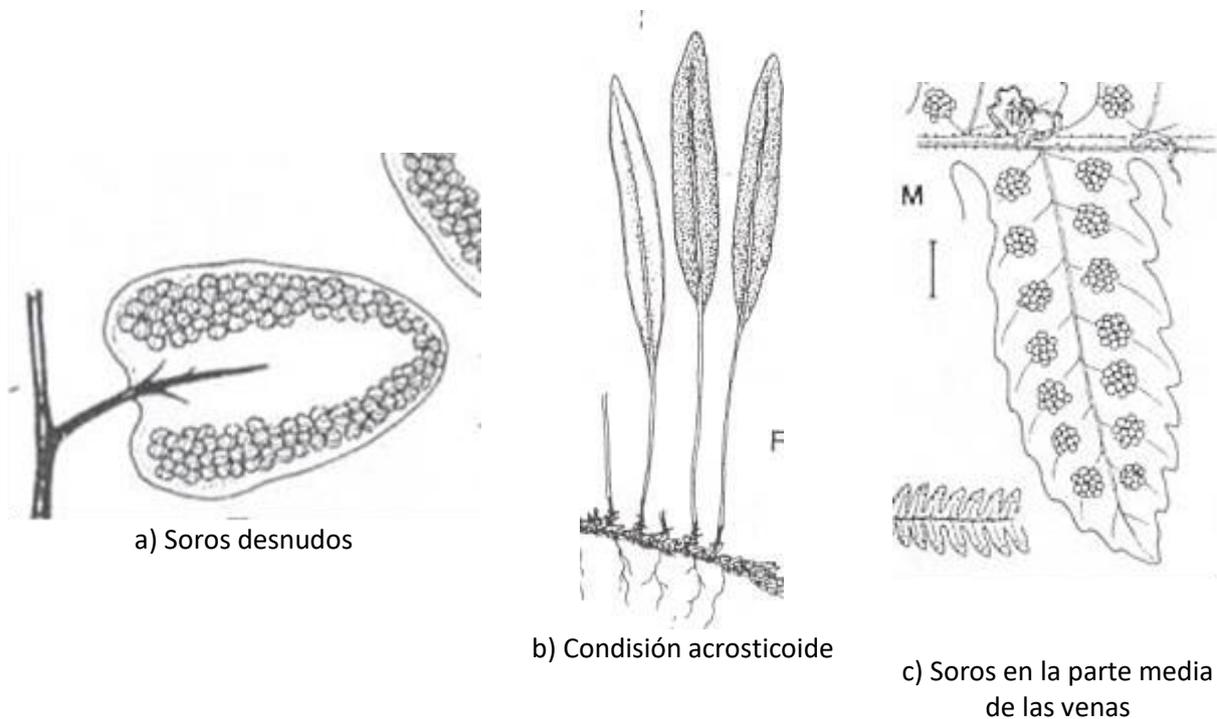


**Figura 14.** Tipos de esporangios:

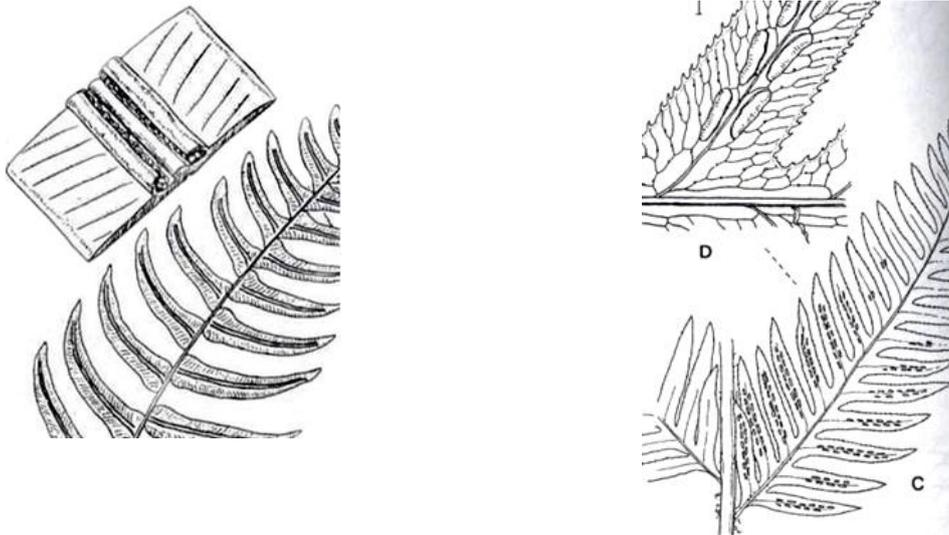


**Figura 15.** Tipos de anillos en leptoesporangios.

Los esporangios nacen en el envés o en el margen de la fronda (hoja), estos se presentan en agrupaciones llamados **soros** (Figura 16a y 16c). Cuando llegan a la madurez, los esporangios parecen de color café, se pueden encontrar dispersos en toda la lámina (**condiciones acrosticoide**) (Figura 16b) o bien agrupados en **soros** que entonces se llaman **cenosoros**, los cuales pueden ser **cenosoros continuos** cuando los esporangios forman agrupaciones en forma prolongada, corriendo en sentido paralelo a un lado del nervio medio del segmento donde se ubican y son **cenosoros discontinuos** cuando también están ubicados paralelamente del nervio central pero como una línea interrumpida o intermitente (Figura 17).



**Figura 16.** Agrupación y distribución de los esporangios y soros en la lámina.



a) Cenosoros continuos.

b) Cenosoros discontinuos o interrumpidos.

**Figura 17. Tipos de cenosoros** (en ambos, son soros costales y corren de manera paralela con respecto a la nervadura).

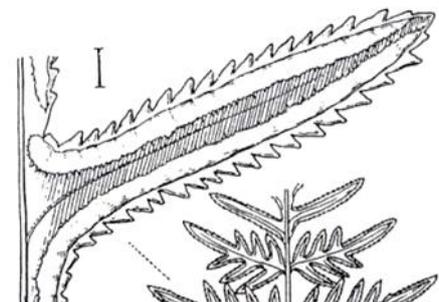
Con frecuencia presenta una cubierta protectora llamada **indusio** (Figuras 21-24) que cubre al soro inmaduro, los soros marginales frecuentemente están cubiertos por el margen reflejo de la hoja y se le conoce como **falso indusio o pseudoindusio**, los cuales también pueden presentar una estructura interrumpida o discontinua (Figura 16a) o un desarrollo donde la hoja está doblada uniforme en todo su borde (Figura 16b) o bien pueden estar desnudos (Figura 14a-c). Algunos pocos tienen una doble protección de los soros (Figura 20).

Respecto a la **posición sobre la hoja**: en la mayoría de los helechos los **soros** se localizan en el envés de la hoja, entre la vena media y el margen (**posición media** Figura 16 a y c) o sobre el margen (**posición marginal** Figura 16a y b). En los casos se presentan cerca del margen (**inframarginal**, Figura 19), en otros casos se presentan sobre la vena media (**cenosoros**, Figura 17), o revistiendo perfectamente todo el envés (**acrosticoide**, figura 16b).



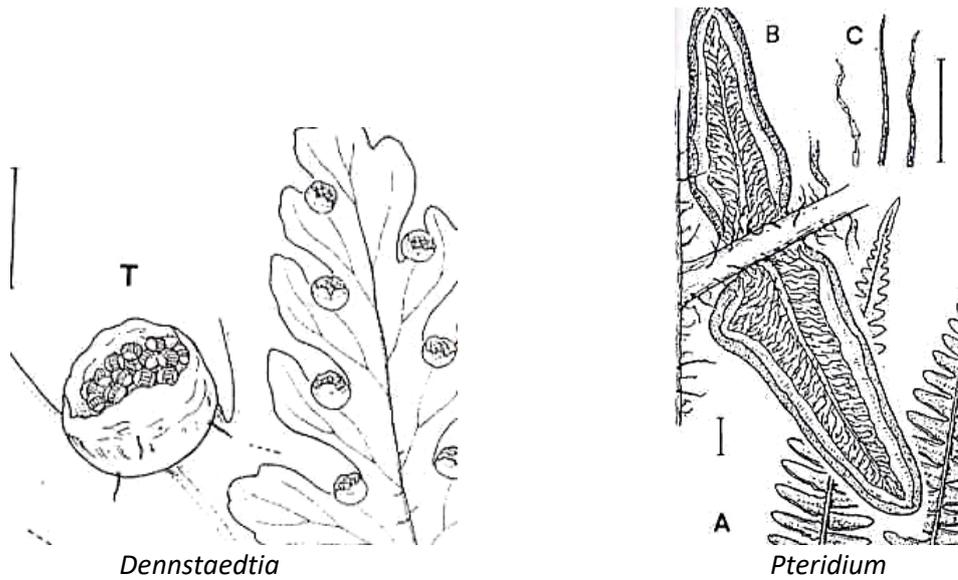
b) Margen reflejo interrumpido, en *Gagea*.

c) Margen reflejo continuo, en *Pteris*.



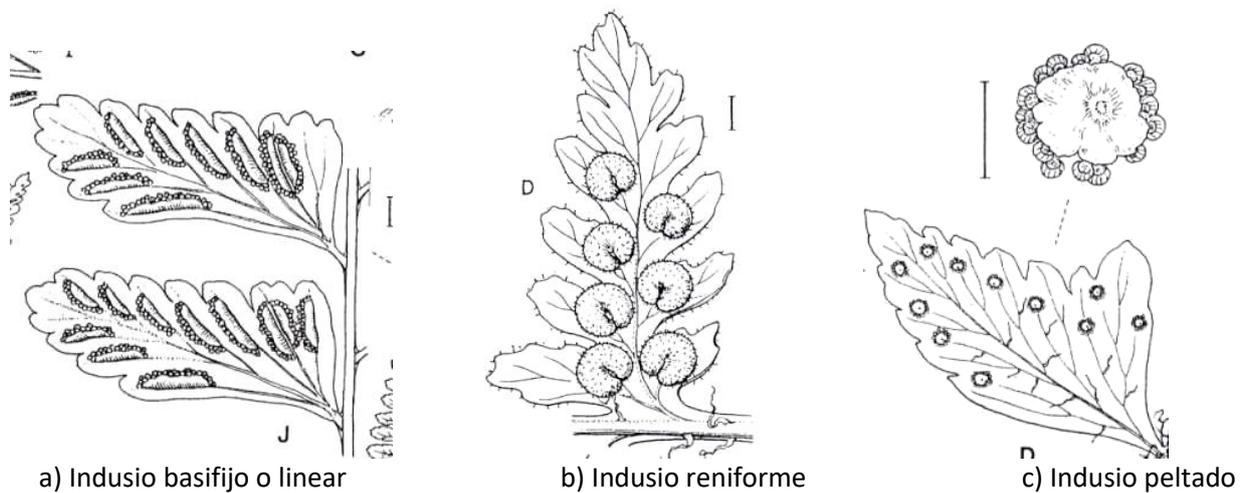
**Figura. 19.** Indusio inframarginal de *Midella*

**Figura 18.** Variantes de pseudoindusio o margen reflejo o falso indusio:



**Figura 20.** Protección de esporangios con margen reflejo e indusio interno, en dos géneros de helechos verdaderos.

El **indusio** puede presentar diferentes formas: **basifijo** cuando se encuentra fijo o adherido por su base, **reniforme** cuando tiene forma de riñón, **peltado** cuando tiene forma de paraguas y en forma de **copa** (Figura 20 a-b).



**Figura 21.** Tres tipos de indusio

Otras variantes del indusio es cuando está desarrollado cerca del margen de manera prolongada (Figura 21-c), con forma de huevo o globo (Figura 20-f) o valvar (Figura 13-e) o incluso, frondas con “doble protección”: un margen reflejo o falso indusio y además un indusio interno (Figura 20-e).

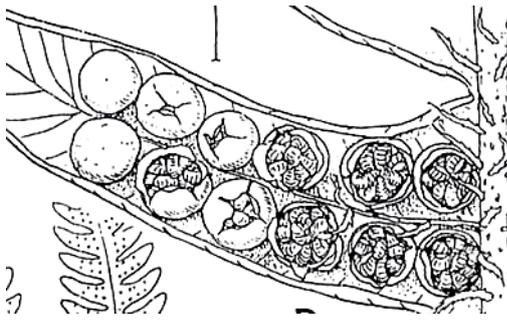


Figura 22. Indusio en forma de copa

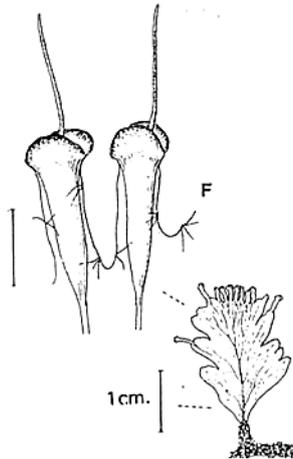


Figura 23. Indusio valvado, con tricoma.

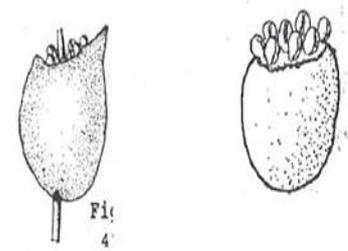


Figura 24. Indusio ovado e indusio globoso (ambos basifijos).

#### Actividad 4

- En cada uno de los ejemplares que se proporcionan observa la posición; agrupación; protección; y forma de indusio que presentan los esporangios, auxiliándose con las figuras, darles su nombre correspondiente y realiza esquemas.

#### 5.- Esporas.

Las esporas pueden ser de dos tipos: **monoletes** y **triletes** (citadas en la práctica anterior: “Morfología comparada de Lycopodiidae, Equisetidae, Ophioglossidae”, Figura 10).

#### Actividad 5

- Con una aguja de disección en cada uno de los ejemplares que se proporcionan toma cuidadosamente los esporangios colócalos sobre un portaobjetos presionando para sacar las esporas, agrégalas una gota de agua, coloca el cubreobjetos y observa al microscopio.
- Identifica las esporas monoletes y triletes, el tamaño y la superficie.

