

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

ESCUELA DE CICLO BASICO



ANATOMIA VEGETAL

CLAUDIA BOTTI G.
ADELINA MANRIQUEZ L.

Colaboradores: Mila Arellano A.
Loreto Prat D.



32085

SANTIAGO - CHILE
1997

INDICE

CUIDADO Y USO DEL MICROSCOPIO	1
PARTES DEL MICROSCOPIO	
PREPARACION Y MONTAJE DE MUESTRAS PARA ESTUDIO	4
1. MERISTEMO	6
1.1 OBJETIVOS	6
1.2 CONCEPTOS IMPORTANTES	7
1.2.1 MERISTEMOS APICALES	8
1.2.2 MERISTEMOS LATERALES	10
1.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE MERISTEMOS	11
1.4 METODO	12
1.5 TRABAJO DE LABORATORIO	13
1.6 PREGUNTAS	16
2. EPIDERMIS	18
2.1 OBJETIVOS	18
2.2 CONCEPTOS IMPORTANTES	19
2.2.1 TRICOMAS	20
2.2.1.1 PELOS	20
2.2.1.2 ESCAMAS	21
2.2.1.3 COLECTORES	21
2.2.2 VESICULAS DE AGUA	21
2.2.3 PELOS RADICALES	21
2.2.4 ESTOMAS	22
2.2.5 CELULAS BULIFORMES	22
2.2.6 HIDATODOS	23
2.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE EPIDERMIS	23
2.4 METODO	24
2.5 TRABAJO DE LABORATORIO	25
2.6 PREGUNTAS	27
3. PARENQUIMA	28
3.1 OBJETIVOS	28
3.2 CONCEPTOS IMPORTANTES	28
3.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE PARENQUIMA	29
3.4 METODO	29
3.5 TRABAJO DE LABORATORIO	30
3.6 PREGUNTAS	32

4. COLENQUIMA	33
4.1 OBJETIVOS	33
4.2 CONCEPTOS IMPORTANTES	33
4.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE COLENQUIMA	34
4.4 METODO	34
4.5 TRABAJO DE LABORATORIO	35
4.6 PREGUNTAS	36
5. ESCLERENQUIMA	37
5.1 OBJETIVOS	37
5.2 CONCEPTOS IMPORTANTES	38
5.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE ESCLERENQUIMA	39
5.4 METODO	39
5.5 TRABAJO DE LABORATORIO	40
5.6 PREGUNTAS	42
6. TEJIDO CONDUCTOR	43
6.1 OBJETIVOS	43
6.2 CONCEPTOS IMPORTANTES	45
6.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE T. CONDUCTOR	48
6.4 METODO	48
6.5 TRABAJO DE LABORATORIO	49
6.6 PREGUNTAS	50
7. RAIZ	51
7.1 OBJETIVOS	51
7.2 CONCEPTOS IMPORTANTES	52
7.2.1 ESTRUCTURA PRIMARIA	52
7.2.1 ESTRUCTURA SECUNDARIA	54
7.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE LA RAIZ	55
7.4 METODO	55
7.5 TRABAJO DE LABORATORIO	56
7.6 PREGUNTAS	57
8. TALLO	58
8.1 OBJETIVOS	58
8.2 CONCEPTOS IMPORTANTES	58
8.2.1 TALLO DE DICOTILEDONEA	59
8.2.2 TALLO DE GIMNOSPERMA	63
8.2.3 TALLO DE MONOCOTILEDONEA	64
8.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DEL TALLO	64
8.4 METODO	64
8.5 TRABAJO DE LABORATORIO	65
8.6 PREGUNTAS	67

9. HOJA	68
9.1 OBJETIVOS	68
9.2 CONCEPTOS IMPORTANTES	69
9.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE LA HOJA	70
9.4 METODO	70
9.5 TRABAJO DE LABORATORIO	71
9.6 PREGUNTAS	73
10. FLOR	74
10.1 OBJETIVOS	74
10.2 CONCEPTOS IMPORTANTES	75
10.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE LA FLOR	76
10.4 METODO	76
10.5 TRABAJO DE LABORATORIO	77
10.6 PREGUNTAS	78
11. FRUTO Y SEMILLA	79
11.1 OBJETIVOS	79
11.2 CONCEPTOS IMPORTANTES	80
11.2.1 EL FRUTO	80
11.2.2 LA SEMILLA	81
11.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE FRUTOS Y SEMILLAS	82
11.4 METODO	82
11.5 TRABAJO DE LABORATORIO	83
11.6 PREGUNTAS	85
12. BIBLIOGRAFIA	86

INTRODUCCION

El desarrollo práctico de este curso, basado en el estudio histológico de las estructuras vegetales, requiere del conocimiento, manejo y cuidado del microscopio óptico, como también de la ejecución de técnicas histológicas sencillas para confeccionar las muestras de tejido vegetal que correspondan a cada unidad.

A continuación se entregan antecedentes necesarios al respecto, para realizar los trabajos de laboratorio descritos más adelante.

CUIDADO Y USO DEL MICROSCOPIO

El microscopio usado en el laboratorio es un instrumento de precisión costoso. Tiene mucho de común con una cámara fotográfica fina, y como ésta su mecanismo, su manejo y sus limitaciones deben aprenderse a fin de hacer utilización eficaz de él.

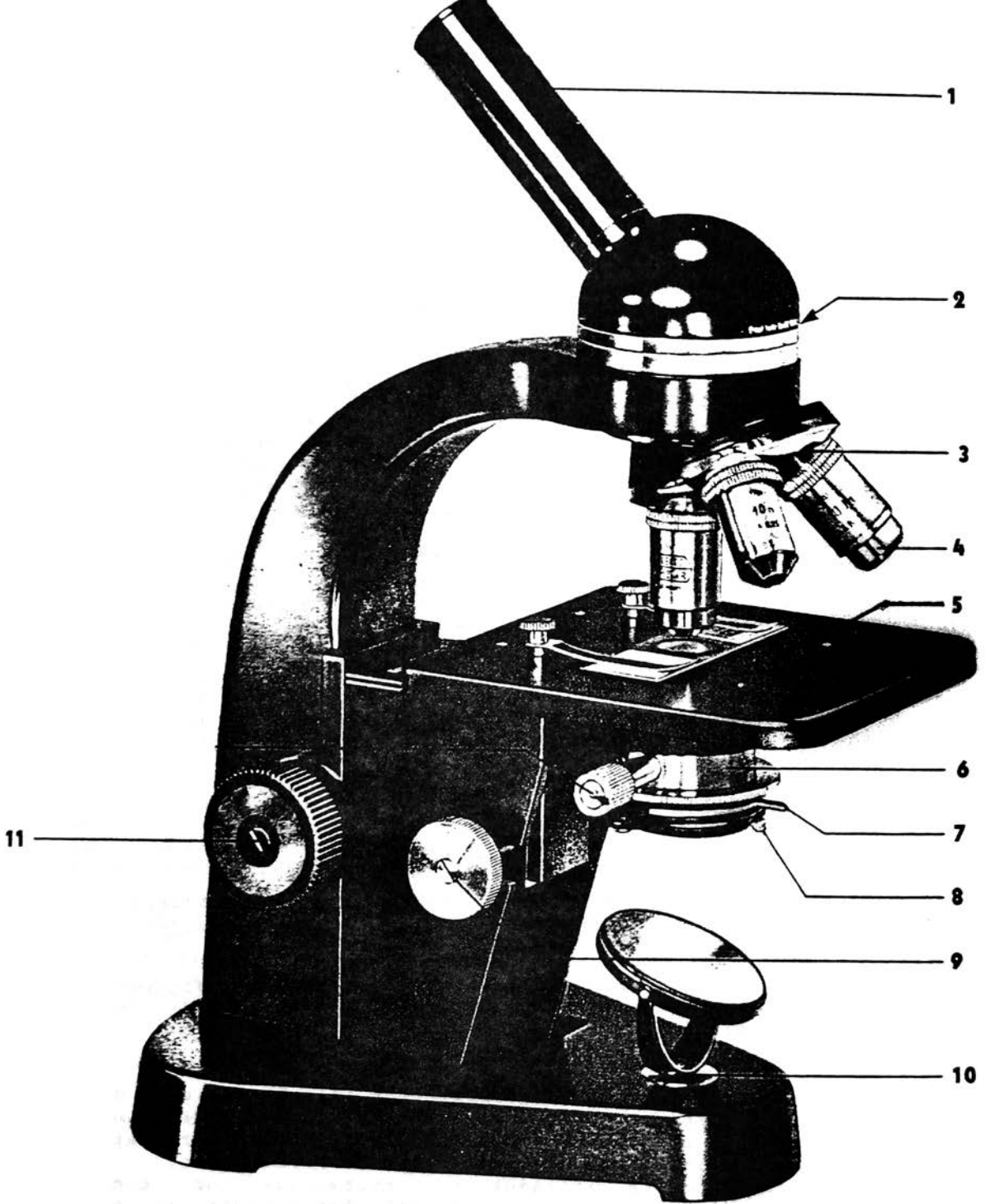
PARTES DEL MICROSCOPIO

Fundamentalmente el microscopio es un sistema de lentes compuestos montados en un tubo. La distancia del tubo al objeto que se quiere observar puede regularse por medio de dos tornillos de ajuste. Todo el conjunto está dispuesto en un robusto soporte en el que se apoyan la platina, sobre la cual se coloca la preparación y una fuente de luz del mismo aparato o un espejo para reflejar la luz y dirigirla a través del objeto hacia el tubo.

Los componentes más importantes del microscopio son:

1. Tubo monocular (lente ocular), susceptible de ser reemplazado por uno binocular. La marca 10 x significa que aumenta o amplía la imagen de los objetos diez veces. No voltee en microscopio al transportarlo pues el ocular puede salirse y caer.
2. Palanca para bloquear la sujeción del tubo.
3. Revólver portaobjetivos con los objetivos montados a rosca. Gira en uno u otro sentido y permite alinear con el tubo el objeto deseado.

4. Objetivos de aumentos medianos y fuertes (a partir del objetivo 25/0.50). Poseen una montura elástica para proteger el objeto y la lente frontal. El más corto es el objetivo de bajo poder (el aumento menor); el más largo es el objetivo de alto poder.
5. Platina o plataforma sobre la cual se apoya el portaobjeto. Está provista de sujetadores para retener el portaobjeto en su lugar.
6. Condensador.
7. Diafragma de abertura del condensador.
8. Portafiltro intercambiable.
9. Mecanismo de piñón y cremallera par desplazar verticalmente el condensador.
10. Espejo; puede reemplazarse por una lámpara adicional.
11. Tornillo macro y micrométrico a ambos lados del soporte para el enfoque aproximado y de precisión de la preparación.



PREPARACION Y MONTAJE DE MUESTRAS PARA ESTUDIO

Al estudiar la estructura de la planta se puede recurrir a cortes "a fresco" que se desecharán luego de ser examinadas, o bien, a muestras preparadas o permanentes. Estas dos alternativas serán utilizadas en este laboratorio indistintamente, ya que cada una de ellas tiene ventajas y desventajas particulares.

Las muestras a fresco son fáciles de hacer y de muy bajo precio. Gracias a ello, es posible realizar varias observaciones, desde el ángulo que se desee y las veces que se necesite. Existen, además, algunas tinciones que se pueden agregar para mejorar los contrastes en la muestra. En relación a la calidad de la muestra objetivo, ésta depende de la habilidad de la persona que realiza el corte y de las condiciones de los implementos utilizados. Su desventaja es la rápida deshidratación de los tejidos. De esta forma, este tipo de muestras no se pueden volver a utilizar. El problema se acentúa cuando el estudio incluye plantas o partes de plantas que sólo pueden obtenerse por temporadas (flores, frutos o plantas anuales).