#### CUESTIONARIO

1. Define un cenosoro.
2. Diferencias entre la vernación circinada y la plegada.
3. Menciona algunos géneros helechos que presenten eusporangios.
4. Diferencias entre un falso indusio y un margen reflejo.
5. ¿Cómo podemos determinar, en la fronda de los helechos, el límite entre el estipe y el raquis?
6. ¿Cómo se le llama el espacio abierto más pequeño formado en una venación reticulada?
7. ¿Qué es una hoja dimórfica?
8. ¿Qué tan separadas deben estar las fronda de un helecho para considerarlas cortamente o largamente cespitosos?
9. ¿A qué se refiere el término glabro?



## BIBLIOGRAFÍA.

- Arreguín Sánchez, M. L., R. Fernández Nava y D. L. Quiroz. 2004. *Pteridoflora del Valle de México*. SEP/ Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. México, D.F. 387 pp.
- Cronquist, A. 1987. *Introducción a la Botánica*. Compañía Editorial Continental. S.A. México, D.F. 193 pp.
- Font-Quer. 1953. *Diccionario de Botánica*. 4ª reimpresión. Editorial Labor. S.A. México, D.F. 1244 pp.
- Foster. A.S. y E.M. Gifford. 1974. *Comparative morphology of vascular plants*. W.F. Freeman and Co. San Francisco. 751 pp.
- Mickel, J. T. y Smith, A.R. 2004. *The Pteridophyte of Mexico*. The New York Botanical Garden. New York, EU. 1054 pp.
- Scagel. R.F., G.E. Rouse, J.R. Stein., Bandoni. W.B. Schofield., T.M.C. Taylor. 1995. *El reino Vegetal*. 3ª edición. Omega. Barcelona.



**CUADRO MORFOLOGÍA COMPARADA DE POLYPODIIDAE**  
(Continúa en la siguiente página)

TAXA	Rizoma		Frondas			
	Disposición	Indumento	Tipo (simple/compuesta)	Grado División	Indumento	Venación
<i>Adiantum</i> sp.						
<i>Dryopteris</i> sp.						
<i>Pteridium</i> sp.						
<i>Polypodium</i> sp.						
<i>Cheilanthes</i> sp.						
<i>Asplenium</i> sp.						
<i>Blechnum</i> sp.						
<i>Woodwardia</i> sp.						
<i>Woodsia</i> sp.						
<i>Pellaea</i> sp.						
<i>Pleopeltis</i> sp.						
<i>Elaphoglossum</i> sp.						
<i>Bommeria</i> sp.						
<i>Pecluma</i> sp.						
<i>Phlebodium</i> sp.						



**CUADRO MORFOLOGÍA COMPARADA DE POLYPODIIDAE**

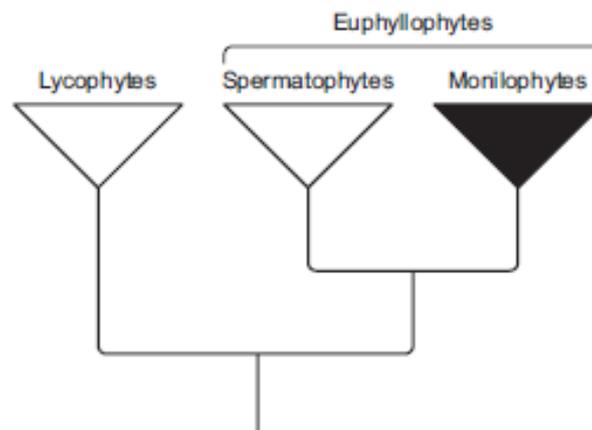
TAXA	Esporangios			Indusio	Esporas	
	Posición (marginal, media o paralela al nervio medio)	Agrupación	Tipo (Eus / Lepto)	Presencia y Forma	Forma/ Tamaño (Iso o hetero)	Color/ Ornamentación
<i>Adiantum</i> sp.						
<i>Dryopteris</i> sp.						
<i>Pteridium</i> sp.						
<i>Polypodium</i> sp.						
<i>Cheilanthes</i> sp.						
<i>Asplenium</i> sp.						
<i>Blechnum</i> sp.						
<i>Woodwardia</i> sp.						
<i>Woodsia</i> sp.						
<i>Pellaea</i> sp.						
<i>Pleopeltis</i> sp.						
<i>Elaphoglossum</i> sp.						
<i>Bommeria</i> sp.						
<i>Pecluma</i> sp.						
<i>Phlebodium</i> sp.						



## PRÁCTICA Nº. 4

---

# CLASIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE PTERIDOPHYTAS



Filogenia de consenso que describe las relaciones de linajes de plantas vasculares principales. Tomado de Smith et al. (2006)



## I. INTRODUCCIÓN.

Los distintos sistemas de clasificación de pteridofitas agrupan a las plantas más sencillas desde el punto de vista estructural y también a las más complejas.

La clasificación seguida dentro del programa de este curso corresponde a la de Christenhusz *et al.* 2011, y comprende cinco subclases, las cuales se diferencian principalmente por características del esporofito y en particular de los esporangios.

Los helechos es un grupo muy diverso, se estima que existen 10,000 especies. Por esto la determinación taxonómica es un proceso de suma importancia, que implica una remisión cuidadosa de las características particulares de cada especie con el fin de separarla de otras. Esta labor se facilita por el uso de herramientas metodológicas como son las claves de determinación taxonómica; para el caso de los helechos típicos las claves se basan principalmente en las siguientes características del esporofito: grado de división de las hojas y nervación; agrupación, posición y tipo de protección de los esporangios; indumento de la lamina y rizoma, así como el tipo de esporas.

### **Claves de identificación.**

Hay varias formas de hacer la identificación de plantas, la más usual es mediante el uso de las llamadas claves de identificación. Una clave es el medio para identificar de una forma eficiente las plantas, observando las características de los ejemplares como son las raíces, tallos, hojas, flores, frutos, semillas y otras. El tipo de claves usadas generalmente son llamadas claves dicotómicas, que son aquellas que se basan en dos posibilidades o alternativas muchas veces contrastantes, aunque también hay claves donde se presentan tres o más alternativas.

### **Sugerencias para el uso de claves.**

1. Observar detenidamente la muestra antes de iniciar la identificación.
2. Leer siempre las dos alternativas, aun en el caso de que hayamos hecho la elección. Puede que la segunda nos convenza más.
3. Entender el significado de los términos de no tratar de adivinar consultar el glosario botánico.
4. Usar una regla para realizar las mediciones necesarias no tratar de hacer estimaciones
5. Utilizar una lente de aumento (lupa o lupa estereoscópica) al observar el rasgo o estructuras no visibles o apenas visibles a simple vista.
6. La identificación no se basa en la observación de un solo rasgo (las plantas presentan variabilidad).
7. Si la alternativas que se comparan no son claras, o si no se tiene la posibilidad de escoger la alternativa, por no contar con la información suficiente, deben seguirse las dos para llegar a dos posibles soluciones; de esta manera se leen las descripciones de cada una, para escoger la más convincente he ir a cotejar al herbario.

### **Nombres comunes y nombres científicos**

Hay varias razones por las que los botánicos utilizan nombres científicos (latinizados), en lugar de nombres vulgares o comunes. Los nombres comunes o vernáculos no son universales y pueden aplicarse solamente en un idioma. Por otra parte los nombres científicos son universales y se entienden en todo el mundo. Los nombres comunes generalmente no proporcionan información que indiquen la relación y ubicación taxonómica, particularmente de géneros y familias. Si la planta es bien conocida, puede recibir varios nombres comunes según la región



geográfica donde ocurren, las que son raras o pasan desapercibidas, pueden no tener nombre común; en ocasiones dos o más plantas de especies distintas, pueden tener el mismo nombre común. Sin embargo el uso de los nombres comunes es recomendable junto con los nombres científicos, por que permiten hacer más amplio el uso de información por personas no muy relacionadas con la botánica y para estudios locales o regionales.

El nombre científico debe ser único para cada especie. Se debe de formarse con palabras griegas, latinas o latinizadas, y deben ser escritos en letras cursivas o subrayados, el de género inicia con mayúscula y el de la especie con minúscula, seguidos por la abreviatura del apellido del botánico que bautizó la especie. Así la forma correcta de escribir el nombre científico del pirul es *Schinus molle* L., y para el colorín será *Erythina americana* Mill. (L. corresponde a Carlos Linneo de Suecia, (1707-1778) y Mill. Corresponde a Phillip Miller del Reino Unido (1691-1771)). En muchas ocasiones el nombre de la especie hace referencia a alguna característica distintiva de la planta, como el color de sus flores: *rubra* (roja), *alba* o *leuda* (blanca), *lutea* (amarilla) y *aurea* (dorada). En muchas ocasiones también hace referencia el nombre de la especie a la nacionalidad de la planta: *mexicana*, *americana* y *peruana*, o en ocasiones se toma el apellido de algún botánico o personaje ilustre por ejemplo: *martinezii*, *xolocostli* y *rzedowskii*.

## II. OBJETIVO.

- Que el alumno adquiera las herramientas metodológicas y prácticas para la determinación de las pteridofitas.

## III. DESARROLLO.

Cada uno de los ejemplares de helechos que se encuentran depositados en las mesas de trabajo debe revisarse con cuidado para reconocer las estructuras del esporofito que serán de utilidad en la determinación taxonómica. Las claves de determinación proporcionadas para realizar esta actividad son de tipo dicotómico, por lo que se recomienda leer con cuidado las dos opciones antes de elegir la correcta, teniendo en cuenta que la revisión del ejemplar tanto a simple vista como a la lupa es necesaria para tomar una decisión adecuada en la determinación.

### Actividad 1

- Utilizando las claves de pteridofitas y cuadros que se anexan, clasifica y determina cada uno de los ejemplares que se proporcionan.

## IV. MATERIAL.

- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Claves de determinación

### Material biológico

- Ejemplares de helechos

## BIBLIOGRAFÍA

- Christenhusz, M.J.M., X. Zhan y H. Schneider. 2011. A linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. *Phytotaxa* 19:7–54.



- Smith, A. R., K. M. Pryer, E. Schuettpelz, P. Korall, H. Schneider & P. G. Wolf. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon*. 55 (3): 705–731

## CUESTIONARIO

1. ¿Qué es el esporofito? Define y explica.
2. ¿Qué es el gametofito? Define y explica.
3. ¿Qué características del esporofito se toman en cuenta para la determinación de los helechos verdaderos?
4. ¿Cuáles son las diferencias entre un leptosporangio y un eusporangio? Menciona los grupos de plantas que presentan uno y otro tipo y cuál es considerado más evolucionado o qué ventajas tiene uno con respecto a otro.
5. ¿Cuáles son las CINCO subclases en la que se agrupan los helechos? Señala las características de cada una.
6. Menciona los tipos de indumento que presenta el rizoma.
7. Menciona los tipos de indumento que presenta la lámina.
8. Señala los tipos de protección de los esporangios. Incluye ejemplos (géneros) de cada tipo.

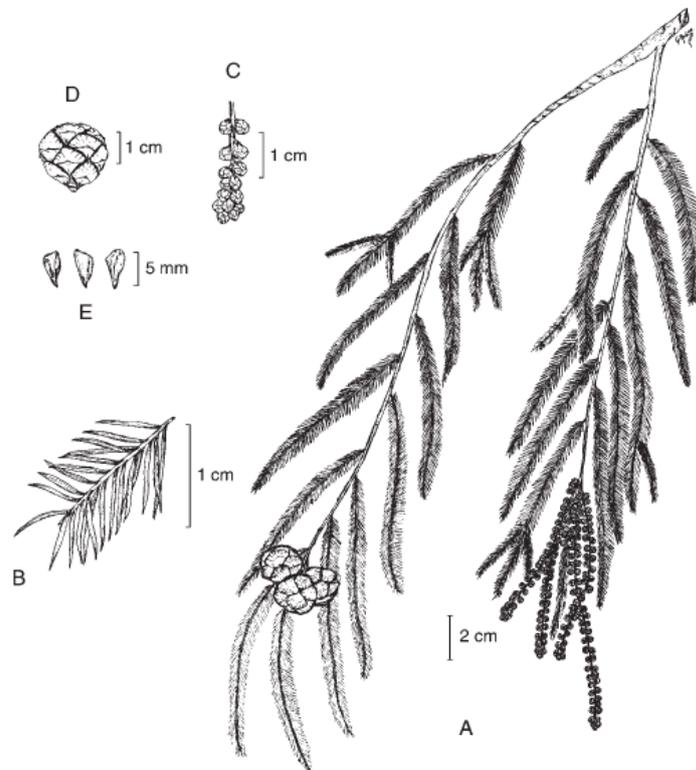


**Cuadro de clasificación de Pteridophytas**  
(Christenhusz *et al.* 2011)

CLASE	SUB CLASE	ÓRDEN	FAMILIA	SUBFAMILIA	GÉNERO	
EQUISETOPSIDA	LYCOPODIIDAE	LYCOPODIALES	LYCOPODIACEAE		<i>Lycopodium</i>	
		ISOETALES	ISOETACEAE		<i>Isoetes</i>	
		SELAGINELLALES	SELLAGINELLACEAE		<i>Selaginella</i>	
	EQUISETIDAE	EQUISETALES	EQUISETACEAE		<i>Equisetum</i>	
	OPHYGLOSSIDAE	OPHIGLOSSALES	OPHIOGLOSSACEAE		<i>Ophioglossum</i>	
		PSILOTALES	PSILOTACEAE		<i>Psilotum</i>	
	MARATIIDAE	MARATTIALES	MARATTIACEAE		<i>Marattia</i>	
	POLYPODIIAE	POLYPODIALES	OSMUNDALES	OSMUNDACEAE		<i>Osmunda</i>
			HYMENOPHYLLALES	HYMENOPHYLLACEAE		<i>Hymenophyllum</i>
			SCHIZAEALES	SCHIZAEACEAE		<i>Schizaea</i>
			PTERIDACEAE	VITTARIOIDEAE		<i>Adiantum</i>
				PTERIDOIDEAE		<i>Anogramma</i>
						<i>Pityrogramma</i>
						<i>Pteris</i>
				CHEILANTHOIDEAE		<i>Aleuritopteris</i>
						<i>Argyroschoma</i>
						<i>Astrolepis</i>
						<i>Bommeria</i>
					<i>Cheilanthes</i>	
					<i>Mildella</i>	
			<i>Pellaea</i>			
		POLYPODIACEAE		<i>Campyloneurum</i>		
				<i>Pecluma</i>		
				<i>Phlebodium</i>		
				<i>Pleopeltis</i>		
				<i>Polypodium</i>		
				<i>Melpomene</i>		
				<i>Tersichore</i>		
	DENNSTAEDTIACEAE			<i>Pteridium</i>		
	THELYPTERIDACEAE			<i>Thelypteris</i>		
	ASPLENIACEAE			<i>Asplenium</i>		
	WOODSIACEAE		<i>Woodsia</i>			
	ATHYRIACEAE		<i>Athyrium</i>			
			<i>Cystopteris</i>			
DRYOPTERIDACEAE		<i>Dryopteris</i>				
		<i>Polystichum</i>				
		<i>Plecosorus</i>				
		<i>Elaphoglossum</i>				
		<i>Blechnum</i>				
BLECHNACEAE		<i>Woodwardia</i>				
CYATHEALES	CYATHEACEAE		<i>Cyathea</i>			
	DICKSONIACEAE		<i>Dycksonia</i>			
	PLAGIOGYRIACEAE		<i>Plagiogyria</i>			
SALIVINIALES	MARSILEACEAE		<i>Marsilea</i>			
	SALVINIACEAE		<i>Azolla</i>			
			<i>Salvinia</i>			

## PRÁCTICA N°. 5

# CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS GIMNOSPERMAS



*Taxodium mucronatum* Ten. Tomado de: Carranza (1992).