Las muestras permanentes son confeccionadas con sofisticados equipos, que les otorgan una excelente resolución y permite su observación con gran aumento, sin perder nitidez. Por otra parte, las tinciones con que se elaboran son muy versátiles y dan un gran contraste a los componentes celulares. Sin embargo, están muy restringidas y por su alto precio se tiene un stock muy reducido de ellas. Otro inconveniente es que se ignoran las condiciones en que se encontraba el vegetal del que se obtuvo y tampoco se conoce el lugar exacto del que se extrajo la muestra.

1.- Preparación de muestras a fresco

1. Coloque agua destilada en un disco reloj.
2. Limpie el sector del vegetal que será usado, cortando las partes que no interesan y humedezca aquellas zonas que serán cortadas.
3. Con una hoja de afeitar nueva haga cortes muy delgados, ya sea transversal o longitudinalmente en la parte del vegetal que le interesa.

El grosor del corte es determinante para la calidad de la muestra, por ello no es recomendable usar bisturí u otro objeto cortante de hoja gruesa. Se recomienda hacer estos cortes apoyado en una mesa limpia y lisa, o bien, sobre un porta objeto. Para lograr cortes delgados se recomienda no comenzar directamente desde el borde del vegetal. Por ejemplo, al cortar un tallo en forma transversal, es preferible apoyar el filo de la hoja cortante cerca del centro y, desde allí comenzar a extraer media rodela.

4. Introduzca cada corte hecho en el agua del vidrio reloj, para evitar que se deshidraten.
5. Ponga una gota de agua destilada sobre un porta objeto. Si se desea obtener una muestra teñida agregue un pequeña gota de Rojo Neutro.
6. Deposite sus cortes en el portaobjeto cuidando que no queden unos sobre otros. Es conveniente poner varios cortes a fin de evitar pérdidas de tiempo, en caso de que la muestra esté defectuosa. El tamaño de la muestra no debe exceder el tamaño del cubreobjetos.
7. Cubra los cortes con un cubreobjeto. Para evitar la captura de burbujas de aire se recomienda primero apoyar un canto del cubreobjeto en el portaobjeto, luego dejarlo caer suavemente sobre la gota de agua. Nunca debe usarse una muestra sin el cubreobjeto correspondiente.
8. Si Ud. observa que el agua sólo rodea los cortes y no se expande por todo el cubreobjeto, entonces su muestra requiere más agua. Para hidratar la muestra no es necesario levantar el cubreobjeto, basta agregar unas gotas en la unión de éste con el portaobjeto. De igual manera se pueden agregar tinciones.
9. Deposite su muestra en la platina del microscopio y fíjelas. Observe que el cubreobjeto debe estar siempre hacia arriba. Esto es de especial interés cuando se trabaja con muestras permanentes.
10. Ajuste la luz, ya sea de lámpara o de espejos.

Una vez desarrollados todas estas indicaciones se está en condiciones de comenzar las observaciones microscópica. Siempre se debe comenzar con el menor aumento, debido a que es el que ofrece una visión panorámica menos específica.

Las muestras a fresco no se pueden mantener durante mucho tiempo en buenas condiciones. Debido a esto es necesario confeccionar dibujos de las muestras, bien definidos, coloreados y siempre rotulados.

1. MERISTEMOS

1.1. OBJETIVOS

El estudiante debe ser capaz de:

1. Definir en forma breve y clara tejido meristemático.
2. Clasificar los meristemos según origen y topografía.
3. Caracterizar una célula meristemática apical.
4. Caracterizar células meristemáticas laterales:
 - célula del cambium vascular.
 - célula del periciclo.
 - célula del felógeno.
5. Conocer la función principal del tejido y la o las funciones específicas de cada tipo de meristema.
6. Reconocer, en un corte longitudinal de ápice radicular, las diferentes zonas histógenas y qué tejidos se originarán de ellos.
7. Describir y reconocer el periciclo en raíces.
8. Describir la formación del felógeno en raíces y en tallos.
9. Explicar, por lo menos, tres teorías de organización apical.
10. Describir el centro quiescente, sus características, posición y posibles funciones.
11. Discutir el concepto de promeristema.
12. Describir qué características celulares se consideran para la delimitación de zonas citohistológicas en un ápice.
13. Definir división celular anticlinal y periclinal.
14. Explicar la importancia del "meristema en fila" (rib meristem).

15. Definir:

- Fase mínima
- Fase máxima
- Plastocromo
- Primordio foliar
- Primordio floral
- Filotaxis

16. Discutir la función de un meristema intercalario en, por lo menos, dos ejemplos.

1.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

En contraste al desarrollo de los animales, todas las plantas vasculares exhiben un sistema abierto "de crecimiento" consistente en la formación de nuevos órganos y tejidos a través de la vida del individuo. Este tipo de crecimiento depende fundamentalmente de ciertas zonas de células en división ubicadas en lugares específicos de la planta. Tales regiones de, teóricamente, de crecimiento ilimitado se denominan meristemas.

Actualmente este término incluye; ápice de brote y ápice de raíz, denominados meristemas apicales; cambium vascular, felógeno o cambium corchoso y periciclo, llamados meristemas laterales y meristemas intercalarios.

El significado de los meristemas en el "sistema abierto" de crecimiento en las plantas se observa esencialmente en aquellas plantas leñosas perennes en las que cada estación de crecimiento va acompañada de la formación de nuevos brotes, estructuras reproductoras y raíces.

Los meristemas de muchas gimnospermas y dicotiledóneas arborescentes parecen ser capaces de vida indefinida y autopropagación. Sin embargo, varios factores como falta de elementos nutritivos, deficiencia de agua, daño por heladas, insectos o patógenos pueden tener como resultado la muerte de un meristema apical.

Comparativamente, la vida funcional del cambium vascular está sujeto a muchos factores internos y externos. En algunos árboles este meristema puede terminar formando tejido vascular por cientos e incluso, como en el caso de *Sequoia*, miles de años. Pero en muchas plantas herbáceas y en ciertas partes de planta leñosa, la vida funcional del cambium puede limitarse a una sola estación de crecimiento.

Desde el punto de vista puramente descriptivo, la diferenciación de cualquier tejido se ha caracterizado como una pérdida progresiva de las características embrionarias de las células meristemáticas y el paso progresivo al estado de madurez. Sin embargo, en plantas la diferenciación del tejido no es simplemente la progresión desde un estado juvenil a la condición de especialización irreversible. Por el contrario, la mayoría de las plantas contienen una proporción relativamente alta de células que han retenido todas las capacidades de división y crecimiento que poseen las células meristemáticas típicas. Por ejemplo, si una célula epidermal viva, bajo un estímulo adecuado, puede reanudar la capacidad de división y contribuir a la formación de una yema, se hace dudoso definirla como "diferenciada", por lo menos desde un punto de vista fisiológico.

El mismo problema se presenta respecto a las células parenquimáticas que también poseen una gran capacidad para dividirse, crecer y especializarse.

La clasificación de los meristemas en base a su origen, los divide en primarios y secundarios. Meristemo primario es aquel cuyas células se desarrollan directamente de células embrionarias (promeristema o zona quiescente). Meristemo secundario es aquel que se desarrolla de tejidos maduros ya diferenciados. Según estas definiciones los meristemas apicales y los intercalarios corresponderían a meristemas primarios y los meristemas laterales serían secundarios.

1.2.1 MERISTEMOS APICALES

- Apice de raíz
- Apice de brote

Existen muchas teorías de organización apical:

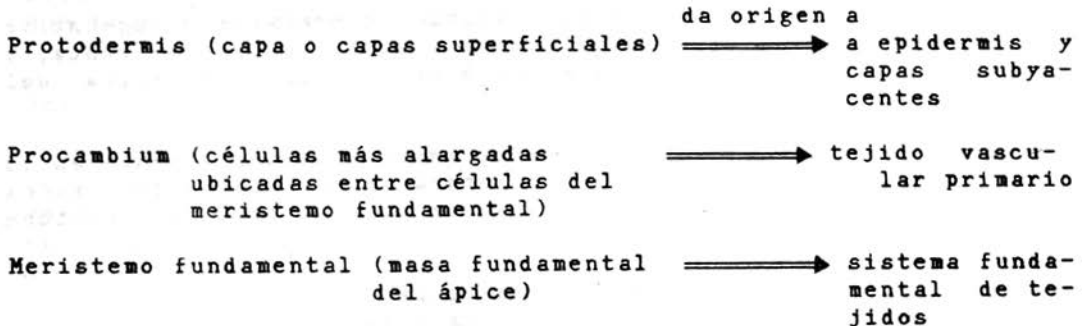
Según la teoría histógena (HANSTEIN, 1968), existen tres zonas que se originan de una a varias células iniciales independientes para cada zona y se les llamó:

	da origen a	
Dermatógeno (capa superficial)	====>	a sistema epidermal
Periblema (capas subyacentes)	====>	corteza
Pleroma (corazón central)	====>	tejido vascular primario y médula

Una modificación contemporánea de esta teoría, ha sido sugerida por Mc Alpin y White. El promeristema, en esta teoría, consiste de un grupo de células iniciales superficiales que dan origen a la protodermis en forma lateral y de iniciales superficiales que forman el procambium y meristema fundamental. Bajo el promeristema, las filas de células meristemáticas derivadas están organizadas en un meristemo en fila (rib meristem) y dos zonas periféricas (flank meristems), muy similares a las encon-

tradas en gimnospermas.

Otros autores distinguen el promeristema, que consiste en las células apicales y de las células derivadas de ellas que aún permanecen cercanas. Zona meristemática, que contiene grupos de células que han sufrido un cierto grado de diferenciación. En esta zona se distinguen tres partes:



La teoría túnica-cuerpo admite 2 zonas de tejidos:

- La túnica (1 o más capas periféricas de células)
- El cuerpo (masa celular rodeada por la túnica)

Esta teoría sugiere sólo una zonificación general topográfica y se aplica sólo a ápices de Angiospermas.

La teoría de la organización del ápice de Bradlaw, quien llegó a una clasificación morfológica del ápice distingue 4 zonas:

- Zona distal o quiescente
- Zona sub-distal
- Zona organogénica
- Zona de maduración

Un ápice de brote puede ser vegetativo por lo tanto, dar origen a hojas, o floral y dar origen a flores o inflorescencias.

La estructura de un ápice floral en numerosas plantas difiere muy poco o nada respecto al ápice vegetativo y en otras puede presentar grandes cambios. Puede haber fluctuaciones en el número de capas de túnicas. Generalmente también se observa un corazón central macizo parenquimatoso de células más grandes, de paredes delgadas y altamente vacuoladas, rodeado por un manto de células meristemáticas pequeñas y en activa división. De este manto en el cual el plano de división es predominantemente periclinal, se originan los órganos florales, trazas vasculares y las células del corazón parenquimatoso ya mencionado. Este último representa las células de la médula en proceso de maduración del eje de la inflorescencia.

El cambio del estado vegetativo al de floración no solamente afecta a los meristemas apicales destinados a la producción flo-

ral sino que altera morfológica y fisiológicamente otras partes de la planta. Significa generalmente, el fin del crecimiento de un cierto meristemo apical a causa de la maduración de la flor, y en las plantas anuales significa el término del crecimiento y la aproximación de la muerte de la planta entera. En algunos casos el meristemo floral reanuda ocasionalmente el crecimiento vegetativo después que las partes florales se han formado.

Así pues, la transformación visible de meristemo vegetativo en meristemo floral refleja un cambio fisiológico en la planta, y el ápice floral corresponde a una modificación ontogénica del ápice vegetativo.

El ápice de raíz difiere del de brote fundamentalmente en la presencia de la caliptra, una estructura de protección que rodea el ápice radical, y cuyas células se van renovando constantemente.

Por lo tanto el meristema de la raíz no es terminal sino sub-terminal y se divide hacia arriba y hacia abajo para formar la caliptra a partir del caliptrógeno. Además el ápice de raíz no presenta estructuras foliares o primordios foliares ni yemas axilares como el ápice de brote que va a originar apéndices laterales.

Los apéndices laterales de la raíz se van a originar por sobre la región de crecimiento más activo. Tampoco hay nudos ni entrenudos y, por consiguiente, se desarrolla con mayor uniformidad que el de brote.

1.2.2 MERISTEMOS LATERALES:

Son aquellos localizados paralelamente a los lados del órgano en el cual se encuentran y dan origen al crecimiento en grosor.

Cambium vascular

Es una corrida de células en constante división y crecimiento que da origen al xilema y floema secundarios (tejido vascular secundario).

En muchas angiospermas herbáceas, especialmente en la mayoría de las monocotiledóneas, la actividad cambial está reducida o ausente en el sistema. Son, por lo tanto, especies que sólo presentan crecimiento primario y muy poco o nada de crecimiento secundario.

En angiospermas leñosas y en las gimnospermas, sin embargo, los tejidos primarios de tallos y raíces, son de corta vida, se destruyen o aplastan por el sistema vascular secundario masivo

formado por el cambium vascular.

Desde el punto de vista morfológico, el cambium puede considerarse como una capa de células que se divide predominantemente en forma periclinal. Presenta dos tipos de células: las iniciales fusiformes que dan origen a las traqueidas, vasos, fibras, parénquima axial, xilemático y floemático y tubos cribosos, y las iniciales radiales que dan origen a las células que forman los radios vasculares.

Felógeno

Las primeras etapas en el desarrollo del tejido vascular secundario generalmente van acompañados por la formación de la peridermis bajo la epidermis. Funcionalmente la peridermis actúa como una capa de protección que reemplaza a la epidermis la que eventualmente muere y cae. Estructuralmente, el término peridermis se aplica al felógeno o cambium corchoso y a sus dos tejidos derivados: corcho, felema o súber y felodermis. El primer felógeno que se forma en el tallo aparece como resultado del crecimiento y divisiones tangenciales de células epidermales, corticales, o parenquimáticas del floema; formándose finalmente un cilindro de cambium corchoso. Como resultado de la división tangencial de las células del felógeno, se diferencian hacia el exterior de él, células que pierden su protoplasto, acumulan suberina en sus paredes y finalmente maduran como células corchosas o felema sin espacios intercelulares. La felodermis, debajo del felógeno, está formada por células semejantes a las parenquimáticas, vivas, con puntuaciones simples en sus paredes celulósicas.

1.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE MERISTEMOS

Apice de brote: Yemas vegetativas de angiospermas y gimnospermas, yemas florales e inflorescencias en desarrollo.

Apice radical: Punta de raíces de Zea (maíz), Phaseolus (poroto)

Meristemos laterales

Cambium vascular: Tallos de gimnospermas y angiospermas (Pinus, Robinia, Cucurbita (zapallo)).

Periciclo: Raíces de Allium, Ranunculus, Zea, Smilax.

1.4 METODO:

Prepare cortes transversales y longitudinales de los ápices de brote y radicales, tíñalos y observe al microscopio.

Prepare cortes transversales y longitudinales de los tallos, siguiendo los pasos de las preparaciones anteriores. Dibuje incluyendo una pocas capas de floema y xilema recientemente formado.

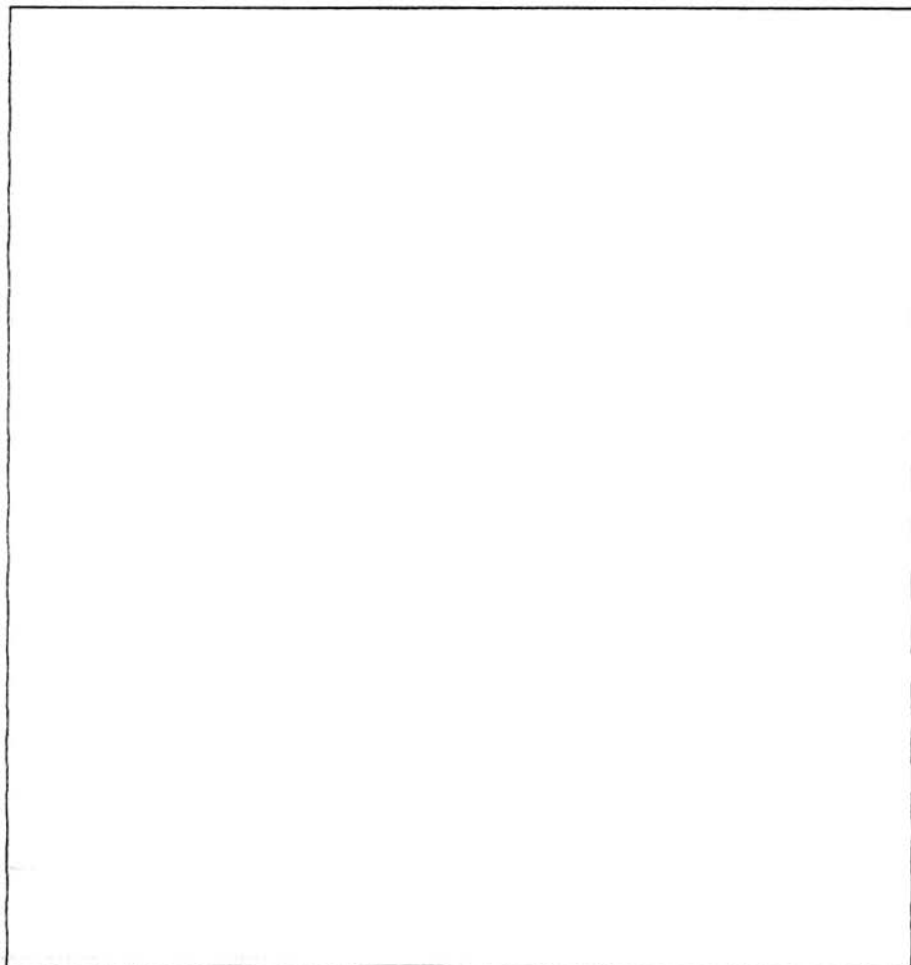
Para la observación de periciclo, haga cortes delgados, transversales y longitudinales de raíz y proceda como en las preparaciones anteriores. Dibuje, incluyendo parte del tejido vascular que se ubica hacia el interior y parte de la endodermis que se ubica exterior al periciclo.

1.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Siguiendo la metodología de preparación de muestras histológicas descritas en la Introducción, el estudiante debe ser capaz de reconocer, ubicar e identificar las siguientes estructuras:

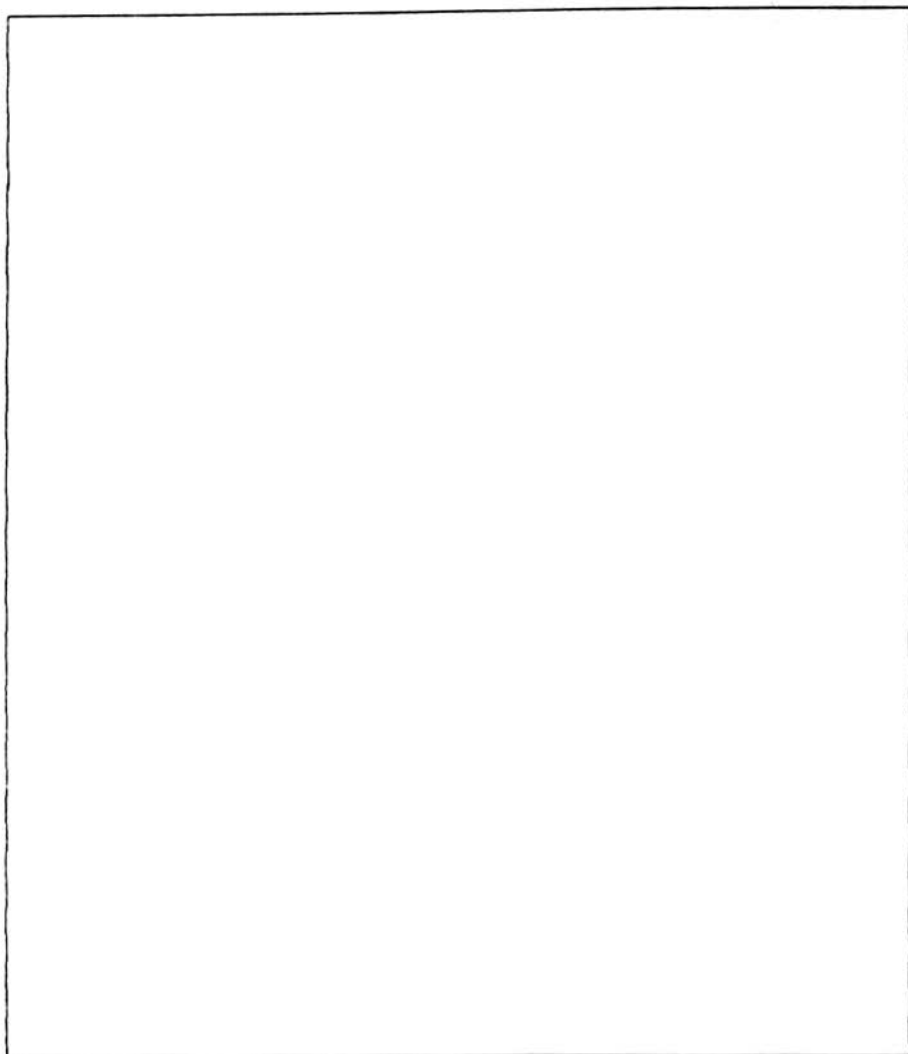
a) Meristemo apical de brote, (corte longitudinal radial)

- Protodermis
- Procambium
- Meristemo fundamental
- Primordio foliar
- Célula meristemática