## I. INTRODUCCIÓN

Las gimnospermas comprenden plantas con óvulos y semillas desnudos los cuales se forman sobre la superficie de la megasporófila (escamas del cono).

La mayoría de sus componentes carece de vasos y en su lugar se encuentran traqueidas, presentan canales resiníferos, las “flores” están reducidas a sacos poliníferos (microsporangios) y a los óvulos (megasporangios), generalmente dispuestos en estróbilos o conos, con un ciclo de vida heterospórico. De acuerdo al sistema de clasificación de Cronquist (1981), existen cuatro subclases: Cycadidae, Pinidae, Ginkgoidae y Gnetidae.

## II. OBJETIVO

- Observa y reconoce las características principales de las gimnospermas.

## III. MATERIAL

- Lupa estereoscópica, agujas de disección y pinzas.

### Material biológico

- *Cycas*, *Dioon*, *Ceratozamia*, *Taxodium*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Cryptomeria*, *Araucaria*, *Podocarpus*, *Pinus*, *Abies*, *Pseudotsuga*, *Picea*, *Ginkgo biloba* y *Ephedra*.

## IV. DESARROLLO

### 1.- Hojas

Las hojas de las gimnospermas vivientes son **hojas simples**, que constan de una sola lámina no segmentada. En algunas formas primitivas existe segmentación de la hoja y se conoce como **hoja compuesta** (ver partes ambos tipos de hojas en Figuras 5 y 6 de la Practica 3).

#### 1.1. Forma de las hojas.

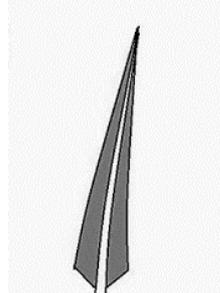
**Aciculares**, hojas largas y muy delgadas en forma de aguja que pueden ser puntiagudas; **lineares** son las hojas alargadas y aplanadas un poco mas anchas que las aciculares; **lanceoladas** tienen forma de lanza; **lobuladas** tienen lóbulos o partes anchas; **flabeladas** en forma de abanico; **subuladas** (alesnadas) con un ápice agudo, angostamente triangular; algunas de ellas en ocasiones son del tipo **falcado** (falciforme) o en forma de haz o de forma curva y plana.



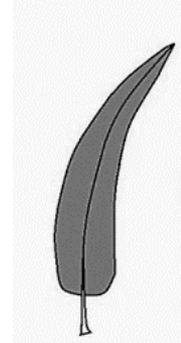
Lanceolada



Lobulada



Subulada



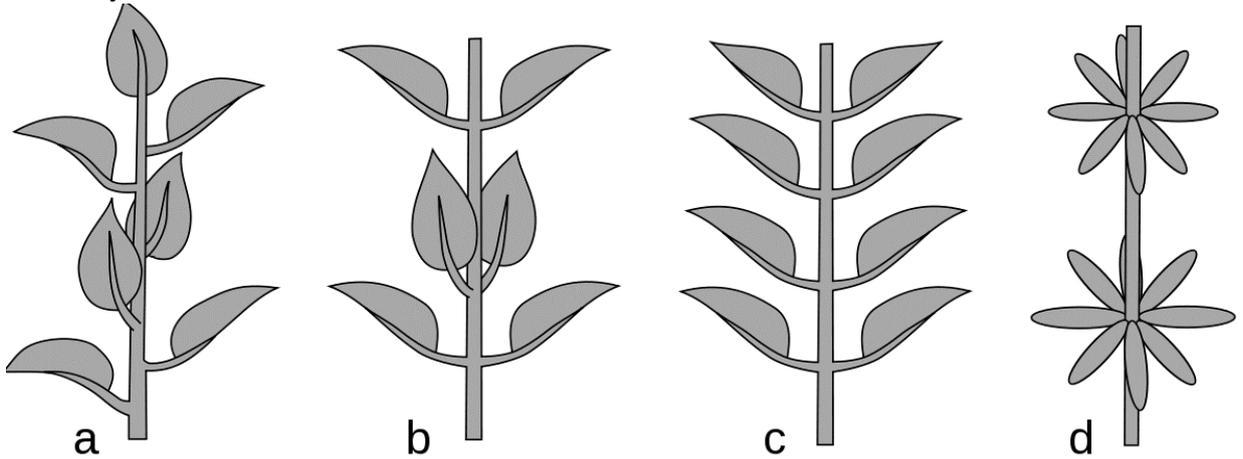
Falcada

### Actividad 1

- De los ejemplares botánicos observe las diferentes formas de hojas: acicular, linear, lanceolada, lobulada, flabeladas y escamosa.

### 2.- Filotaxia

Se refiere a la disposición de las hojas en la ramilla y pueden ser: **alterna** las hojas se encuentran aisladas en diferentes nudos; **opuesta** se encuentran una opuesta a la otra en el mismo nudo; **espiralada** cuando se encuentran dispuesta en forma helicoidal; y **verticiladas** si 3 o más hojas salen de un mismo nudo.



a) alternada

b) opuestas (decuradas)

c) dísticas

d) verticilidas.

### Actividad 2

- De cada uno de los ejemplares identifica el tipo de filotaxia.

### 3.- Sexualidad

Entre las gimnospermas es común encontrar individuos monoicos, es decir que en el mismo individuo se producen tanto las estructuras femeninas como las masculinas. Sin embargo, también se presentan especies dioicas, en las cuales algunas son plantas femeninas y otras son masculinas, dentro de la misma especie.

### Actividad 3

- De cada uno de los ejemplares identifica el tipo de sexualidad que presentan, con apoyo de la literatura que se te proporcione.

### 4.- Persistencia de la hoja

Las hojas tienen diferente tiempo de permanencia en la ramilla. Si se desprende en el primer año son **caedizas**, si se conserva hasta 3 años es **semipersistente** y más de 3 años es **persistente**.

### Actividad 4

- Diferencia del material herborizado una hoja caediza de una hoja persistente.

### 5.- Estróbilos

Se refiere a las estructuras de reproducción masculina y femenina, antes de la polinización y fecundación, se diferencian por: los del sexo **masculino** son portadoras del polen dentro de los

**sacos polínicos** o **microesporangios** y los **femeninos** son portadores de los óvulos, que al ser fecundados se transforman en las semillas.

### 5.1 Conos

Para fines de taxonomía son utilizados las estructuras femeninas maduras o conos.

El **color** es una característica importante, hay conos que pueden tener colores amarillentos, ocres, oscuros, cafés, castaños, y sus combinaciones que son útiles en la identificación.

La **forma**, varía también en las diferentes especies: **cilíndrica**, cuando el diámetro es semejante en todo el cono; **ovoide** en forma de huevo; **oblonga**, más largo que ancho, tendiente a la forma cilíndrica; **cónica** si es de esta forma; y **globosa** si es casi redondo.



Cilíndrico



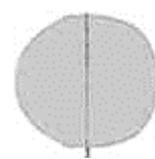
Ovoide



Oblongo



Cónica



Globoso

La **consistencia** puede ser **leñosa** si las escamas son lignificadas; **carnosa** de naturaleza suave; **fibrosa** si la textura del cono es como en *Juniperus*, “con numerosas fibras o filamentos”; **cartilaginosa** si es endurecida pero flexible, como el cartílago (*Pseudotsuga*, *Picea*, *Araucaria*) o **coriácea** con la consistencia de cuero (*Pseudotsuga*, *Picea*, *Araucaria*).

Dehiscencia se refiere a la liberación de la semilla mediante la apertura de escamas y se dice que es **dehiscente**. Cuando no ocurre en forma natural se dice que es **indehiscente**.

### 6. Semilla

La semilla es el producto de la fecundación del óvulo a través del polen y el posterior desarrollo del embrión. Esta puede ser **alada** cuando presenta una expansión llamada ala de consistencia papirácea, o bien si es **carnosa** cuando carece de ala. Arilo= cubierta carnosa con crecimiento a partir del funículo (esto es, lo que une al óvulo/semilla con la pared del óvulo) y que cubre total (*Cephalotaxus*, *Ginkgo*) o parcialmente (*Taxus*) o sólo sostiene al óvulo/semilla (*Podocarpus*) (Ver figura 11 de la Práctica 7).

#### Actividad 5

- En cada uno de los ejemplares que se te proporcionó, observa el color, forma, consistencia y dehiscencia del estróbilo o cono. En la semilla distingue si es alada o carnosa. Apóyate con la descripción de los géneros a tratar, con la literatura que se te proporciona.



## CUESTIONARIO

1. Describe el ciclo de vida heterospórico (realiza esquema).
2. Define ¿Qué es la filotaxia?
3. Define estróbilo y los tipos que existen.
4. ¿Qué formas de hoja se presentan en las gimnospermas? Da un ejemplo, de un género que presente, de cada una de ellas.
5. Define ¿qué es una especie monoica y qué una dioica? Anota en una lista tres géneros que son monoicos y tres dioicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cronquist, A. 1987. *Introducción a la Botánica*. Compañía Continental S.A. México D. F. 193 pp.
- Font-Quer, 1953. *Diccionario de Botánica*. 4ª reimpresión. Labor. S.A. México D. F. 1244 pp.
- Foster, A. S. and E.M Gifford. Jr. 1974. *Comparative morphology of vascular plants*. W. F. Freeman and Co. San Francisco. 751 pp.
- Gernandt, D.S. y J.A. Pérez-de la Rosa. 2014. Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Supl. 85: 126-133
- Scagel, R. F., G. E. Rouse; J.R. Bandoni; W. B. Schoield; T.M.C. Taylor. 1995. *El reino vegetal*. 3ª edición. Omega. Barcelona.

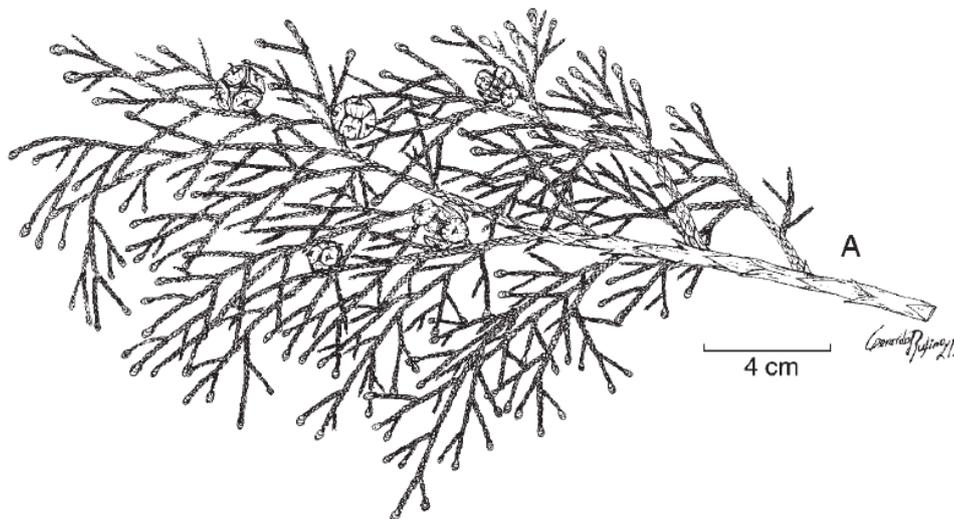




## PRÁCTICA Nº. 6

---

# IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE PINOPHYTA (excepto *Pinus*)



*Callitropsis lusitanica* (Mill.) D.P. Little (sin. *Cupressus lusitanica* Mill.).  
Tomado de: Zamudio y Carranza (1994).



## I. INTRODUCCIÓN

Las especies incluidas en esta división, comprende árboles más o menos resinosos de hojas aciculares, lineares o escamosa, las estructuras masculinas están constituidas por estróbilos formados por escamas que llevan los sacos del polen. Los femeninos tienen escamas que cubren dos o más óvulos. Los estróbilos femeninos fecundados y maduros, son globosos o alargados, cuyas escamas poseen las semillas las cuales pueden ser aladas o no.

## II. OBJETIVO

- Que el alumno adquiera las herramientas metodológicas y prácticas para la identificación de los representantes de esta división.

## III. MATERIAL

- Lupa estereoscópica, agujas de disección y pinzas.
- Claves para la determinación de especies.

### Material biológico

- Ejemplares de *Abies*, *Pseudotsuga*, *Taxodium*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Araucaria*, *Podocarpus*, *Taxus*, *Ginkgo*, *Ephedra*.

## IV. DESARROLLO

La clasificación se basa principalmente, en las características de las hojas, de los conos, y de las semillas.

Con el uso de las claves, determina cada uno de los ejemplares que se te proporcionan y posteriormente clasificalos, de acuerdo con el cuadro adjunto.