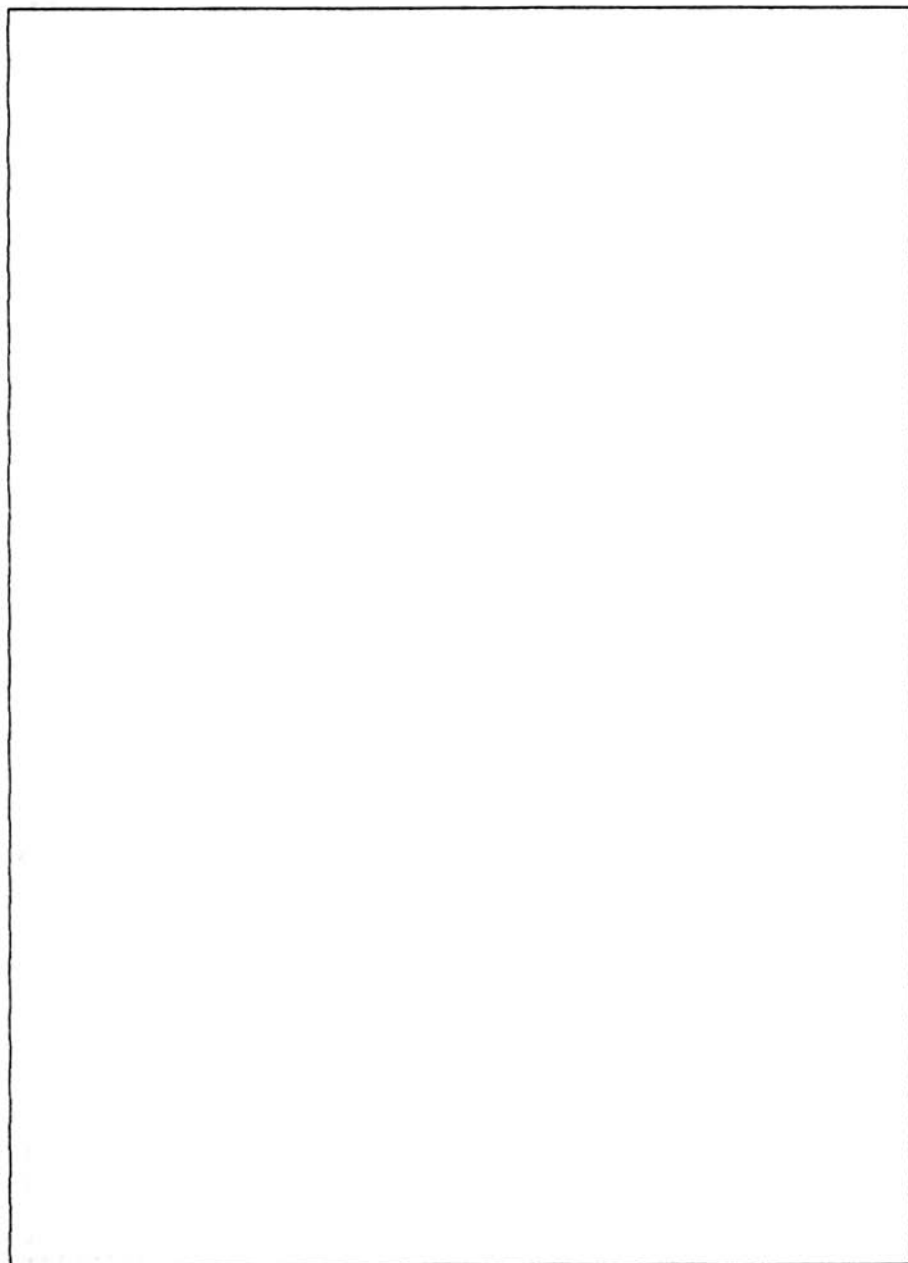
b) Meristemo radical (corte longitudinal radial)

- Protodermis
- Procambium
- Meristemo fundamental
- Caliptrógeno y caliptra
- Pelo radical
- Zona de división
- Zona de elongación
- Zona de maduración



c) Meristemas laterales

- Felógeno
- Cambium vascular
- Periciclo



1.6. PREGUNTAS

1.6.1 CITOLOGIA

1. Identificar y describir la estructura y función de los siguientes orgánulos celulares.
 - a) Pared celular
 - lamela media
 - pared primaria
 - pared secundaria
 - b) Puntuaciones
 - simple
 - rebordeada
 - semi-rebordeada
 - c) Campo de puntuaciones primarias
 - plasmodesmos
 - d) Plasmalema
 - e) Vacuola
 - tonoplasto
 - f) Dictiosoma
 - vesícula
 - g) Retículo endoplásmico
 - h) Ribosoma
 - i) Plastidios
 - protoplastídeos
 - cromoplastídeos
 - leucoplastídeos
 - cloroplastídeos
 - cromoplastídeos propiamente tal
 - amiloplastídeos
 - elaioplastídeos
 - j) Mitocondria
 - k) Núcleo
 - l) Nucleolo
 - m) Microtúbulos
 - n) Microcuerpos
 - glioxisomas
 - peroxisomas

ñ) Sustancias ergásticas

- gránulos de almidón
- taninos
- cristales
- drusas
- rafídeos
- prismas
- cistolitos

2. Discutir la posible transformación de protoplastídeo a cloroplastídeos, leucoplastídeos y/o cromoplastídeos y cite un ejemplo en el que se observen cada una de estas transformaciones.
3. Nombrar las tinciones correctas para la determinación de:
 - Grasas y lípidos
 - Proteínas
 - Ligninas
 - Almidón

1.6.2 MERISTEMO

1. ¿Qué es un primordio foliar?
2. ¿Qué diferencia observa entre una célula meristemática típica y una en vías de diferenciación?
3. ¿Cuál de la teorías de organización apical, considera Ud. más aceptable para el caso de las preparaciones que acaba de obtener? Discuta.
4. ¿Qué es un caliptrógeno?
5. ¿Cómo se llaman las estructuras que protegen a una yema vegetativa o floral externamente?
6. ¿Qué estructura distingue en una yema floral?
7. ¿Cuál es la importancia de los meristemos apicales?
8. ¿Dónde puede comenzar a formarse la peridermis, en el tallo?
¿Y en una raíz?
9. ¿A qué crecimiento da origen el cambium vascular y felógeno?
10. ¿Qué es el ritidoma?
11. Funciones del periciclo. ¿Qué características morfológicas presentan las células del periciclo?
12. ¿Qué se entiende por división periclinal y división anticlinal?

2. EPIDERMIS

2.1 OBJETIVOS

El estudiante debe ser capaz de:

1. Describir dos regiones del cuerpo primario de la planta que no presenten una epidermis diferenciada.
2. Nombrar, por lo menos, cinco funciones de la epidermis y/o sus células.
3. Diagramar un ápice de brote y de raíz, señalando en ellos la zona histógena que da origen a la epidermis.
4. Nombrar por lo menos tres sustancias que puedan encontrarse en las paredes de las células epidérmicas, además de los componentes propios de una pared celular.
5. Nombrar y discutir las características de, por lo menos cinco tipos celulares diferentes, en los que puede diferenciarse una célula protodérmica de hoja.
6. Dibujar y discutir la posible función de las células buliformes.
7. Nombrar los posibles componentes de la cutícula. Discutir su formación, sus funciones y posibles beneficios comerciales.
8. Describir un estoma en términos de su estructura y función.
9. Discutir, en términos generales la ontogenia de un estoma.
10. Describir el desarrollo de un tricoblasto.
11. Describir las funciones de los pelos radicales.
12. Dibujar y describir un: pelo uni y multicelular, escama, glándula, pelo ramificado y colector.
13. Describir las características estructurales de una célula epidérmica propiamente tal.

2.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

Desde un punto de vista topográfico, el término epidermis puede aplicarse a la capa de células superficiales del cuerpo primario de la planta. Se considera ausente en la caliptra y no diferenciada como tal en los meristemos apicales. Como representa el punto de contacto directo entre la planta y su ambiente externo, no es sorprendente que este tejido exhiba una considerable diversidad en su estructura y sus funciones.

La función principal de la epidermis es la de protección, sin embargo, células modificadas que son parte de la epidermis pueden cumplir diversas otras funciones aparte de protección mecánica, como regulación en la transpiración, almacenamiento de productos metabólicos, percepción de estímulos, absorción y fotosíntesis.

El origen de la epidermis está en la capa embrionica más externa llamada protodermis, la cual a su vez, se origina por divisiones anticlinales de las células iniciales apicales.

Los órganos con escaso o nulo crecimiento secundario conservan la epidermis mientras viven. En tallos y raíces con crecimiento secundario, la epidermis tiene una longevidad variable pudiendo ser sustituida por la peridermis.

Estructura

En la mayoría de las plantas, la epidermis es una sola corrida de células que presenta una histología muy variable y a menudo compleja. Hay plantas que excepcionalmente tienen varias capas de células epidermales.

Además de la célula epidermal propiamente tal, existen otras modificaciones epidermales como los tricomas, estomas, idioblastos, vesículas de agua, células buliformes, hidatodos.

Los tricomas con función específica como los pelos radicales, se forman en las células epidermales de las raíces llamadas tricoblastos.

La célula epidermal propiamente tal, es la más abundante y la menos especializada constituyendo la masa fundamental del tejido, presenta gran variación en forma, tamaño y ordenamiento, pero generalmente forma una capa continua de células sin espacios intercelulares. Con la excepción de raíces y porciones sumergidas de ciertas plantas acuáticas, la pared superior externa de la célula está cubierta por una capa más o menos prominente de material ceroso llamado cutícula. Esta capa es continua, excepto en la abertura de los estomas, y sirve para restringir la pérdida de agua de los órganos de las plantas. El grosor de esta capa es sumamente variable en las distintas especies.

Las paredes celulares de la célula epidermal son relativamente delgadas, salvo la pared superior externa, aquella en contacto con el medio ambiente, que es más gruesa. Presentan campos de puntuaciones primarias y plasmodesmos.

Las células epidermales presentan citoplasma y núcleo, por lo tanto son células vivas. Pueden presentar gran cantidad de materiales ergásticos (pigmentos antociánicos, taninos, aceites y cristales). Salvo algunas excepciones no presentan cloroplastos. Son células que tienen gran habilidad para dividirse, ya sea en respuesta a heridas o estímulos químicos y como proceso normal para la formación de tejidos. Por ejemplo, las yemas "adventicias", originadas de hojas o tallos, se forman comúnmente a partir de la diferenciación de células epidermales.

2.2.1 TRICOMAS

El término tricoma se usa en un sentido muy amplio para designar variados tipos de apéndices que se originan a partir de células epidermales como pelos, escamas, colectores y vesículas de agua.

2.2.1.1 PELOS

Los pelos pueden sub-dividirse en: pelos unicelulares, que a su vez pueden ser tabulares o ramificados. En muchos casos éstos también terminan en una glándula.

En un pelo pueden distinguirse dos regiones: el pie, que es la porción que descansa en la superficie epidermal y el cuerpo, la porción que se extiende lejos de la epidermis.

En una misma superficie puede haber varios tipos de pelos.

El pie, especialmente del pelo multicelular, consiste en una célula bulbosa agrandada, separada por una pared transversal del cuerpo y rodeado por un grupo circular de células subsidiarias más o menos elevadas.

En *Urtica s.*, planta urticante, al tocarse el pelo, su ápice se quiebra y produce una punta afilada, gracias a acumulaciones de sílice en su pared. Esta punta penetra en la piel en forma similar a una aguja hipodérmica, liberando una sustancia de naturaleza albuminosa parecida a una enzima.

2.2.1.2 ESCAMAS

Estos tricomas consisten de un grupo de células dispuestas en forma de disco, frecuentemente situada en una emergencia o pie muy corto. Se origina de una sola célula inicial que, por divisiones longitudinales y oblicuas, dan origen a una estructura con forma de plato. Generan una capa de aire que protege a la epidermis propiamente tal de la turbulencia atmosférica.

2.2.1.3 COLECTORES

En muchos órganos foliares, especialmente en escamas de yema y estípulas se encuentran tricomas glandulares y colectores. Consisten en un pie corto, a menudo multicelular, que sostiene un disco expandido de células secretoras.

La exudación encontrada en ciertas estructuras foliares se secreta de los colectores.

2.2.2 VESICULAS DE AGUA

Son células epidermales muy distendidas, con una importancia presumiblemente fisiológica, como ~~reservorios de agua~~. En los llamados "rayitos de sol" (*Mesembrianthemum*) las vesículas de agua son tan grandes y numerosas que las hojas y tallos jóvenes parecen estar cubiertos con diminutas perlas de hielo.

2.2.3 PELOS RADICALES

Como ya se indicó, la epidermis de la raíz carece de cutícula y estomas, pero contiene por lo regular pelos radicales. Se trata de estructuras tubulares que resultan de expansiones laterales de las mismas células epidermales que las originan, sólo muy raramente aparecen ramificadas. Están muy vacuoladas y sus paredes son muy delgadas.

Son unicelulares y de corta vida. Su función es la absorción de agua y sustancias minerales del suelo. Están presentes en la zona de diferenciación de la raíz.

2.2.4 ESTOMAS

Los estomas son pequeños poros de la epidermis a través de los cuales tienen lugar los intercambios gaseosos entre los espacios intercelulares de las células sub-epidermales y la atmósfera. Cada estoma está constituido por una diminuta abertura, denominada ostíolo, situada entre dos células de forma arriñonada llamadas células de guarda o células oclusivas o células de cierre. Estas células poseen plastidios en su citoplasma.

Una característica especial de los estomas es el desigual espesor de las paredes de las células de guarda, particularidad que puede relacionarse con los cambios de forma y volumen que experimentan. La pared más apartada de la abertura estomática es más delgada y más flexible, mientras que la pared que queda al lado de la abertura está muy engrosada y es rígida.

Mediante cambios de forma, dichas células controlan el tamaño de la abertura. Para que el estoma se abra los plastidios de las células de guarda liberan azúcar soluble al citoplasma, haciendo una solución hipertónica. De esta manera, las células se hidratan y agrandan el ostíolo. En cambio, en condiciones de estrés hídrico, los plastidios almacenan azúcar en forma insoluble, produciendo una salida del agua de las células oclusivas, éstas se aplanan cerrando el ostíolo. En muchas plantas, dos o más células adyacentes a las oclusivas parecen asociadas funcionalmente a ellas y se les denomina células auxiliares o accesorias.

Los estomas son frecuentes en las hojas y partes verdes aéreas. En pétalos o sépalos no son funcionales. En las hojas se presentan en ambas caras, o en una sola, generalmente en la cara inferior (abaxial).

La posición de los estomas en la epidermis también es variable, pudiendo estar al mismo nivel de ellas, sobresaliendo o bien hundidos. En algunos extremos los estomas se hallan alojados por grupos en el fondo de cavidades (criptas) en las que hay pelos.

Las raíces no tienen estomas.

2.2.5 CELULAS BULIFORMES

Las células buliformes son responsables de la elongación transversal de las hojas en desarrollo. Consisten en células de mayor tamaño que las típicas epidermales, alargadas hacia el mesófilo. Cuando estas células se hidratan completamente aumentan la superficie epidermal de la hoja. Por lo general, se encuentran cerca de la nervadura central.

2.2.6 HIDATODOS

Son estructuras similares a un estoma, pero que no regulan su apertura. Por lo general, se ubican en las puntas de las hojas y se encargan de evacuar los excesos de agua. Están muy ligados al sistema vascular.

2.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE EPIDERMIS

A. Células epidermales propiamente tales:

Escamas de bulbo de cebolla (*Allium cepa*)
Hoja de lirio (*Iris* sp.)

B. Tricomas Pelos:

Pelargonium (cardenal), *Urtica* sp (ortiga), *Platanus* sp
(Platano oriental)

C. Colectores

Yemas de *Aesculus hippocastanum* (Castaño de indias); hojas
de *Alnus* sp.

D. Estomas:

Hojas de *Iris* sp., *Zea* (maíz).

E. Pelos Radicales:

Raíces de *Triticum* sp. (Trigo)

F. Vesículas de Agua:

Pecíolos de *Mesembryanthemum* (Rayito de sol)

G. Escamas

Hojas de *Eleagnus angustifolia* (Olivo de Bohemia)

2.4 METODO

Para la observación de las células epidermales propiamente tales (ya sea de cebolla o de lirio), desprenda con la uña la capa epidermal, cuidando de no arrastrar con ella otros tejidos interiores.

Para el estudio de los pelos, haga cortes transversales del tallo, hoja o pecíolo de cardenal o de Platanus. Observe la estructura uni y multicelular de los pelos, tanto de los simples como de los ramificados. Este método debe ser usado para la observación de colectores.

Las escamas pueden observarse raspando la superficie del Olivo de Bohemia y vertiendo estas pelusas sobre una gota de agua.

Para observar las vesículas de agua haga delgados cortes transversales del pecíolo en agua bajo la lupa. Aparecerán unas células grandes y claras, que se proyectan hacia la superficie epidermal.

Para la observación de pelos radicales, lave bien la raíz de la planta y ubique la zona de diferenciación, haga allí un cortes transversales y observe.

2.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Siguiendo la metodología de preparación de muestras histológicas descritas en la Introducción, el estudiante debe ser capaz de reconocer, ubicar e identificar las siguientes estructuras:

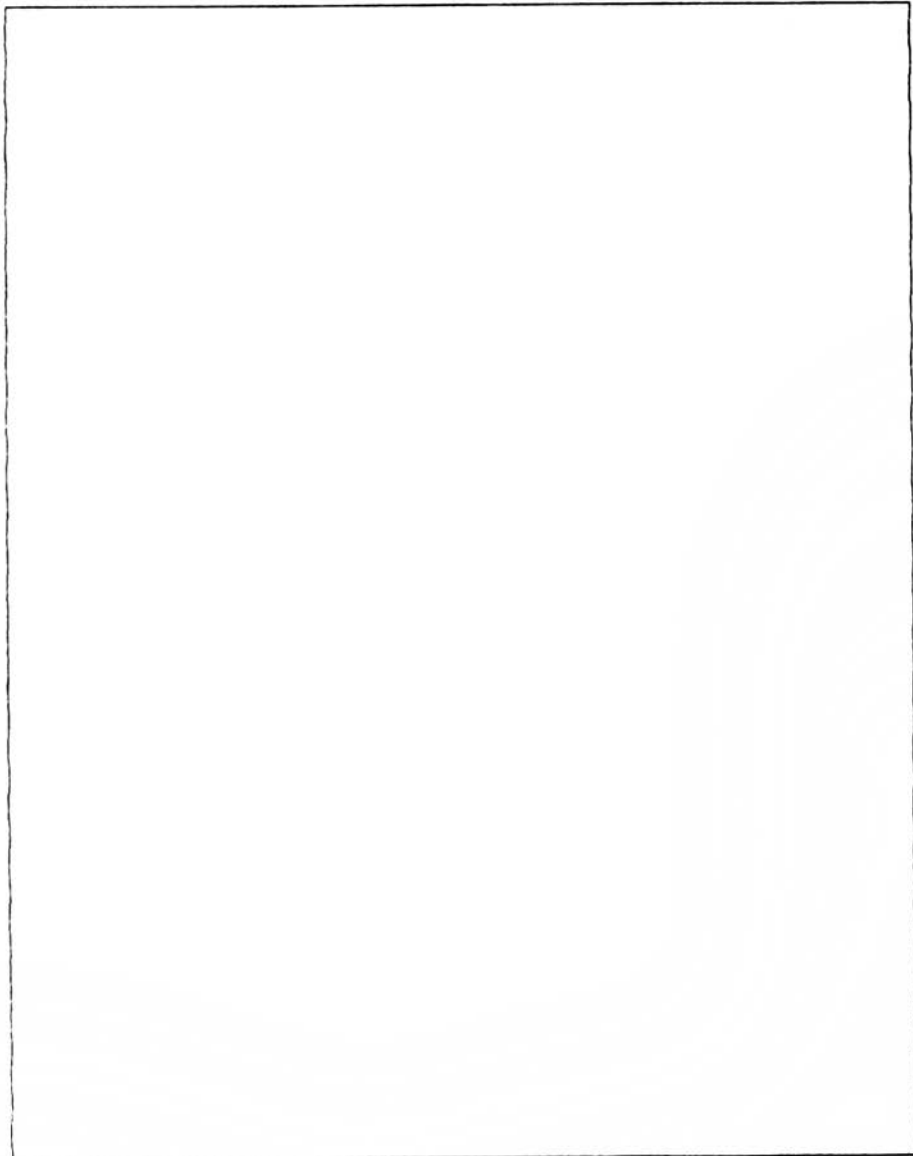
a) Células epidérmicas propiamente tales (capa epidermal)

- Célula epidermal
- Puntuaciones simples de las paredes radiales
- Núcleo
- Vacuolas
- Elaioplastos (plastideos que almacenan aceite)
- Estomas



b) Modificaciones epidermales

- Estomas
- Pelos uni y multicelulares
- Pelos ramificados
- Colectores
- Vesículas de agua
- Células buliformes
- Pelos radicales



2.6 PREGUNTAS

1. Dibujar, describir y reconocer los siguientes tricomas:
 - a) pelo unicelular y multicelular
 - b) escama
 - c) glándula
 - d) pelo ramificado
 - e) colector
2. ¿En qué órganos de la planta encuentra tricomas?
3. Discutir en términos generales la ontogenia de un estoma.
4. Describir un estoma en términos de su estructura general y función.
5. ¿Qué mecanismos es el que determina la apertura y cierre del estoma. Explique.
6. ¿Qué órganos de la planta presentan estomas generalmente?
7. ¿Qué características especiales presentan los estomas de las coníferas?
8. Función de los pelos radicales.
9. Describir el desarrollo de un tricoblasto.
10. Dibujar y describir estructura y posible función de células buliformes.

3. TEJIDO PARENQUIMATICO

3.1 OBJETIVOS

El estudiante deberá ser capaz de:

1. Reconocer, dibujar y describir la estructura, forma y función de los siguientes tipos de células parenquimáticas.
 - Clorénquima.
 - Aerénquima.
 - Parénquima ramificado.
 - Parénquima plegado.
 - Parénquima de almacenaje.
 - Parénquima normal.
 - Parénquima de empalizada.
 - Parénquima esponjoso.
2. Nombrar al menos cinco sustancias que sean almacenadas en células parenquimáticas o en sus paredes celulares.
3. Discutir la capacidad de las células parenquimáticas para diferenciarse, citando dos ejemplos.
4. Discutir los posibles orígenes meristemáticos de los tejidos parenquimáticos.

3.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

El término parenquimático se emplea para designar a una variedad de células vivas que se encuentran en muchas y diferentes regiones del cuerpo vegetal. Es un tejido compuesto de células vivas, de morfología y fisiología variables, que constituyen el llamado tejido fundamental.

Bajo el concepto de "parénquima" se incluyen células que difieren marcadamente en su forma, estructura, posición, origen y funciones. Por esta razón "parénquima" es solamente una categoría anatómica convenientemente establecida hace tiempo, dentro de la cual se incluyen tipos de células no necesariamente homólogas ni análogas.

Sus células se caracterizan por ser poco diferenciadas, no especializadas y simples. Pueden presentarse en grupos distribuidos entre elementos conductores altamente especializados o

bien pueden estar formando un tejido homogéneo y simple que constituirá gran parte de las regiones blandas de las hojas, tallos y frutos. Estas células forman el tejido fundamental que forma, en gran parte, la médula, la corteza y radios vasculares del tallo y raíces. El parénquima de las hojas a menudo está caracterizado por la presencia de cloroplastidios y es conocido como clorénquima, formando el denominado mesófilo de la hoja.

La retención de un protoplasto activo representa una de las características más importantes de sus células. Por esta razón las células parenquimáticas desarrollan muchos de los procesos fisiológicos fundamentales, se dice que este tejido es "el asiento de las actividades esenciales de las plantas" como fotosíntesis, respiración, almacenamiento y secreción; no es raro que más de una función sea desarrollada por la misma célula.