## CUESTIONARIO

1. Diga ¿cuál es el área de distribución de las especies del género *Taxodium* y qué otros géneros se encuentran dentro de la familia *Taxodiaceae*? Señalando donde se presentan.
2. Diga ¿cuáles son los géneros de la familia *Cupressaceae* que se encuentran en Norteamérica y enfatice cuales tienen representantes en México?
3. ¿Cuáles son los géneros de la familia *Araucariaceae* y donde se distribuyen?
4. Investiga cuáles de los géneros revisados en la práctica le son conocidos por estar presentes en su lugar de origen e incluye los nombres comunes de tu localidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Carranza González, E. 1992. Familia *Taxodiaceae*. Fascículo 4. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología/CONACYT/UMSNH. Pátzcuaro, Mich. México. 7 pp.
- Christenhusz, M. J.M., J.L. Reveal, A. Farjon, M.F. Gardner, R.R. Mill y M.W. Chase. 2011. A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. *Phytotaxa* 19: 55–70
- Cronquist, A. 1987. Introducción a la Botánica. Compañía Continental. S.A. México D. F. 193 pp.
- Martínez, M. 1948. Los Pinos Mexicanos. Segunda edición. Ediciones Botas. México D. F. 362 pp.
- Zamudio, S. y E. Carranza. 1994. *Cupressaceae*. Fascículo 29. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología A.C., Centro regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México



Sistema de clasificación de gimnospermas de Christenhusz *et al.* (2011)<sup>1</sup>

CLASE	SUBCLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO
EQUISETOPSIDA	Cycadidae	Cycadales	Cycadaceae (1 genus, ca 107 species)	<i>Cycas</i>
			Zamiaceae (9 genera, ca 206 species)	<b><i>Dioon</i>, <i>Bowenia</i>, <i>Macrozamia</i>, <i>Lepidozamia</i>, <i>Encephalartos</i>, <i>Stangeria</i>, <i>Ceratozamia</i>, <i>Microcycas</i> y <i>Zamia</i></b>
	Ginkgoidae	Ginkgoales	Ginkgoaceae (1 genus, 1 extant species)	<i>Ginkgo</i>
	Gnetidae	Welwitschiales	Welwitschiaceae (1 genus, 1 species)	<i>Welwitschia</i>
		Gnetales	Gnetaceae (1 genus, 30 species)	<i>Gnetum</i>
		Ephedrales	Ephedraceae (1 genus, ca 40 species)	<b><i>Ephedra</i></b>
	Pinidae	Pinales	Pinaceae (11 genera, ca 225 species)	<b><i>Cedrus</i>, <i>Pinus</i>, <i>Cathaya</i>, <i>Picea</i>, <i>Pseudotsuga</i>, <i>Larix</i>, <i>Pseudolarix</i>, <i>Tsuga</i>, <i>Nothotsuga</i>, <i>Keeteleria</i> y <i>Abies</i></b>
		Cupressales	Sciadopityaceae (1 genus with a single species)	<i>Sciadopitys</i>
			Cupressaceae (29 genera, ca 130 species)	<b><i>Cunninghamia</i>, <i>Taiwania</i>, <i>Athrotaxis</i>, <i>Metasequoia</i>, <i>Sequoia</i>, <i>Sequoiadendron</i>, <i>Cryptomeria</i>, <i>Glyptostrobus</i>,</b>

<sup>1</sup> En negritas, los géneros nativos de México.



			<i>Taxodium</i> <sup>2</sup> , <i>Papuacedrus</i> , <i>Austrocedrus</i> , <i>Libocedrus</i> , <i>Pilgerodendron</i> , <i>Widdringtonia</i> , <i>Diselma</i> , <i>Callitris</i> , <i>Actinostrobus</i> , <i>Neocallitropsis</i> , <i>Thujopsis</i> , <i>Thuja</i> , <i>Fokienia</i> , <i>Chamaecyparis</i> , <i>Cupressus</i> (= <i>Callitropsis</i> <sup>3</sup> ), <i>Juniperus</i> , <i>Calocedrus</i> , <i>Tetraclinis</i> , <i>Platyclusus</i> , <i>Microbiota</i>
			Taxaceae (6 genera, 28 species) <i>Austrotaxus</i> , <i>Pseudotaxus</i> , <i>Taxus</i> , <i>Cephalotaxus</i> , <i>Amentotaxus</i> , <i>Torreya</i> <i>Cephalotaxus</i>
		Araucariales	Araucariaceae (3 genera, 41 species) <i>Araucaria</i> , <i>Wollemia</i> y <i>Agathis</i>
			Podocarpaceae (19 genera, ca 180 species) <i>Phyllocladus</i> , <i>Lepidothamnus</i> , <i>Prumnopitys</i> , <i>Sundacarpus</i> , <i>Halocarpus</i> , <i>Parasitaxus</i> , <i>Lagarostrobus</i> , <i>Manoao</i> , <i>Saxegothaea</i> , <i>Mycrocachris</i> , <i>Pherosphaera</i> , <i>Acmopyle</i> , <i>Dacrycarpus</i> , <i>Dacrydium</i> , <i>Falcatifolium</i> , <i>Retrophyllum</i> , <i>Nageia</i> , <i>Afrocarpus</i> y <i>Podocarpus</i>

<sup>2</sup> En el sistema de clasificación de Croquist (1981), es Taxodiaceae.

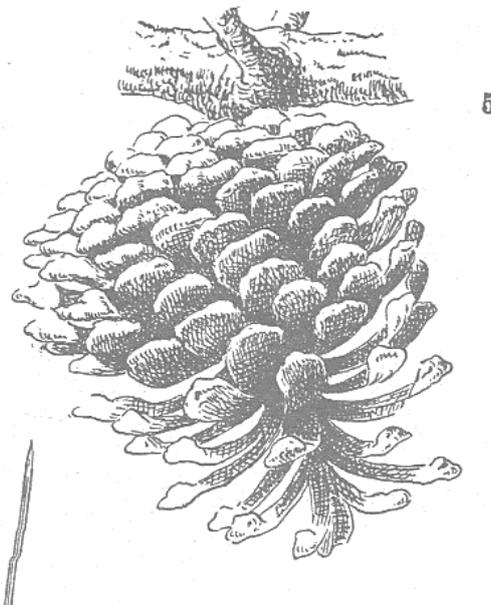
<sup>3</sup> Considerando la transferencia de los cipreses del nuevo mundo de *Cupressus* a *Callitropsis* por Little (2006), de acuerdo con Gernandt y Pérez-de la Rosa (2014).



## PRÁCTICA N.º. 7

---

# CARACTERÍSTICAS DE IMPORTANCIA PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL GÉNERO *Pinus*



*Pinus teocote* Schltldl. & Cham. Tomado de Shaw (1978)-

## I. INTRODUCCIÓN

Los pinos son árboles siempre verdes, más o menos resinosos, con hojas aciculares (en forma de aguja), en número de 1 a 8, protegidas en la base por una vaina cuando son jóvenes y caediza o persistente cuando son adultas. Las estructuras reproductoras masculinas son los estróbilos y los femeninos después de la fecundación constituyen los conillos y los conos en la madurez, los cuales son leñosos con escamas que contienen semillas.

## II. OBJETIVO

- Que el alumno conozca las características morfológicas de importancia para la identificación del género *Pinus*.

## III. MATERIAL

- Lupa estereoscópica, agujas de disección y pinzas.
- Literatura proporcionada.

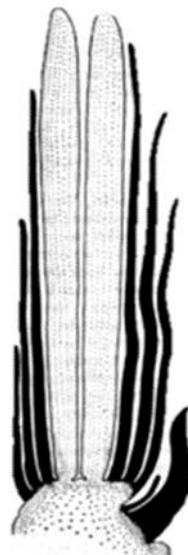
### Material biológico

- Ejemplares herborizados del género *Pinus*

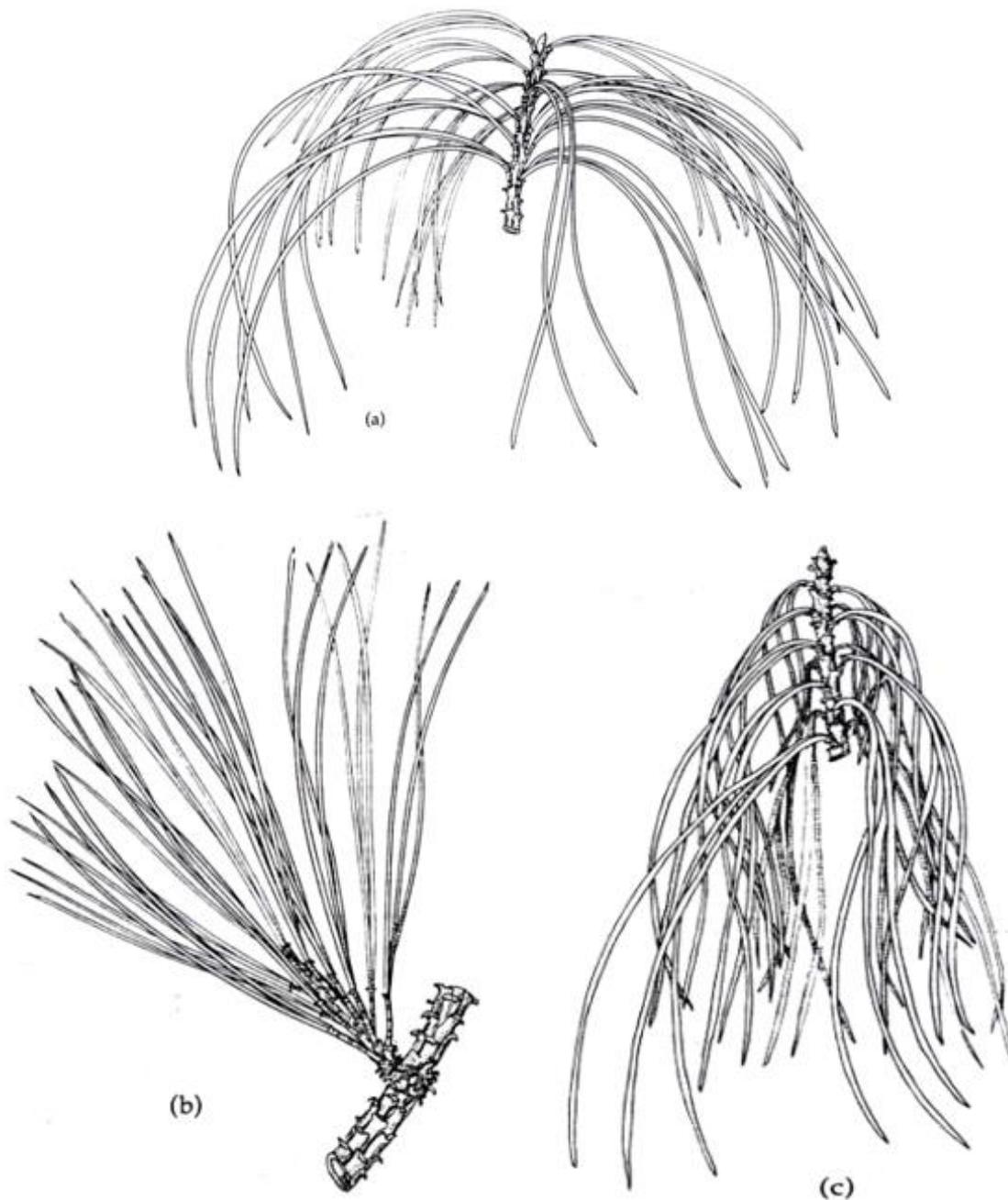
## IV. DESARROLLO

### 1.- Hojas

Las hojas son **aciculares**, es decir, en forma de aguja, largas, más o menos delgadas y agudas en el ápice, están reunidas en grupos llamados **fascículos** (Figura 1), por medio de brácteas que constituyen la vaina. Las ramillas pueden ser **erectas** o **colgantes** (Figura 2) y esta característica debe observarse en campo, en el momento de la colecta.



**Figura 1.** Fascículo joven de agujas de pino. Las hojas modificadas que forman la vaina del fascículo se muestran en negro.

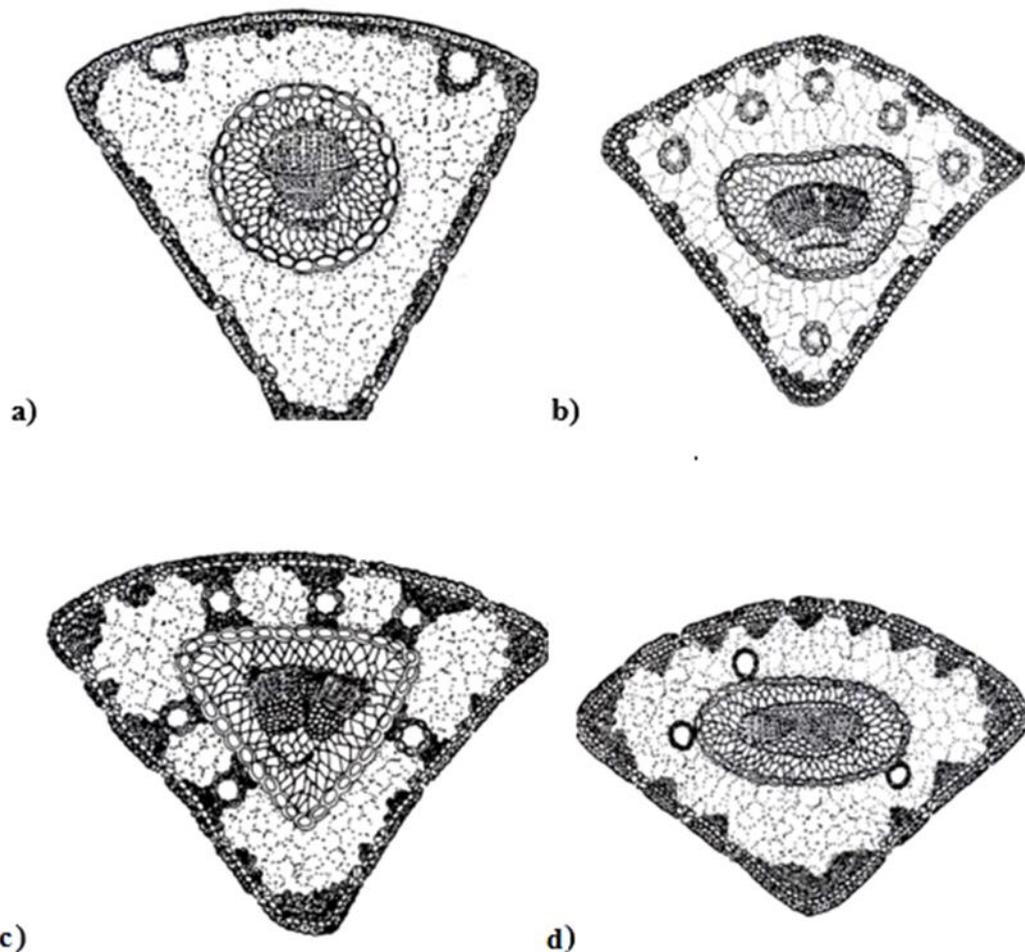


**Figura 2. Hojas aciculares de pino, en fascículos o grupos rodeados por vainas. En los esquemas, (a) las hojas caídas, encorvadas o con apariencia de marchitas; (b) las hojas erectas sobre la ramillas y, (c) hojas colgantes o suspendidas**

El número de hojas por fascículo varía según la especie y en parte según las condiciones del medio, siendo de 3 y 5 las cifras más comunes en pocos casos se observan 4, 6, 7 y aún 8. Su longitud varía de 2.5 a 40 cm. Las hay también solitarias y por pares, en algunos otros se

presentan en grupos de 3 a 5 en el mismo árbol y aún en la misma ramilla, lo cual es considerado una heteromonía normal.