Además de su actividad metabólica tan importante, las células parenquimáticas retienen en un grado excepcional la "habilidad" para continuar su crecimiento y diferenciarse en esclereidas de distintos tipos y para "desdiferenciarse" y volver al estado de células meristemáticas para formar diferentes tejidos (corcho) o estructuras (yemas adventicias, raíces).

Se podría decir que la facilidad con que las células parenquimáticas pueden dividirse y así producir nuevos tejidos se debe a su naturaleza indiferenciada y no especializada.

3.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DEL TEJIDO PARENQUIMATICO

Tallos tiernos, mesófilo de hojas en general, endosperma de semillas, pulpa de frutos drupáceos.

3.4 METODO

Realice un corte transversal de tallo. Observe las diferencias que se aprecian en las células de la corteza (la región entre la epidermis y el cilindro de haces vasculares) y la médula (región central).

En corte transversal de hoja de dicotiledónea los distintos tejidos y ponga atención a su disposición, forma y su relación con el aprovechamiento lumínico.

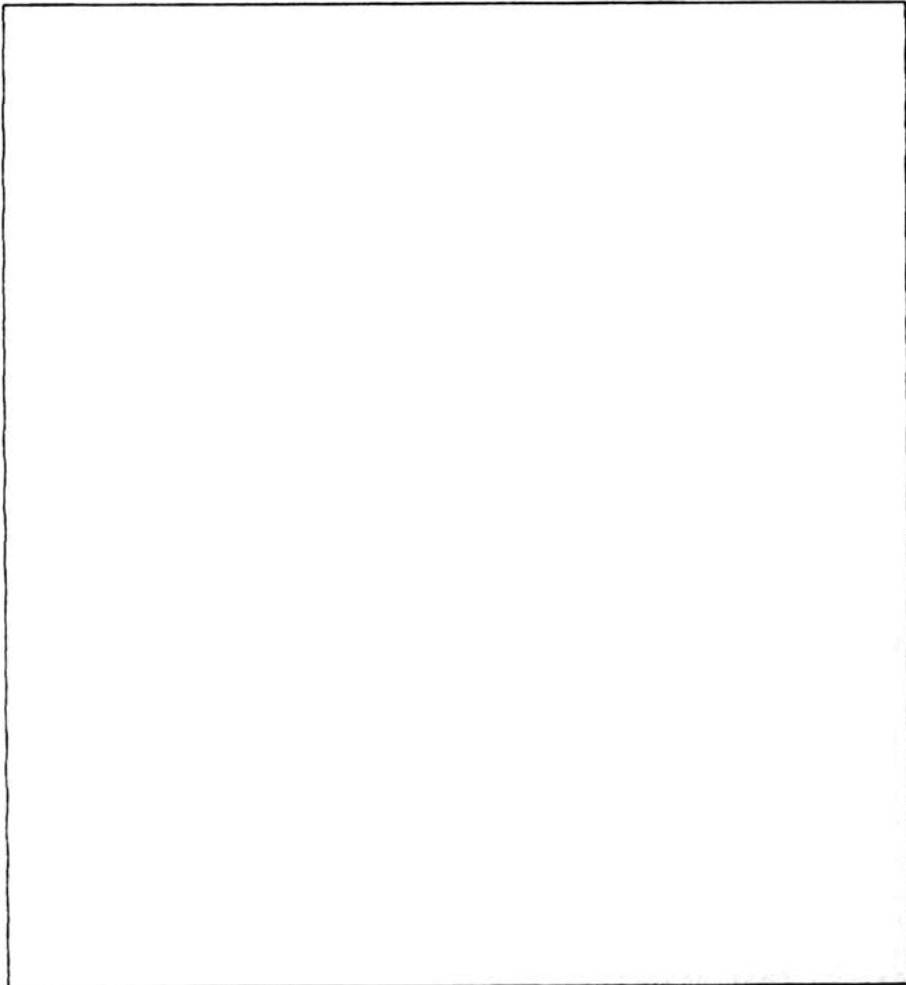
Realice un corte de fruto en cualquier orientación. Tiña su muestra con rojo neutro y observe los organelos que se colorean.

3.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Siguiendo la metodología de preparación de muestras histológicas descritas en la Introducción, el estudiante debe ser capaz de reconocer, ubicar e identificar las siguientes estructuras:

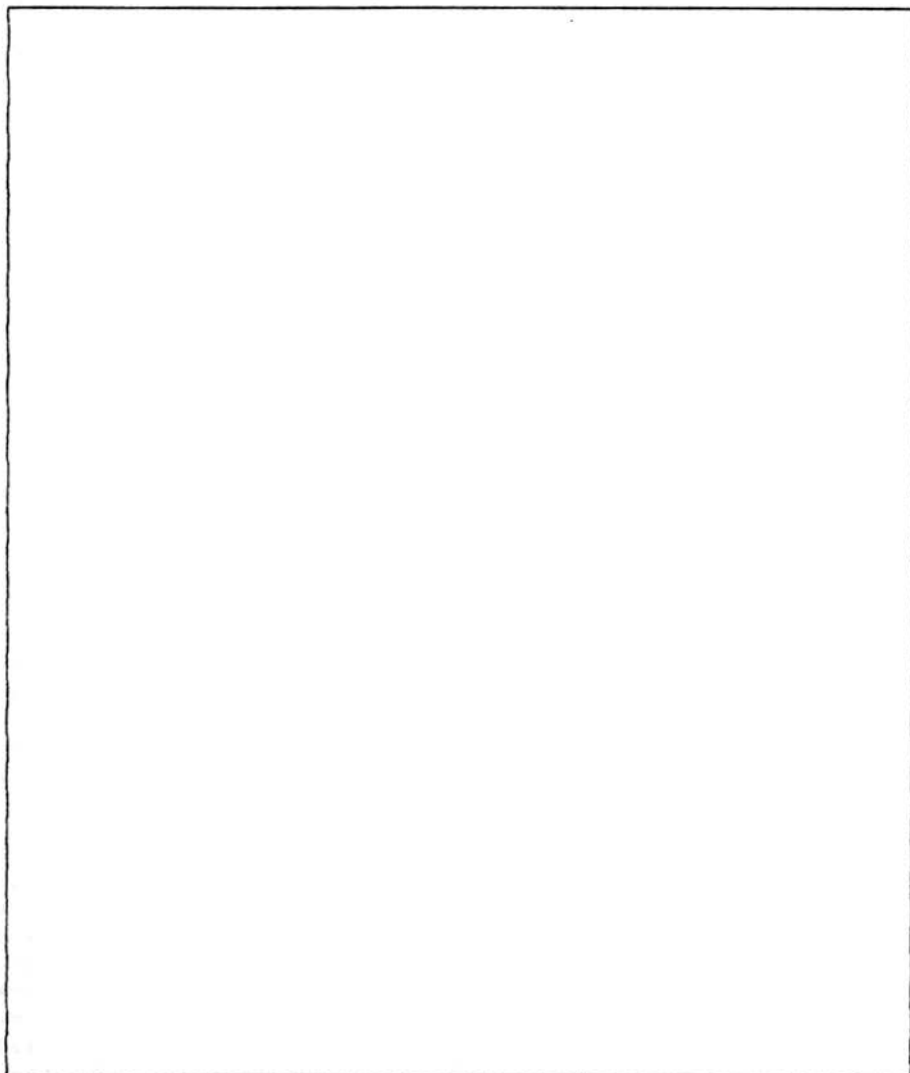
a) Parénquima del tallo (corte transvesal)

- Parénquima cortical
- Parénquima medular
- Aerénquima
- Parénquima ramificado



b) Parénquima de hojas y de frutos

- Clorénquima
- Parénquima esponjoso
- Parénquima de empalizada
- Parénquima plegado
- Parénquima de reserva



3.6 PREGUNTAS

1. Describa una célula parenquimática de la corteza, de la médula, del endosperma de la semilla, del fruto, del mesófilo de la hoja, de un radio vascular.
2. ¿Qué características presenta la pared celular de este tejido?.
3. ¿Cuántos tipos de parénquima se distinguen en el corte transversal de la hoja? ¿Qué diferencia observa entre ellos?.
4. ¿A que conclusiones llega respecto a la forma de las células?.

4. TEJIDO COLENQUIMATICO

4.1 OBJETIVOS

El estudiante debe ser capaz de:

1. Reconocer, dibujar y describir los siguientes tipos de tejidos colenquimáticos:
 - Angular
 - Laminar
 - Lagunar
2. Discutir las características generales de una célula colenquimática, incluyendo su contenido celular, estructura y función durante el desarrollo de plantas, tanto herbáceas como leñosas.
3. Discutir el origen y distribución de las células colenquimáticas en los órganos vegetales.

4.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

La región subepidérmica de muchos tallos, pecíolos y nervaduras de las hojas, están ocupadas por un tejido simple, homogéneo que se denomina colénquima. Frecuentemente el tejido se presenta como un cilindro hipodérmico continuo, pero en algunos tallos y en los pecíolos de las hojas pueden presentarse cordones de colénquima. En las hojas, puede diferenciarse a un o ambos lados de las venas y también a lo largo de los bordes del limbo foliar. Es un tejido vivo con gruesas paredes primarias no lignificadas.

En cierto sentido el colénquima es muy semejante al parénquima cortical (de la corteza), existiendo además una estrecha relación fisiológica entre ambos tejidos. Las células colenquimáticas son habitualmente más largas y estrechas, pero su característica más definida se encuentra en el engrosamiento irregular y prominente de la pared celular; este engrosamiento se deposita en forma de largos hilos longitudinales variando en su posición según los distintos tipos definidos de diseño. Cuando las áreas engrosadas de la pared son los ángulos de las células, donde éstas se juntan con las células adyacentes, se denomina colénquima angular, cuando el engrosamiento es en las paredes tangenciales, se denomina colénquima laminar; cuando existen espacios

intercelulares y los engrosamientos se desarrollan sobre las paredes limitantes con estos espacios, se denomina colénquima lagunar.

El tejido colenquimático es el típico tejido de sostén de los órganos en crecimiento y de los órganos adultos herbáceos.

Es el primer tejido de sostén en tallos, hojas y partes florales. En las dicotiledóneas, es el primer apoyo de los tallos verdes y de las hojas. Puede presentarse en la corteza de la raíz y no está presente en las monocotiledóneas que producen esclerénquima en forma temprana.

4.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE TEJIDO COLENQUIMATICO

Tallos de *Ficus*, *Apio*, *Ampelopsis sp* y *Acanta*.

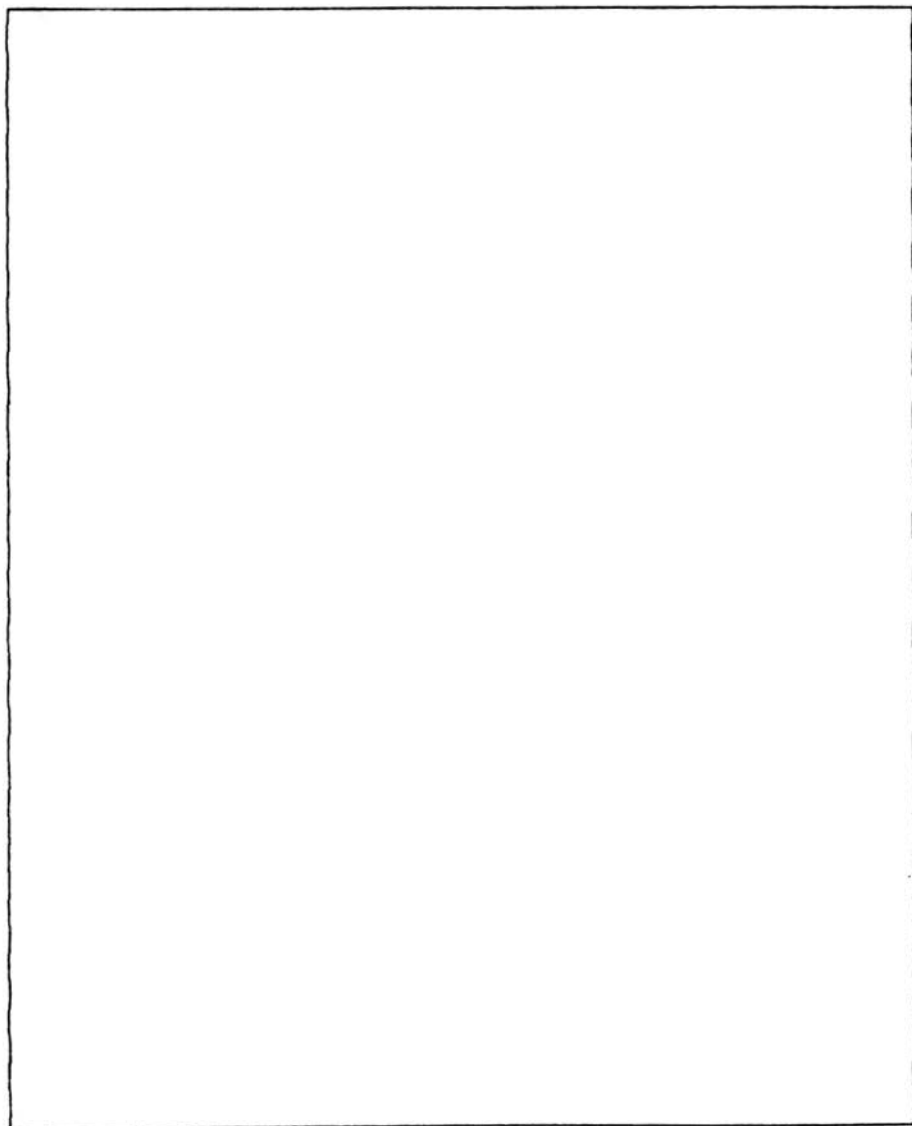
4.4 METODO

Realice cortes transversales de los distintos tallos y tíñalos con rojo neutro. Observe las diferencias entre los distintos tipos de colénquima y la ubicación de ellos en los órganos.

4.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Siguiendo la metodología de preparación de muestras histológicas descritas en la Introducción, el estudiante debe ser capaz de reconocer, ubicar e identificar las siguientes estructuras:

- a) Colénquima angular, laminar y lagunar



4.6 PREGUNTAS

1. ¿En qué posición del tallo o pecíolo se presenta el tejido colenquimático en las preparaciones que acaba de observar?
2. ¿Qué característica importante le da a este tejido la posibilidad de cumplir con una función mecánica o de sostén?.

5. TEJIDO ESCLERENQUIMATICO

5.1 OBJETIVOS

El estudiante debe ser capaz de:

1. Definir las características generales del tejido esclerenquimático.
2. Dibujar, reconocer y describir los siguientes tipos de esclereidas y nombrar un ejemplo de tejidos y/u órganos en los cuales se encuentren:
 - a) Braquiesclereidas
 - b) Macroesclereidas
 - c) Astroesclereidas
 - d) Osteosclereidas
3. Indicar el origen de los diferentes tipos de esclereidas según su ubicación en la planta.
4. Dibujar, reconocer y describir la estructura general y funciones de una fibra esclerenquimática.
5. Diferenciar por su estructura y distribución, cada tipo de fibra.
 - A: Fibras xilemáticas
 1. Fibrotraqueidas
 2. Fibras libriformes
 - B: Fibras extraxilemáticas o extra xilares
 1. corticales
 2. floemáticas
 3. perivasculares
7. Nombrar, por lo menos, tres plantas que se empleen industrialmente por sus fibras.

5.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

Es un tejido de células de paredes engrosadas, a menudo lignificadas, cuya función principal también es de índole mecánica.

Presentan gran variación en cuanto a forma, estructura, origen y desarrollo. Se dividen en: fibras y esclereidas.

Fibras: Se encuentran en la corteza, formando cordones separados o un anillo completo, en el floema o dispersos en el xilema y floema. Se dividen, en fibras xilemáticas que se originan a partir de los mismos tejidos meristemáticos que las demás células del xilema, y fibras extraxilemáticas que se originan del tejido fundamental a distancias variables de la epidermis.

Las fibras xilemáticas tienen paredes secundarias lignificadas, varían en tamaño, forma, espesor de pared y tipo y abundancia de puntuaciones.

Las fibras extraxilemáticas tienen forma de huso alargado, de longitud variable. Sus extremos son a veces más romos que afilados, pudiendo ser también ramificados. Las paredes celulares son muy gruesas con puntuaciones simples o ligeramente rebordeadas. Algunas tienen pared lignificada y otras no.

En los tallos de dicotiledóneas, las fibras se encuentran frecuentemente en la parte más externa del floema primario, formando cordones. En otros, pueden formar cordones continuos unidos a los tejidos vasculares. En los tallos de dicotiledóneas sin crecimiento secundario las fibras se pueden presentar en los lados interno y externo de los haces vasculares aislados. En las raíces, se encuentra una distribución de fibras similar a la de los tallos, tanto en el cuerpo primario como en el secundario; pero, en general la cantidad es menor.

Esclereidas: Se encuentran distribuidas en toda la planta, especialmente en tallos, hojas, frutos y semillas. Varían mucho de forma, tamaño y características de la pared. Según esto se clasifican en:

Braquiesclereidas: Células cortas, pétreas, isodiamétricas, semejantes en forma a una célula parenquimática.

Macroesclereidas: Células alargadas en forma de varillas.

Osteoesclereidas: Células con forma de hueso.

Astroesclereidas: Células ramificadas.

En tallos se pueden hallar en la corteza, en grupos o en forma aislada, o en el floema y xilema de los mismos.

En las hojas, pueden estar en el mesófilo, en el tejido vascular o en la epidermis. También pueden formar capas duras en frutos secos o en las cubiertas de las semillas.

5.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DEL TEJIDO ESCLERENQUIMÁTICO

Quercus, Parra, Tilo, Fresno	(tallos)
Phaseolus, Pisum, nueces	(semillas)
Pera, Membrillo	(frutos)
Allium sativum (ajo)	(escama protectora)

5.4 METODO

En las muestras permanentes observe *Vitis*, *Tilia*, o *Fraxinus* y describa las fibras xilemáticas de ellos.

Realice cortes transversales de los tallos de las especies antes indicadas, tiña con una solución de rojo neutro y ubique las esclereidas de la corteza, las fibras floemáticas (*Tilia*) y fibras xilemáticas.

Raspe la pulpa del membrillo y deposítela en un portaobjeto, humedézcala, tiñala con una solución de rojo neutro y cubra con un cubreobjeto. Observe los grupos de células pétreas.

Realice un corte transversal de la cáscara de la nuez. Ubique astrosclereidas y osteosclereidas y determine su ubicación.

Realice un corte transversal de la testa de poroto y observe las macrosclereidas.

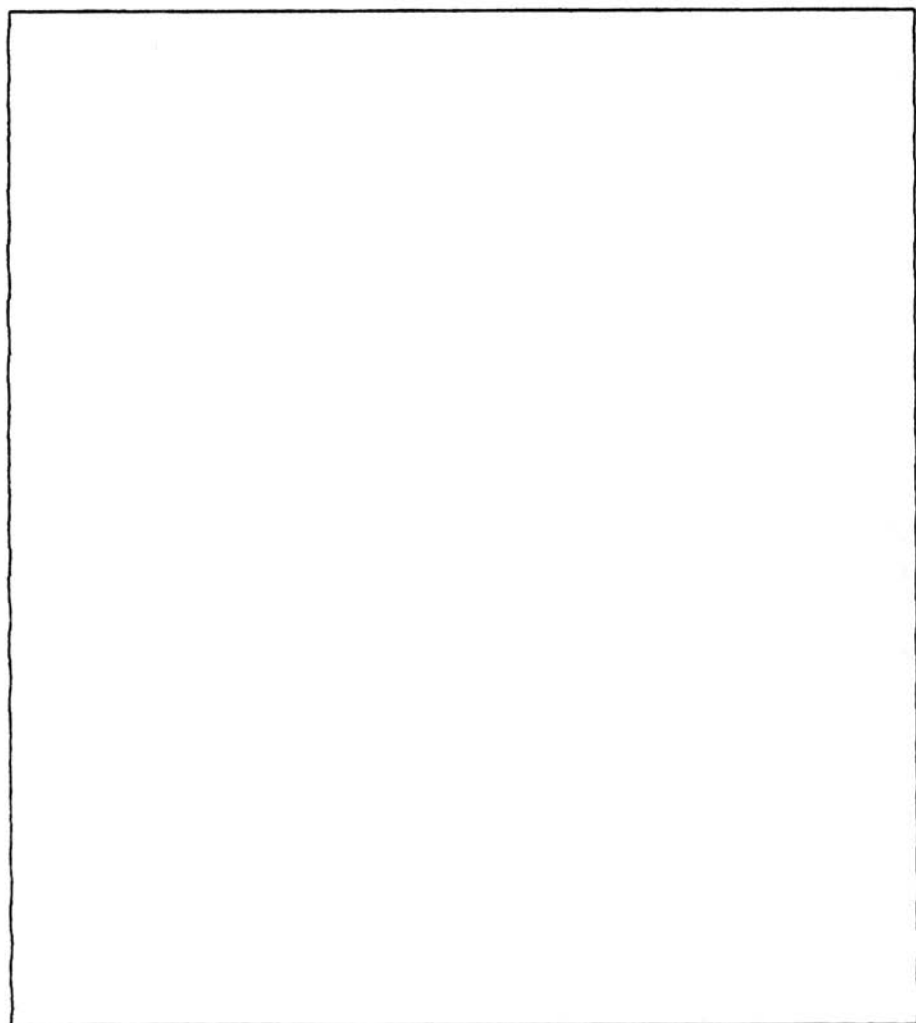
Corte transversalmente la cubierta del ajo para observar las esclereidas epidérmicas.