En el interior de las hojas se pueden distinguir los canales resiníferos, los cuales pueden variar de acuerdo a su posición: **internos**, **medios**, **medios con septos** y **externos** (Figura 27) y en corte transversal, puede distinguirse que las células de las endodermis presentes diferencias en el grosor de sus paredes (Figura 3).



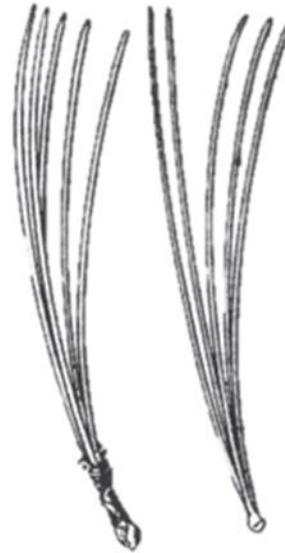
**Figura 3.** Corte transversal de hojas de *Pinus* mostrando la estructura interna y posición de los canales resiníferos: **a)** externos; **b)** medios; **c)** medios con septos; **d)** internos

### 1.1. Vaina

Consiste en un grupo de escamas en la base de los fascículos, que están más o menos unidas o sobrepuestas (Figuras 4 y 5). En algunos pinos las vainas son **persistentes**, es decir, acompañan a las hojas de manera permanente, mientras que otras se desprenden de manera natural al madurar las hojas, llamándose entonces vainas **caedizas**.



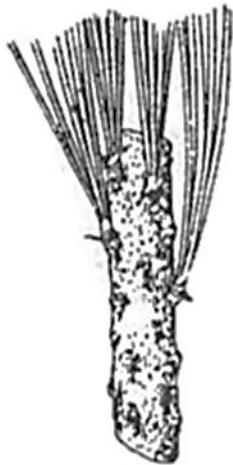
**Figura 4.** Forma y colocación de las escama en la vaina en la base del fascículo.



**Figura 5.** Fascículos de hoja: vaina (a la izquierda) y sin vaina (a la derecha).

### 1.2. Brácteas

Son estructuras en forma de escama pequeña, que se encuentran colocadas en las ramillas. Las brácteas pueden tener una **base decurrente**, es decir que abrazan o se extienden en la ramilla, o **no decurrente**, que no tiende a rodear a la ramilla (Figura 6).



No decurrentes



Decurrente

**Figura 6.** Brácteas de la ramilla.

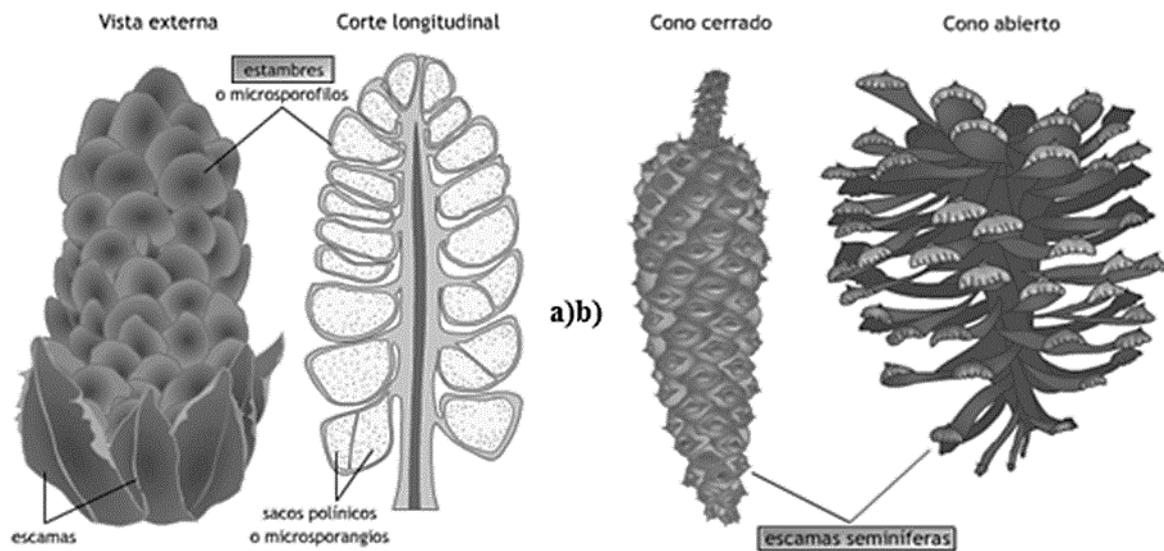
#### Actividad 1

- De cada uno de los ejemplares que se te proporcionan, observa la hojas, anota si presentan vaina o carecen de ella, cuenta el número de hojas por fascículo, anota el tipo de brácteas (si son **decurrentes** o **no decurrentes**).

## 2.- Estructuras reproductoras

Los pinos son plantas monoicas, es decir, producen estróbilos masculinos y femeninos en un mismo árbol. No tiene cáliz ni corola, sino únicamente los órganos esenciales, o sea el androceo y el gineceo. Los masculinos se presentan en estróbilos formados por escamas membranosas, en las cuales hay dos sacos que contienen el polen (sacos poliníferos), en la parte externa o abaxial.

Los estróbilos femeninos son subterminales, pedunculados o sésiles, solitarios o agrupados, con escamas o esporófilas más gruesas terminadas comúnmente en espina y con dos óvulos en la parte interna (adaxial) de la base (Figura 7).



**Figura 7.** Estructuras reproductoras: **a)** Cono masculino; son amentiformes, pequeños, de 2-3 cm. Están formados por microsporofilos que se disponen en espiral alrededor del eje, portando dos sacos polínicos cada uno. **b)** Cono femenino, son leñosos, de colores diversos y persisten en la planta, al abrirse las escamas leñosas liberan las semillas.

### 2.1 Conos

Se les llama comúnmente piñas o con otros nombres y tienen diferentes formas: **ovoide**: es más ancho en su base y más angosto en su ápice; **oblongo**: el cono es más largo que ancho, tendiente a la forma cilíndrica; **globoso**: en forma más o menos redondeada; **cónico**: cuando es claramente ancho en la base y agudo en el ápice o también se puede presentar combinación de formas.

Por su posición puede ser: **erguido**; cuando se encuentra perpendicular a la ramilla; **encurvado** se encuentra dirigido hacia la base de la ramilla; y **reflejado** cuando está colocado en forma paralela a la ramilla.

### 2.2 Pedúnculo

Es la estructura que sostiene los conos y pueden ser **largo** (Figura 8b), **corto** o **casi nulo**, o **nulo** (Figura 8c) y en este último caso el cono se denomina, sésil.

### 2.3. Dehiscencia

Los conos pueden ser **dehiscentes** (Figura 8c), es decir que abren en la madurez para liberar la semilla o pueden ser **indehiscentes** cuando no abren y los **conos serotinos**, los cuales abren poco a poco en la madurez (Figura 8b).

### 2.4. Simetría

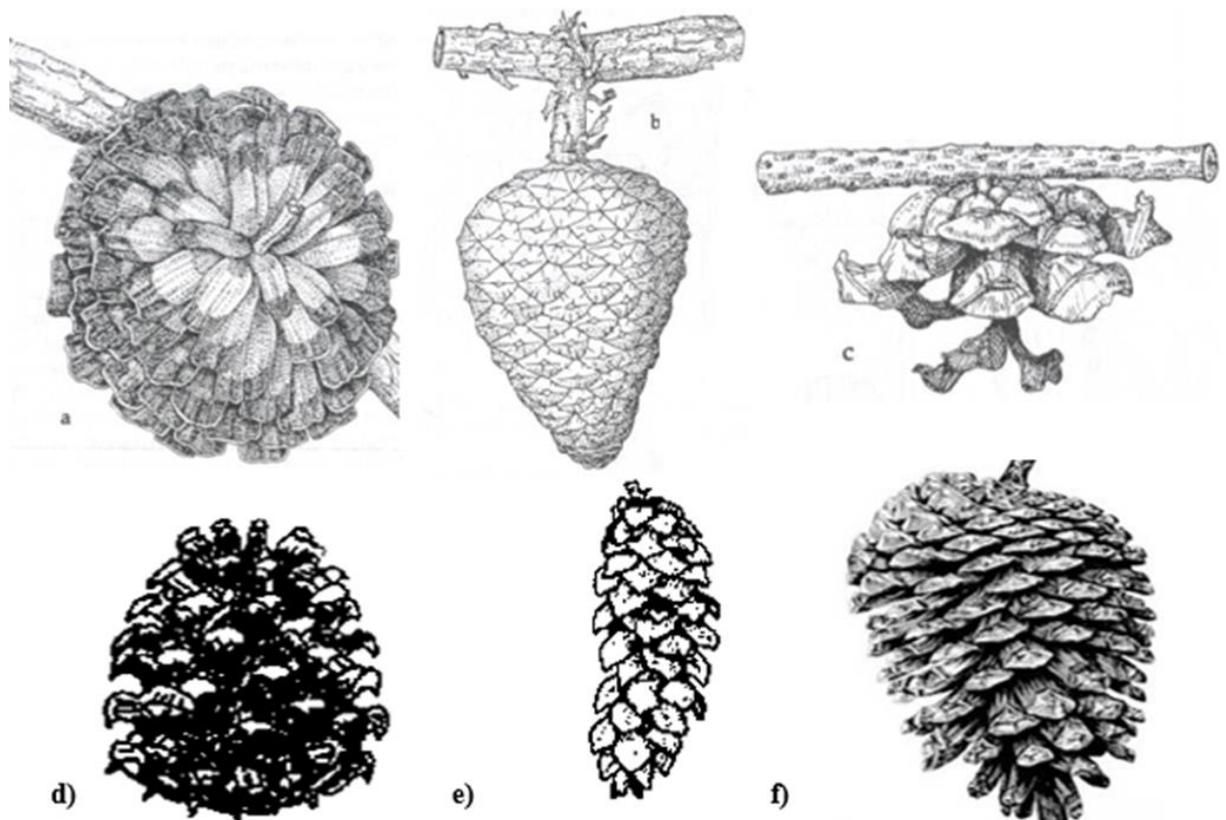
Un cono es **simétrico** cuando las escamas son del mismo tamaño y se encuentran distribuidas en forma regular sobre el eje (Figura 8d) y **asimétrico** cuando las escamas son diferentes en tamaño y el eje se encuentra a un lado o excéntrico a la base (Figura 8e y 8f).

### 2.5 Color

El color de los conos puede ser: moreno, amarillento, ocre, rojizo, castaño y sus combinaciones; y pueden ser opacos o lustrosos.

### 2.6. Persistencia

Los conos pueden ser: **tenazmente persistentes** (Figura 8b), cuando permanecen en la rama hasta que esta se seca, otros son **persistentes** cuando caen algún tiempo después de la dehiscencia en el mismo año o algo más tarde; o bien, son **pronto caedizos** caen inmediatamente o poco tiempo después de la dehiscencia (Figuras 8c).



**Figura 8** **a)** Cono de *Pinus oocarpa*, con escamas ampliamente abiertas en forma de roseta; **b)** *P. oocarpa*, las escamas están fuertemente cerradas, frecuentemente por años; el pedúnculo corpulento, largo, fuerte y muy tenaz (tenazmente persistente); **c)** Cono del pino piñonero *Pinus cembroides*, fácilmente deciduo, sésil, el pedúnculo muy pequeño, casi no visible, las escamas pronto se desintegran después de que el cono cae. **d)** Cono simétrico; **e)** Dos especies con cono asimétrico.

### Actividad 2

- En cada uno de los ejemplares que se te proporcionan, observa en los conos: la forma, posición, tipo de pedúnculo, si son dehiscentes o no, la simetría, color y persistencia. Apoyándote con la literatura que se te proporcione.

### 3. Escamas

Una escama madura presenta las siguientes partes: **base** o **lugar de la inserción**; el **cuerpo** o **limbo**; **bordes**; **umbo** con sus partes conocidas como **ápice**, **apófisis**, **cúspide**, y **espina** (Figura 9).

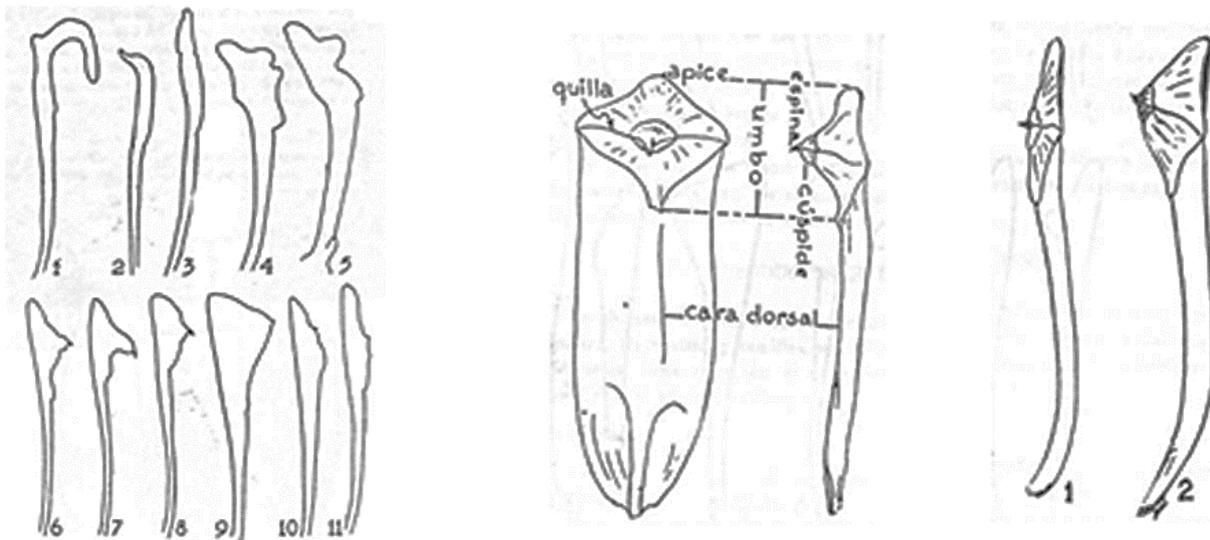


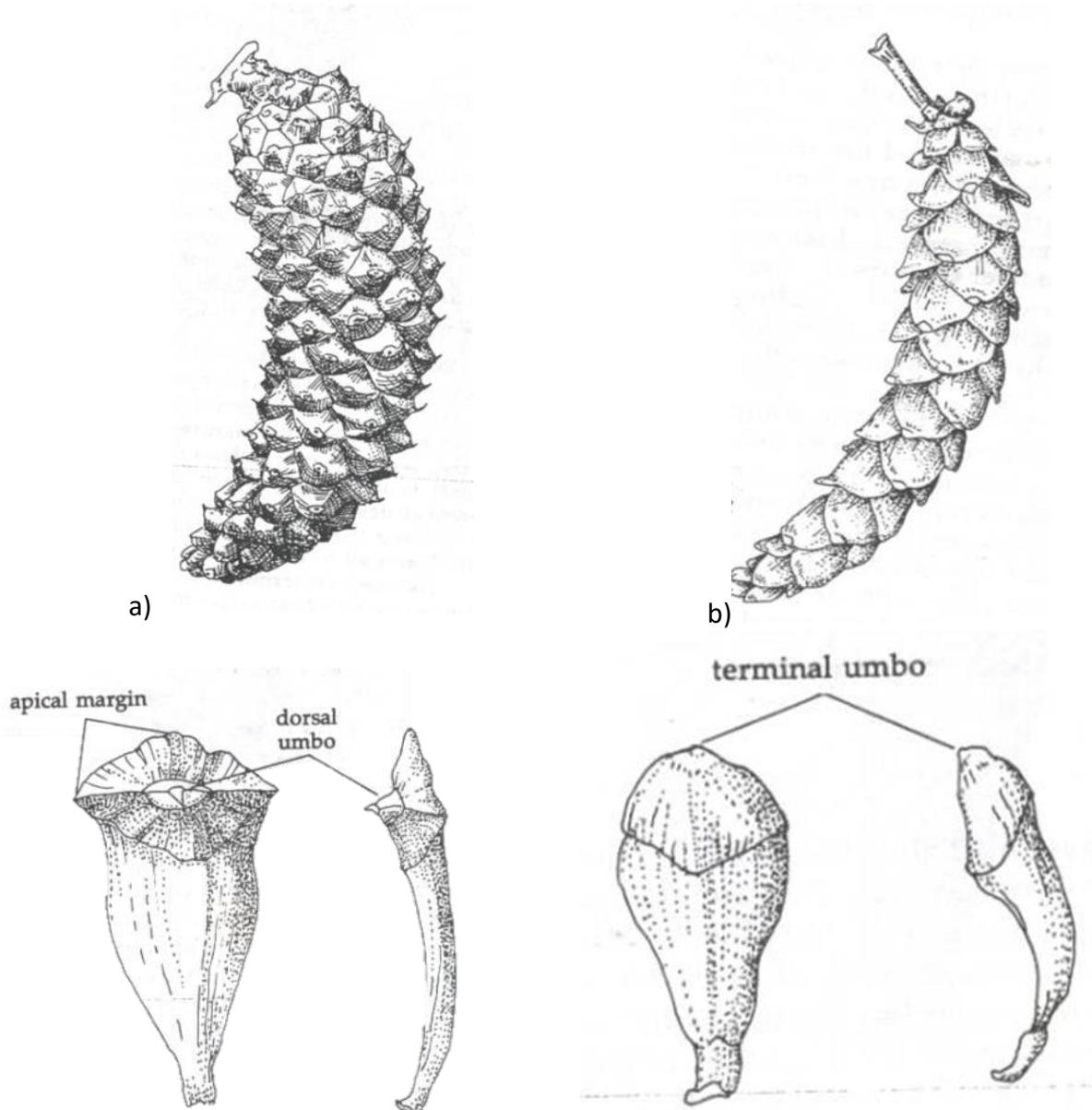
Figura 9. Partes de una escama con umbo dorsal.

El **umbo** es la parte expuesta de sus escamas cuando el cono está cerrado y puede ser **regular** o **irregular**, **terminal** o **dorsal** (Figuras 10a y c). Es **terminal** cuando ocupa el ápice de las escamas y **dorsal** cuando está colocado en la parte terminal externa de la escama (Figuras 10b y d).

En el **umbo terminal**, la extremidad puede ser corta o convexa o bien laminar y más o menos prolongada, reflejada o enroscada.

En el **umbo dorsal** se desarrolla una protuberancia o apófisis que puede ser **subpiramidal**; **cónica gruesa** o **delgada**; **aplanada** o **más o menos saliente**. En esta protuberancia se nota una **quilla** o costilla transversal más o menos levantada; en otros ocasiones se nota también otra costilla perpendicular que hace que la protuberancia sea **piramidal**, si desaparecen ambas quillas adquiere la forma **cónica**.

En el centro de la **apófisis** se localiza la **cúspide** que es más pequeña y de color oscuro, más o menos saliente, a veces hundida y que remata en una **espina** persistente o caediza. La cúspide se prolonga en ocasiones hasta 25 mm, más o menos encorvada (Figura 9).



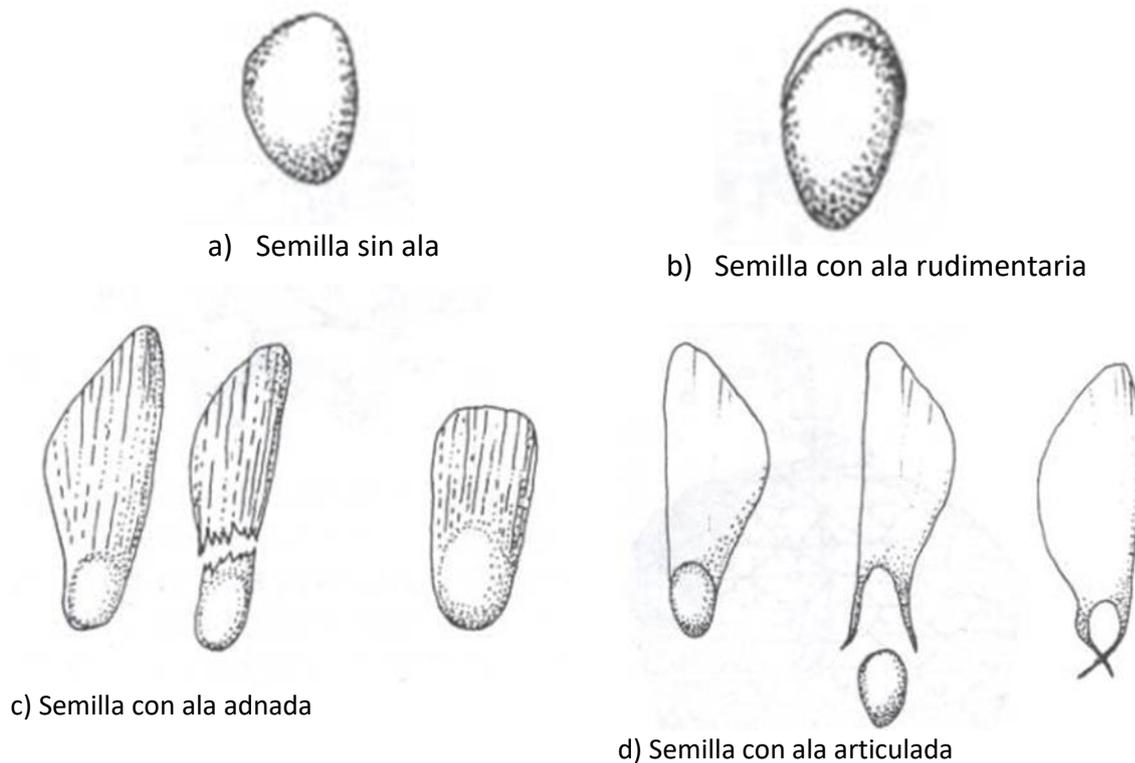
**Figura 10.** Escamas: **a)** Pino duro (Diploxylon), **b)** Pino suave (Haploxylon)  
**c)** Escama con umbo dorsal de un pino duro; **d)** Escama de pino suave con umbo terminal.

### Actividad 3

- Auxiliándote con la figura esquemática, identifica cada una de las partes de que consta una escama, en cada uno de los ejemplares que te proporcionan.

### 4. Semilla

La semilla tiene testa dura, generalmente morena o negruzca, oval o vagamente triangular, que en ocasiones lleva una expansión más o menos desarrollada llamada **ala** (Figura 11); por lo común se encuentran dos semillas por escama.



**Figura 11.** Tipos de semillas en *Pinus*.

#### 4.1 Ala

El **ala** es una estructura de transporte, que impulsada por el viento disemina las semillas llevándolas a considerables distancias. Está constituida por una lámina papirácea, en ocasiones está es completamente adherida a la semilla, al grado que no se puede separar sin destruirse, en cuyo caso se llama **adnada** (Figura 11c). En otras ocasiones lleva en la base dos ganchos formados por tejido higroscópico, que cuando el ambiente está húmedo, abrazan y sujetan la semilla y cuando está húmedo se abren y la sueltan, en tal caso se llama ala **articulada o libre** (Figura 11d). Algunos pinos **no presentan ala**, como es el caso de los llamados “pinos piñoneros” (Figura 11a).

#### Actividad 4

- En cada uno de los ejemplares identifica el tipo de semilla que presentan, con el apoyo de la literatura.

#### CUESTIONARIO

1. Describa las características de los estróbilos tanto masculinos como femeninos en el género *Pinus*. Realiza un esquema señalando todas sus partes.
2. ¿Cuántas especies de *Pinus* se encuentran registradas para el estado de Michoacán cuántas Se presentan en México y cuántas son endémicas al país?
3. Esquematice en su rama un cono erguido y otro reflejado.
4. Dibuje las siguientes formas de los estróbilos femeninos del género *Pinus*: Ovoide, oblongo, subcilíndrico, globoso y cónico.



5. De acuerdo con la posición del umbo en la escama del estróbilo femenino del género *Pinus*, ¿qué nombre se les da a cada una y que características tienen?
6. En el cono masculino que nombre reciben las estructuras portadoras de las células germinales.
7. ¿Qué diferencias hay entre los conos seróticos y no seróticos? Da dos ejemplos de especies de ambos tipos.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Christenhusz, M. J.M., J.L. Reveal, A. Farjon, M.F. Gardner, R.R. Mill y M.W. Chase. 2011. A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. *Phytotaxa* 19: 55–70
- Cronquist, A. 1987. *Introducción a la Botánica*. Compañía Continental.S.A. México D.F. 193 pp.
- Font-Quer, 1953. *Diccionario de Botánica*. 4ª reimpression. Labor. S.A. México D. F. 1244 pp.
- Gernandt, D.S. y J.A. Pérez-de la Rosa. 2014. Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Supl. 85: 126-133
- Martínez, M. 1948. *Los Pinos Mexicanos*. Segunda edición. Ediciones Botas. México D. F.
- Shaw, G. R. 1978. Los pinos de México. Comisión Forestal del estado de Michoacán. 29 pp.



Características de importancia para la identificación del género *Pinus* (continúa en la página siguiente)

	Conos o piñas						
	Forma	Posición	Pedúnculo	Dehiscencia	Simetría	Color	Persistencia
<i>Pinus</i>							
<i>P</i>							
<i>P</i>							
<i>P</i>							
<i>P</i>							
<i>P</i>							
<i>P.</i>							



Características de importancia para la identificación del género *Pinus* (continuación)

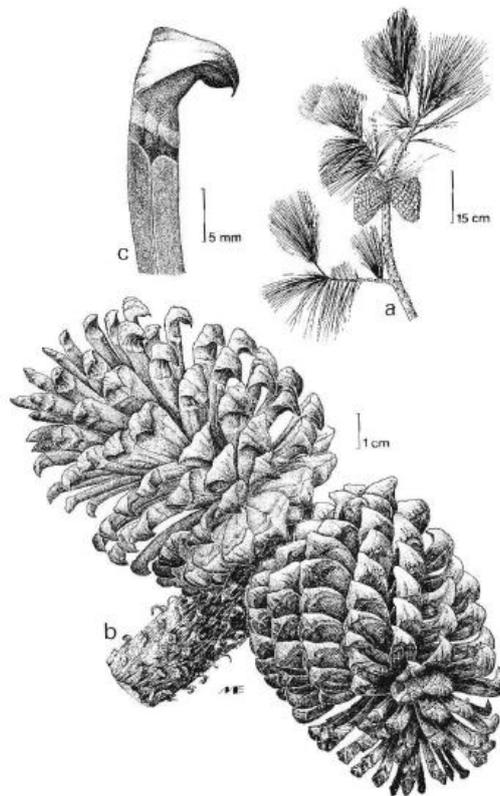
	Escamas de conos				Hojas			
	Umbo	Apófisis	Cúspide	Espina	# de hojas	Longitud	Vaina	Brácteas
<i>Pinus</i>								
<i>P</i>								
<i>P</i>								
<i>P</i>								
<i>P</i>								
<i>P</i>								
<i>P.</i>								



## PRÁCTICA N<sup>o</sup>. 8

---

### CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACION DEL GÉNERO *Pinus*



*Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana* (Mirov) S.G. Harrison.  
Tomado de: Narave y Taylor (1997).



## I. INTRODUCCIÓN

Los representantes de este género constituyen las especies dominantes en los bosques de Coníferas de México, los cuales tiene gran importancia económica en la producción de madera y de resina, que es fuente importante de donde se extraen diversos productos.

## II. OBJETIVO

- Que el alumno adquiera las herramientas metodológicas y prácticas para la determinación del género *Pinus*.

## III. MATERIAL

- Claves para la determinación taxonómica.

### Material biológico

- Diferentes ejemplares de especies de *Pinus*.

## IV. DESARROLLO

La clasificación de los pinos se basa principalmente en los caracteres de las hojas y de los conos, en la presencia de alas en las semillas y en la caducidad o persistencia de las vainas.

### Actividad 1

- En cada uno de los ejemplares que se le proporcionen, revisa cuidadosamente cada una de las estructuras que son de utilidad, para la determinación taxonómica, usa las claves y recuerda que son de tipo dicotómico.
- Una vez identificadas las especies, ubícalas de acuerdo al grado de clasificación que se te proporciona, de tal manera que se puedan reconocer las características *Haploxylon* y *Diploxylon*.

## CUESTIONARIO

1. ¿Qué característica morfológica es utilizada para distinguir entre las secciones Haploxylon y Diploxylon? Elabora un cuadro comparativo.
2. ¿Qué características morfológicas de los pinos se utilizan en las claves para ubicar las subsecciones y grupos.
3. Menciona dos características morfológicas para ubicar a un ejemplar en el grupo Cembroides.
4. Menciona una especie del género *Pinus*, que presenta como característica distintiva la presencia de cono serótino, ¿a qué subgrupo pertenece?.
5. ¿Qué diferencias encuentras entre *Pinus leiophylla* y *P. ayacahuite*?
6. *Pinus michoacana* presenta diversas variedades y formas ¿qué características las distinguen?
7. Escribe la cita bibliográfica de dos de las Principales claves utilizadas para la determinación del género *Pinus*. ¿A qué universidades pertenecen sus autores?, describe brevemente la trayectoria de académica de los autores
8. ¿Qué especies de pinos encontramos distribuidas en el Eje Neovolcánico y en la Sierra de Coalcomán en el Estado de Michoacán?



## BIBLIOGRAFÍA

- Cronquist, A. 1987. *Introducción a la Botánica*. Compañía Continental. S.A. México D. F. 193 pp.
- Gernandt, D.S. y J.A. Pérez-de la Rosa. 2014. Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Supl. 85: 126-133
- Martínez, M. 1948. *Los Pinos Mexicanos*. Segunda edición. Ediciones Botas. México D. F. 362 pp.
- Narave F., H. y Taylor K. 1997. Pinaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 48. 26 pp.
- Shaw, G. R. 1978. Los pinos de México. Comisión Forestal del estado de Michoacán. 29 pp.



## CLASIFICACIÓN DE LOS PINOS MEXICANOS

(De acuerdo con Martínez, 1948)

### 1. Sección: HAPLOXILON

#### Subsección Paracembra

##### Grupo: Cembroides

1. *Pinus cembroides*
2. *Pinus cembroides* var. *edulis*
3. *Pinus cuadrifolia*
4. *Pinus monophylla*
5. *Pinus pinceana*
6. *Pinus culminicola*
7. *Pinus maximartinezii*
8. *Pinus nelsoni*
9. *Pinus juarezensis*

#### Subsección Cembra

##### Grupo: Ayacahuite

1. *Pinus flexilis*
2. *Pinus reflexa*
3. *Pinus ayacahuite brachyptera*
4. *Pinus ayacahuite veitchii*
5. *Pinus ayacahuite*
6. *Pinus lambertiana*
7. *Pinus strobus chiapensis*
8. *Pinus rzedowskii*

### 2. Sección: DIPLOXILON

#### Grupo: Leiophylla

1. *Pinus leiophylla*
2. *Pinus chihuahuana*
3. *Pinus humholzii*

#### Grupo: Teocote

1. *Pinus teocote*
  - a) *Pinus teocote* f. *macrocarpa*
  - b) *Pinus teocote* f. *quinquefoliata*
2. *Pinus herrerae*
3. *Pinus lawsoni*

#### Grupo: Pseudostrobus

1. *Pinus tenuifolia*
2. *Pinus douglasiana*
3. *Pinus pseudostrobus*
  - a) *Pinus pseudostrobus coatepecensis*
  - b) *Pinus pseudostrobus estevezii*
  - c) *Pinus pseudostrobus apulcensis*



- d) *Pinus pseudostrobus oaxacana*
- 4. *Pinus pseudostrobus* f. *protuberans*
- 5. *Pinus pseudostrobus* f. *megacarpa*

Grupo: **Montezumae**

Subgrupo: **Rudis**

- 1. *Pinus hartwegii*
- 2. *Pinus rudis*
- 3. *Pinus cooperi*
  - a) *Pinus cooperi ornelasi*

Subgrupo: **Montezumae**

- 1. *Pinus Montezumae*
  - a) *Pinus montezumae macrocarpa*
  - b) *Pinus montezumae lindleyi*

Subgrupo: **Michoacana**

- 1. *Pinus michoacana*
  - a) *Pinus michoacana* f. *tumida*
  - b) *Pinus michoacana* f. *procera*
  - c) *Pinus michoacana cornuta*
  - d) *Pinus michoacana cornuta* f. *nayaritana*
  - e) *Pinus michoacana quevedoi*

Grupo: **Ponderosa**

- 1. *Pinus ponderosa*
- 2. *Pinus reffreyi*
- 3. *Pinus engelmanni*
  - a) *Pinus engelmanni blancoi*
- 4. *Pinus arizonica*
  - a) *Pinus arizonica stormiae*
- 5. *Pinus duranguensis*
  - a) *Pinus duranguensis* f. *quinquefoliata*

Grupo: **Serotinos**

Subgrupo: **Oocarpa**

- 1. *Pinus oocarpa*
  - a) *Pinus oocarpa*
  - b) *Pinus oocarpa microphylla*
  - c) *Pinus oocarpa manzanoi*
  - d) *Pinus oocarpa ochoterenai*
  - e) *Pinus oocarpa trifoliata*

Subgrupo: **Patula**

- 1. *Pinus greeggi*
- 2. *Pinus pringlei*
- 3. *Pinus patula*
  - a) *Pinus patula longepedunculata*

Subgrupo: **Peninsularis**

- 1. *Pinus contorta latifolia*
- 2. *Pinus remorata*



3. *Pinus muricata*
4. *Pinus radiata*
5. *Pinus radiata binata*
6. *Pinus attenuata*

Grupo: **Coulteri**

1. *Pinus coulteri*



### Glosario para Pteridophytas (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2004)

**Acroscópico.** Orientado hacia el ápice del eje que lo sustenta, hacia el extremo superior de un miembro.

**Acrosticoide.** Condición en la que los esporangios cubren por completo en envés de la lámina.

**Adnado.** Unido al eje que lo sustenta. La fusión de partes no semejantes.

**Aeróforo.** Porción del tejido de areación en el peciolo y en el raquis, de bajo de la base de una pinna.

**Agudo.** Con márgenes formando un ángulo de 45° en el ápice.

**Ala.** Dilatación laminar a los lados de cualquiera de los ejes de una hoja.

**Anillo.** Hileras de células con las paredes internas y dos paredes laterales engrosadas presente en los helechos leptoesporangiados, causa por desecación, la apertura del esporangio y la liberación de esporas.

**Aovado.** El extremo más ancho por debajo de la parte media.

**Apiculado.** Termina en una punta gradual o abruptamente formada en el ápice de un órgano.

**Areola.** Espacio abierto formado por nervaduras que se unen.

**Arista.** Apéndice o parte setiforme, en forma de cerda sutil pero tiesa.

**Ascendente.** Levantándose, proyectándose de una manera algo oblicua o indirectamente hacia arriba.

**Asimétrico (ca).** Se dice de un órgano que no tiene un plano de simetría que lo divida en dos partes.

**Atenuado (a).** Adelgazado, estrechado. Presentando un estrechamiento o disminución gradual y lenta, aplicado a las bases o ápices de las partes.

**Aurícula.** Que semeja una orejita.

**Basifijo.** Adherido por su base.

**Basiscópico (ca).** Orientado hacia la base o parte interior.

**Bicoloro.** De dos colores.

**Bífido.** Dividido o hendido en dos partes.

**Bifurcado (da).** Ahorcadillo, hendido.

**Bipinnado (da).** Cuando la lámina foliar está dos veces pinnada.

**Caduco (ca).** Que cae pronto.

**Caedizo (za).** Que cae fácilmente.

**Cartáceo (a).** De consistencia de papel o pergamino.

**Caudado (a).** Que lleva un apéndice a manera de cola.

**Caulinar.** Que pertenece a un tallo o eje bien evidente.

**Ceráceo.** Con aspecto o consistencia de cera.

**Cerda.** Tricoma rígido. Seta.

**Cespitoso (a).** Amacollado, formando césped; creciendo en mechones; en pequeños manojos densos.

**Cilio.** Tricoma muy fino y largo derivado en el ápice o márgenes de una hoja. Tricomas que tienen una apariencia de pestañas.

**Clatrado (da).** De forma de celosía o enrejado.

**Claviforme.** Con forma de clavo, ensanchado gradualmente hacia el ápice.

**Comoso.** Con un haz o mechón de tricomas en el punto de inserción.

**Cordiforme.** De forma de corazón.

**Coriáceo (a).** De consistencia como de cuero.

**Corrugado (a).** Con la superficie arrugada o con pliegues irregulares.

**Cosmopolita.** Con distribución en todas o casi todas las regiones del mundo.

**Costa.** La nervadura o costilla media de una pinna.

**Cóstula.** La nervadura media de un segmento foliar.

**Crenado (a).** Someramente dentado, con dientes curvos u obtusos, ondeando.

**Crenulado (a).** Diminutivo de crenado.

**Cresta.** Prominencia aguda y baja, en una superficie.

**Crestado (da).** Con cresta.



**Cuadripinnado (da).** Hojas cuatro veces pinnadas.

**Cuneado.** En forma de cuña.

**Cuspidado (da).** Que termina en punta o cúspide.

**Decumbente.** Reclinado o postrado sobre el suelo, pero con el extremo distal ascendente.

**Decurrente.** Que se prolonga hacia abajo.

**Dentado (da).** Con dientes gruesos, agudos y extendidos de manera perpendicular al margen.

**Denticulado.** Que tiene dientecillos.

**Dicotomo.** Dividiéndose más o menos en pares.

**Diente.** Cada una de las divisiones agudas y poco profundas de los márgenes de las hojas.

**Dimorfo (fa).** Que tiene dos formas como las hojas de algunas pteridofitas.

**Distal.** Opuesto al punto que se toma como base u origen (lo contrario a proximal).

**Eláter o elaterio.** Célula higroscópica estéril; parte externa de una espora que interviene en el proceso de dispersión de las esporas.

**Elíptico (ca).** De contorno oval.

**Entero (a).** De margen continuo.

**Envés.** Cara inferior o dorsal de la hoja.

**Epífito.** Que crece sobre otras plantas, en troncos o ramas, pero no parásito.

**Epipétrico.** Vease rupícola.

**Equinado (a).** Con espinas.

**Eroso (a).** Irregularmente dentado o con apariencia de roído.

**Escabroso (sa).** Lleno de asperezas, de tricomas cortos y rígidos que se aprecian bien con el tacto.

**Escama.** Tricomas laminares.

**Esclerosado (da).** Duro o endurecido.

**Escudo.** Porción apical ensanchada del esporangióforo de *Equisetum*.

**Espora.** Célula capaz de formar el gametofito.

**Esporangios.** Estructuras multicelulares en donde son producidas las esporas.

**Esporangióforo.** En los estróbilos de *Equisetum*, estructura en forma de sombrilla bajo la cual están varios esporangios.

**Esporocarpo.** Órgano ovoide que encierra los soros en helechos acuáticos o semiacuáticos.

**Esporofilo (la).** Hoja que lleva esporangios, morfológicamente distinta o no de las hojas vegetativas.

**Estéril.** Carente de órganos sexuales funcionales.

**Estipe.** Pecíolo de un helecho.

**Estriado.** Provisto de líneas finas longitudinales; canales o surcos.

**Estróbilo.** Agrupación de esporangios acompañados por hojas que pueden o no estar modificadas.

**Eusporangio.** Esporangio formado por una pared pluricelular, carente de anillo que lleva varios cientos de esporas.

**Exina.** Pared de las esporas.

**Farina.** Exudado de aspecto ceroso, blanco amarillento o de otro color de ciertas glándulas especialmente en el envés de las hojas.

**Farinoso.** Como harinoso por el aspecto ceroso.

**Fasciculado (da).** Agrupado en forma de manojo.

**Fido (da).** Sufijo latino, utilizado para designar partido; dividido por el centro hasta la mitad.

**Filiforme.** De forma de hebra, largo y ancho.

**Filopodio.** En especies de hojas deciduas (articuladas), la porción del pecíolo que permanece unida al rizoma.

**Fimbriado (da).** Dividido en lacinias.

**Flabelado (da).** En forma de abanico.

**Flexuoso (sa).** Flexible; torsido; cuando el tallo es flexuoso, de forma más o menos zigzagueante.

**Foliolo.** Hojuela, segmento laminar articular de una hoja compuesta; hoja secundaria.

**Foveolado (da).** Punteado, con fosas o cavidades.

**Fronde.** Hoja de los helechos.



**Glabro (a).** Desprovisto de tricomas o escamas.

**Glándula.** Célula u órgano capaz de acumular o de expeler una secreción.

**Glaucó (a).** De color gris-azuloso.

**Gloquideo.** Apéndice acicular con púas retrorsas variables que se encuentran en la másula de las salviniales.

**Glutinoso (a).** Pegajoso o viscido.

**Granuloso (a).** Granular, cubierto con granos muy pequeños.

**Haz.** Cara adaxial o superior de las hojas.

**Hetero hetero.** Prefijo griego que significa distinto, diferente de otra cosa.

**Heterosporía.** Condición de las pteridofitas que producen megaesporas y microesporas.

**Hirsuto.** Cualquier órgano cubierto de tricomas rígidos y ásperos al tacto.

**Indumento.** Conjunto de tricomas, glándulas, farina, escamas, etc., que recubren la superficie de los diversos órganos de las plantas.

**Indusio.** Estructura que protege a los esporangios cuando éstos están agrupados en soros.

**Lacinia.** Cada una de las divisiones de un órgano laciniado.

**Laciniado.** Con incisiones paralelas, formando segmentos angostos de ápice agudo.

**Lámina.** La parte expandida de una hoja.

**Lanceolado (a).** Con forma de punta de lanza, más largo que ancho.

**Lanoso (a).** Con tricomas largos, suaves y entrecruzados que recuerdan la lana.

**Lígula.** Órgano o cuerpo en forma de lengüeta.

**Linear.** Largo y angosto, con los lados paralelos o casi paralelos.

**Megaespora.** Espora de mayor tamaño que al germinar da origen al gametofito femenino.

**Megasporangio.** Esporangio que contiene únicamente megaesporas.

**Megaesporofilo.** Hojas que acompañan a los megaesporangios.

**Microespora.** La de menor tamaño de las dos clases de esporas, la espora que produce el gametofito masculino.

**Microesporangio.** Cavidad o envoltura que contiene microesporas.

**Microesporofilo.** Hoja que porta los microesporangios.

**Monolete.** Espora bilateral que tiene una sola apertura.

**Mucrón.** Punta rígida, en ocasiones espiciforme o espolón, corto y agudo.

**Mucronado (da).** Terminado en un mucrón.

**Nerviación.** Conjunto y disposición de las nervaduras de una hoja.

**Nervadura.** Vena, cada uno de los hacecillos fibrovasculares cuyo arreglo se llama nerviación o venación.

**Ob lanceolado (da).** El inverso a lanceolado, como una hoja más ancha en el tercio distal que en el centro, disminuyendo hacia la base.

**Oblicuo (a).** Asimétrico, inclinado o desviado de la horizontalidad, como en la base de las hojas donde un lado de la lámina es más inferior que el otro.

**Oblongo (a).** Más largo que ancho y con los lados casi paralelos en la mayor parte de su extensión.

**Obovado (ga).** De forma ovada, pero con la parte ancha en el ápice en forma de huevo, con el ápice más ancho que la base. El inverso de ovado, la mitad terminal más ancha que la basal.

**Obtuso (a).** Redondeado en el ápice. Romo o redondeado.

**Orbicular.** Circular, redondo.

**Ovado (a).** De contorno de huevo. **Aovado,** el extremo más ancho por debajo de la parte media.

**Palmatífido (da).** Cordado hasta casi la mitad en forma de palma.

**Palustre.** Que vive en pantanos y cenegales.

**Papila.** Protuberancia pequeña en forma de ampolla.

**Papiráceo (a).** De la consistencia y delgadez del papel.



**Parafiso.** Cualquier tricoma generalmente engrosado en el ápice entremezclado con los esporangios.

**Partido (da).** Separado casi hasta la base.

**Peciolo.** Pedicelo de la hoja. Eje de la hoja que la une con el tallo o la base foliar.

**Peciólulo.** Diminutivo de peciolo, aplíquese al eje de los foliolos.

**Pectinado (da).** Pinnatífido con los segmentos angostos, a manera de los dientes de un peine.

**Pedichelado.** Que tiene pedicelo.

**Pedicelo.** El pie del esporangio.

**Pelo.** Apéndice superficial que consiste de una sola célula.

**Peltado (a).** Perteneciente a una hoja o algún otro órgano aplanado unido a su soporte por un punto de su superficie.

**Pinna.** División primaria o foliolo de una hoja pinnada.

**Pinnado (da).** Con la lámina foliar dividida en pinnas.

**Pinnatífido (a).** Hoja, pinna o segmento de otro orden con bordes hendidos sin llegar hasta el raquis, costa o cóstula.

**Pínula.** Segmento secundario de una lámina.

**Prolífico (da), prolífero (ra).** Con yemas o brotes capaces de formar una nueva planta.

**Protestela.** Tipo de estela que no presenta medula.

**Proximal.** Extremo de un órgano más cercano al punto de origen.

**Pruinoso (sa).** Revestimiento ceroso tenue de aspecto glauco o blanquecino.

**Puberulento (ta).** Pubérulo, diminutamente pubescente.

**Pubescente.** Que está cubierto por tricomas finos y suaves, como pelo de púber.

**Raquis.** Eje primario de una lámina pinnada o más dividida.

**Reflejo (ja), reflexo (xa).** Encorvado abruptamente hacia abajo o hacia atrás, de modo que las partes se dirigen hacia el eje sobre el que están insertadas.

**Reniforme.** En forma de riñón.

**Reticulado (da).** En forma de red.

**Retrorso (sa).** Dirigido hacia atrás.

**Revoluto (ta).** Enrollado o encorvado hacia el envés o hacia el exterior o hacia la cara inferior como una lámina foliar.

**Rizoide.** Estructura similar a una raíz por su función y apariencia general, pero no así por su anatomía.

**Rizoma.** Tallo por lo común horizontal subterráneo.

**Rómbico.** En forma de rombo.

**Rugoso (sa).** Arrugado. Normalmente cubierto con arrugas.

**Runpícola.** Que crece sobre rocas o piedras.

**Saxícola.** Planta que crece entre rocas.

**Segmento.** Una de las partes de un órgano, como una hoja, rizoma, dividido pero no verdaderamente compuesto.

**Septado (da).** Con septo, tabicado.

**Seriado (da).** Dispuesto en series.

**Seríceo (a).** Sedoso, con aspecto de seda, cubierto con tricomas adpresos, finos y suaves.

**Serrado (da).** Con dientes en el margen. Margen provisto de dientecillos a modo de una sierra.

**Serrulado (a).** Finamente serrado, con dientes diminutos.

**Sésil.** Que carece de pie o soporte.

**Seta.** Tricoma algo rígido y no muy corto, cerda.

**Setáceo (a).** Que tiene setas o cerdas.

**Simétrico.** Que presenta por lo menos un plano de simetría que permite dividir a un órgano o parte de él al menos en dos partes similares.

**Sinuado (a).** Que tiene senos, si se aplica a las hojas, generalmente con senos poco profundos.

**Sorífero (ra).** Que lleva soros.

**Soro.** Agregado de esporangios de forma característica, pueden ser soros alargados, esféricos, alo largo de la nervadura, etcétera.

**Sulcado (a).** Con surcos o estrías.

**Tornado (a).** En tríos, dispuestos de tres en tres.

**Tomentoso (a).** Densamente cubierto de tricomas algodonosos.



**Tricomos.** Se refiere en un sentido estricto a pelo.

**Trilete.** Esporas con tres fisuras en la exina.

**Trofóforo.** La parte vegetativa de la hoja como las de *Botrychium* y *Ophiglossum*.

**Vástago.** Brote o rama nueva que surge de una planta.

**Verrugoso (a).** Con prominencias como verrugas o pequeños nódulos en la superficie.

**Víscido (da).** Pegajoso o con viscosidad apreciable.

**Yema.** Bulbillo, estructura de propagación vegetativa.



## Glosario para Coníferas (Madrigal – Sánchez, 1982)

**Abayado (cono):** Parecido o similar a una baya.

**Aciculares(hojas):** Largas y delgadas, en forma de aguja, como en *Pinus*.

**Ala:** Lamina papirácea o apergaminada unida a la semilla de varias especies de coníferas.

**Apófisis:** Estructura principal del umbo, más o menos protuberante, rodea a la cúspide en la escama de *Pinus*.

**Arilo:** Apéndice del funículo (filamento que une al óvulo o semilla con la pared del ovario), que puede ser más o menos carnoso y cubre total o parcialmente a la semilla.

**Bráctea decurrente (base de la):** Cuando la base de la bráctea de las hojas, en las ramillas de *Pinus*, abraza o tiende a envolver a éstas.

**Bráctea no decurrente (base de la):** Cuando la base de la bráctea de las hojas, en las ramillas de *Pinus*, no tiende a rodear a éstas.

**Bráctea (de los conos):** Estructura laminar, que nace en la base de la escama y se prolonga hacia el ápice. Es notoria particularmente en *Abies*.

**Carinada (hoja):** Con la cara o superficie dorsal muy ancha y la arista interior muy baja. Se observa más claramente en un corte transversal.

**Conillo:** Estróbilo femenino poco desarrollado, cuando ya se ha efectuado la polinización.

**Cono:** Estróbilo femenino ya polinizado y fecundado, más o menos desarrollado

**Conos caedizos:** Que se desprenden de la ramilla tan pronto como maduran o poco tiempo después.

**Conos persistentes:** Grado de permanencia de los conos en las ramillas después de que han madurado.

**Cúspide:** Estructura más o menos abultada, situada en el centro del umbo cuando éste es de posición dorsal, o en

el extremo apical cuando se trata de umbo terminal. Sobre la cúspide se encuentra una espina más o menos persistente.

**Dehiscentes (conos):** las escamas se separan al madurar los conos, liberando así las semillas.

**Dientecillos:** Prolongaciones más o menos agudas de la epidermis en las hojas de muchas especies de *Pinus*.

**Dioico:** (a) Planta o especie en la que se presentan solamente inflorescencias masculinas o femeninas en el mismo individuo.

**Dísticas (hojas):** Disposición de las hojas en algunas especies de coníferas a uno y otro lado de la ramilla sobre un mismo plano.

**Drupáceo (a):** Fruto parecido a una drupa. Semilla carnosa de algunas gimnospermas como en *Podocarpus*.

**Emarginado (ápice):** Pequeña muesca o hendidura que se presenta en el extremo terminal de las *hojas* de *Abies*.

**Endodermo:** Estructura interna de la hoja formada por una capa de células, generalmente uniforme, que limita al cilindro central separándolo del clorénquima.

**Eroso-denticulado (borde de escama o bráctea):** de borde irregular con apariencia de haber sido roído y con pequeños dientecillos.

**Escama (del estróbilo):** Estructura laminar que cubre a los órganos masculinos (sacos poliníferos) o femeninos (óvulos) de las coníferas. Corresponde a una hoja carpelar y se llama también microsporofila cuando se refiere a los estróbilos masculinos y macrosporofila cuando se trata de los estróbilos femeninos, inclusive cuando ya están bien desarrollados (conos).



**Escamas caducas:** Las escamas del estróbilo (cono) de *Abies* y *Taxodium* que se desprenden al madurar.

**Escuamiformes (hojas):** Que tienen la forma o apariencia de escamas pequeñas, como en la familia *Cupressaceae*.

**Estróbilo femenino:** Inflorescencia que contiene los órganos femeninos de la flor en las gimnospermas, incluyendo a las coníferas.

**Estróbilo masculino:** Inflorescencia que contiene los órganos masculinos de la flor en las gimnospermas, incluyendo a las coníferas.

**Exerta (bráctea):** Estructura foliácea en las escamas del cono de *Abies* que sobresale de la misma por su mayor longitud.

**Falcada (hoja):** En forma de hoz o sable, es decir, curva y aplanada, angostándose hacia el extremo terminal.

**Fascículo:** Grupos de hojas en *Pinus* unidas por la vaina.

**Gálbula:** Estróbilo o cono más o menos pequeño y redondeado de algunas coníferas.

**Glaucas(hojas):** Color verde ceniciento o blanquizco que presenta en sus hojas algunas especies de coníferas.

**Haces fibrovasculares:** Estructuras de conducción que se encuentran en el cilindro central de las hojas de *Pinus* y otras coníferas, y que se utilizan como caracteres taxonómicos.

**Hipodermo:** Estructura interna de la hoja formado por una o más capas de células, que se encuentra inmediatamente por debajo de la epidermis.

**Inclusa(bráctea):** Estructura foliácea en las escamas del cono de *Abies*, que no sobresale de la misma por su menor longitud.

**Indehiscentes(cono):** cuyas escamas permanecen unidas aun cuando el cono haya llegado a la madurez.

**Laciniado (a):** Cortado en segmentos angostos y agudos que tienen la apariencia de presentar numerosas desgarraduras en sus bordes.

**Lineares (hojas):** Largas, angostas y aplanadas, de bordes paralelos o casi paralelos de algunas coníferas, como en *Abies*

**Macrosporofilas:** Escamas y hojas carpelares que cubren a los óvulos en los estróbilos femeninos.

**Microsporofilas:** Escamas pequeñas que cubren a los sacos poliníferos (que contienen los granos de polen) en los estróbilos masculinos.

**Monoico (a):** Planta o especie en la que se presentan simultáneamente inflorescencias masculinas e inflorescencias femeninas en un mismo individuo.

**Oblicuo (pedúnculo):** Posición sesgada o desviada con relación al eje central del cono, tendiendo a formar ángulo recto.

**Pedúnculo:** Estructura leñosa más o menos larga que sostiene al cono unido a la ramilla.

**Peltada (escama):** unida a un eje en la parte central interna, semejando un escudo.

**Quilla (de la escama):** Protuberancia transversal o perpendicular de la apófisis, en la forma de costilla.

**Reflejado (cono):** Escorvado o volteado abruptamente, colocado paralelamente a la ramilla y dirigido hacia la base o parte inferior de ésta.

**Serótino (o tardío):** Relativo a especies de *Pinus* y conos de las mismas, cuyas escamas se abren y liberan en diferentes periodos a las semillas maduras.

**Subdísticas (hojas):** Casi dísticas.

**Umbo:** Parte saliente y visible de la escama en su extremo superior, cuando el cono está cerrado.



**Verticilo:** Agrupación de tres o más estructuras y órganos similares, alrededor de un mismo punto.

**Vaina:** Envoltura o cubierta formada por varias brácteas, que rodea la base de los fascículos de las hojas de *Pinus*.