5.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Siguiendo la metodología de preparación de muestras histológicas descritas en la Introducción, el estudiante debe ser capaz de reconocer, ubicar e identificar las siguientes estructuras:

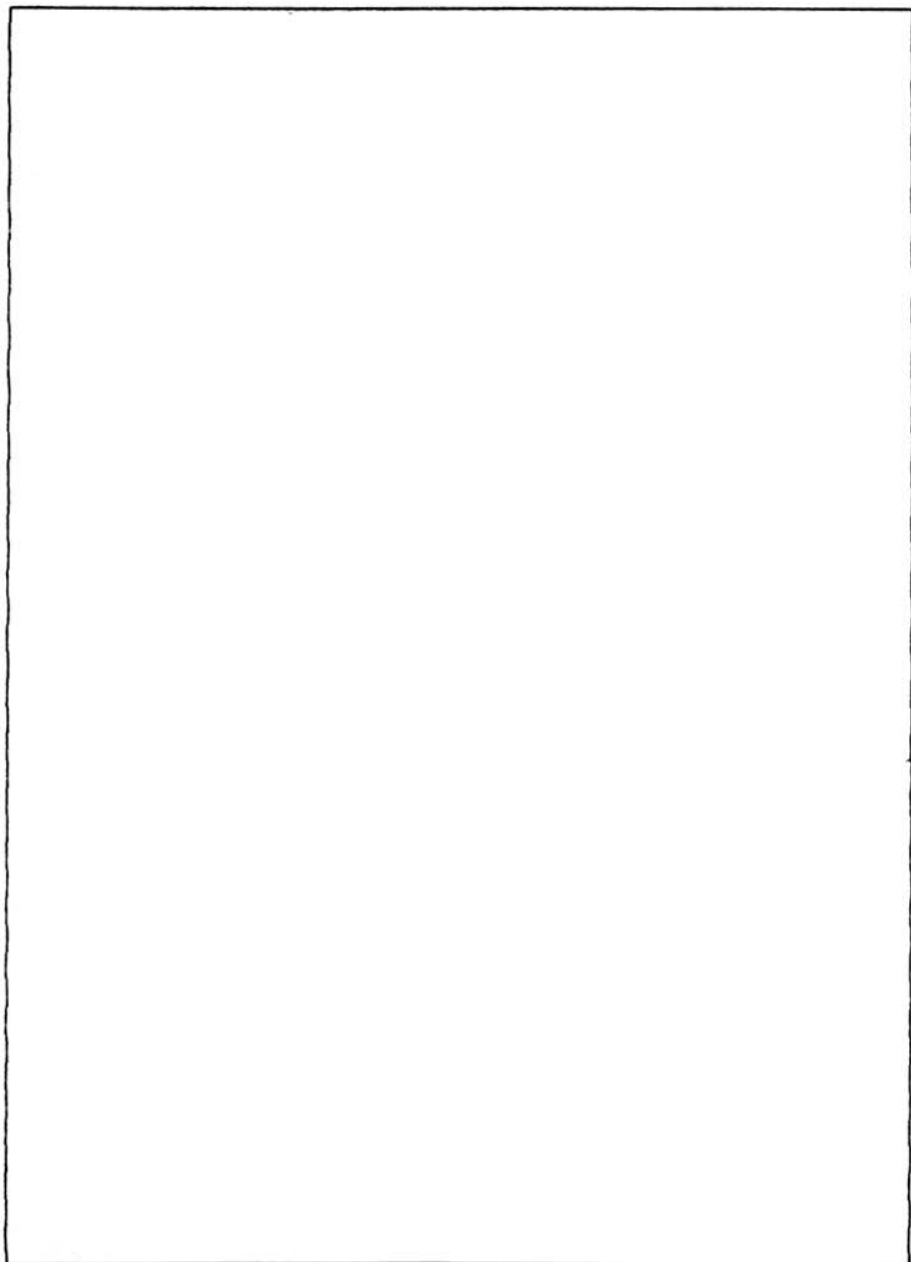
a) Fibras

- Fibras xilemáticas
- Fibras septadas
- Fibras floemáticas



b) **Esclereidas**

- **Braquiesclereidas**
- **Macroesclereidas**
- **Osteoesclereidas**
- **Astroesclereidas**



5.6 PREGUNTAS

1. ¿Cuál es la ubicación de las fibras en un vegetal?
2. Clasifique las fibras en un cuadro y describa la estructura y función de cada una de ellas.
3. ¿Cómo caracterizaría usted una macroesclereida y una braquiesclereida?
4. ¿Cuáles son los posibles orígenes de las fibras corticales?
5. Diferencie en un corte transversal el diseño que presenta una fibra y una esclereida.

6. TEJIDO CONDUCTOR

6.1 OBJETIVO

El estudiante debe ser capaz de:

a) Xilema

1. Describir y reconocer el meristemo primario que dá origen al xilema primario.
2. Reconocer, describir y discutir los tipos celulares, distribución y desarrollo del protoxilema.
3. Dibujar los distintos tipos de depositación de pared secundaria en los elementos traqueales y discutirlos en términos de su rol funcional, durante el desarrollo evolutivo de los mismos.
4. Comparar los dos tipos de elementos traqueales en su estructura y desarrollo filogenético.
5. Nombrar y reconocer los tipos de perforación en miembros de vaso en orden filogenético. Dibujarlos.
6. Describir y reconocer el meristema secundario que dá origen al xilema secundario.
7. Describir y reconocer la estructura y función de los sistemas axiales y radiales del xilema secundario.
8. Nombrar y reconocer todos los tipos celulares posibles de encontrar en el xilema primario y secundario.
9. Definir estos términos referidos al xilema primario:
 - Centrípeto
 - Centrífugo
 - Exárco
 - Endárco
10. Definir los siguientes términos:
 - Difuso poroso
 - Poroso anular
 - Madera temprana
 - Madera tardía
 - Albura

- Duramen
- Anillo anual de crecimiento
- Falso anillo anual de crecimiento

discutir el origen del cambium vascular.

describir los modelos de distribución parenquimática del xilema axial identificados por los siguientes términos:

- a) Apotraqueal
 - difuso
 - difuso agregado
 - concéntrico
- b) Paratraqueal
 - vasicéntrico
 - aliforme
 - confluyente en bandas
- c) Marginal
 - inicial
 - terminal

describir, ubicar y reconocer estructuras secretoras, normalmente presentes en el xilema secundario:

- Canal resinífero
- Canal gomífero

b) Floema

1. Nombrar, reconocer y discutir las características de los tipos celulares del floema primario.
2. Describir y reconocer el origen y estructura del protoflema y metaflema.
3. Describir, reconocer y dibujar un tubo criboso.
4. Reconocer y describir la pared celular de un tubo criboso.
5. Explicar la formación de un tubo criboso y una célula acompañante.
6. Reconocer y discutir la estructura y función de los diferentes tipos celulares del floema secundario.
7. Indicar el origen del floema secundario.
8. Definir y reconocer:
 - Célula albuminosa

- Radio uniseriado y multiseriado
- nácar
- callosa
- célula acompañante

9. Describir la forma, ordenación y función de las células iniciales fusiformes y radiales durante el crecimiento secundario.

10. Definir:

- zona cambial
- cambium estratificado
- cambium no estratificado

6.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

El sistema vascular de la planta se compone de xilema, el principal tejido conductor del agua, y floema, tejido conductor de las sustancias alimenticias. Como constituyentes del sistema vascular el xilema y el floema se denominan tejidos vasculares.

a) **EL XILEMA:** Es un tejido que consta de diferentes tipos de células, unas vivas y otras muertas.

Sus componentes son: miembros de vasos
 traqueidas
 fibras
 células parenquimáticas
 esclereidas

El xilema que se diferencia en el cuerpo primario de la planta se denomina xilema primario. Si la planta forma tejidos secundarios después de terminar el crecimiento primario, el xilema formado por este crecimiento es el xilema secundario.

Vasos: Formados por los llamados miembros de vasos, que, en conjunto, forman estructuras alargadas, con paredes secundarias lignificadas que en la madurez no tienen citoplasma ni núcleo (células muertas). Son perforados en sus extremos.

Las perforaciones pueden ser simples (una sola) escaleriformes (en serie paralela), reticuladas (como retículos), o foraminadas (como en *Ephedra* formando grupos de orificios).

La pared secundaria de los vasos se deposita en forma característica para cada tipo, y así hay vasos con engrosamientos anulares -en forma de anillos-, espiralados -en forma de espi-

rales continuos-, escaleriformes -en forma de escalera-, reticulados -como una red- y punteados con engrosamiento casi total, dejando sólo puntuaciones sin pared secundaria.

Este tipo de célula no se presenta en las Gimnospermas, salvo muy raras excepciones.

Traqueidas: Células alargadas de menor diámetro que un vaso, imperforadas, provistas únicamente de pares de puntuaciones en sus paredes comunes, paredes secundarias lignificadas y también exentas de citoplasma y núcleo en la madurez.

La pared secundaria también se deposita en forma característica para cada tipo de traqueida, al igual que en los vasos.

Fibras: Las fibras xilemáticas tienen paredes más gruesas y puntuaciones de bordes más reducidos que las traqueidas de las cuales evolucionaron. También son células imperforadas y normalmente más cortas que las traqueidas.

Son de dos tipos: Las fibrotraqueidas con puntuaciones de bordes menos desarrollados que las traqueidas.

Las fibras libriformes con puntuaciones simples o casi simples.

Células parenquimáticas: Están en el xilema primario y secundario. en el secundario hay dos tipos: las células parenquimáticas axiales derivadas de las células iniciales cambiales fusiformes, y las células parenquimáticas radiales derivadas de las iniciales cambiales radiales.

El xilema primario está formado por protoxilema, xilema que aparece al comienzo de la diferenciación vascular, y que normalmente madura antes que el órgano termine su desarrollo, y metaxilema, que aparece después del protoxilema y está en un proceso de diferenciación mientras el órgano está alargando y madura después que esta elongación termina.

El xilema secundario se sobrepone al xilema primario y se compone de dos sistemas: el vertical o longitudinal (axial), y el horizontal o transversal (radios xilemáticos).

b) EL FLOEMA: Compuesto también de varios tipos de células; pero que no desarrollan paredes tan rígidas como las del xilema (excepto las fibras y esclereidas) y son células vivas.

Sus componentes son: miembros de tubos cribosos
células acompañantes
células parenquimáticas
fibras (muertas en la madurez)
esclereidas (muertas en la madurez)

Al igual que el xilema, el floema que se diferencia en el cuerpo primario de la planta se denomina floema primario, y si la

planta forma tejidos secundarios, el floema se llama floema secundario.

Tubos cribosos: Formados por los llamados miembros de tubo que, en su madurez, carecen de núcleo. A pesar de ello, estructuralmente son células vivas, alargadas, de pared celulósica delgada, con una gran vacuola central, rodeada por un angosta capa de citoplasma. Estas células se conectan entre sí por perforaciones que se presentan en las llamadas placas cribosas. Varios miembros de tubo conectados verticalmente entre sí forman un tubo criboso. (En las gimnospermas no están dispuestas en grupos verticales y se llaman solamente células cribosas).

Células acompañantes: son pequeñas células prismáticas con un gran núcleo y citoplasma denso que se ubica a los lados de las células cribosas, y se comunican con ellas por las paredes laterales que presentan campos de puntuaciones primarias.

El miembro de tubo criboso y la célula acompañante se originan por la división de la misma célula madre.

Las células acompañantes puede ser varias o sólo una. Varían mucho de tamaño pudiendo ser, algunas tan largas como una célula cribosa.

En las gimnospermas no hay células acompañantes, pero presentan las llamadas células albuminosas que se consideran como equivalentes.

Células parenquimáticas: Están en el floema primario y secundario. En el secundario hay dos tipos, al igual que en el xilema, las que forman el sistema vertical o longitudinal junto con los tubos cribosos y células acompañantes, y las que forman el sistema horizontal o transversal derivadas de las células iniciales cambiales radiales.

Fibras: Las fibras floemáticas son células alargadas con forma de huso alargado, de paredes, lignificadas muy gruesas, con puntuaciones simples o ligeramente rebordeadas.

El floema primario, en concordancia con la clasificación del xilema primario en proto y metaxilema, también se divide en profloema y metafloema.

El floema secundario consta de un sistema vertical atravesado por un sistema horizontal, los radios del floema muestra continuidad con el sistema horizontal del xilema, puesto que ambos se originan a partir de un grupo común de células iniciales radiales del cambium. Ambos forman los radios medulares o vasculares.

6.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE TEJIDO VASCULAR

Tallos de Cucurbita
Tallos de Medicago
Tallos de Tilia
Tallos de Nicotiana
Tallos de Trifolium
Tallos de Conífera

6.4 METODO

Obtenga corte transversal de tallo de Cucurbita y tíñalo con rojo neutro. Observe el arreglo del sistema vascular y la disposición del xilema y el floema. Compárelo con un corte longitudinal del mismo tallo.

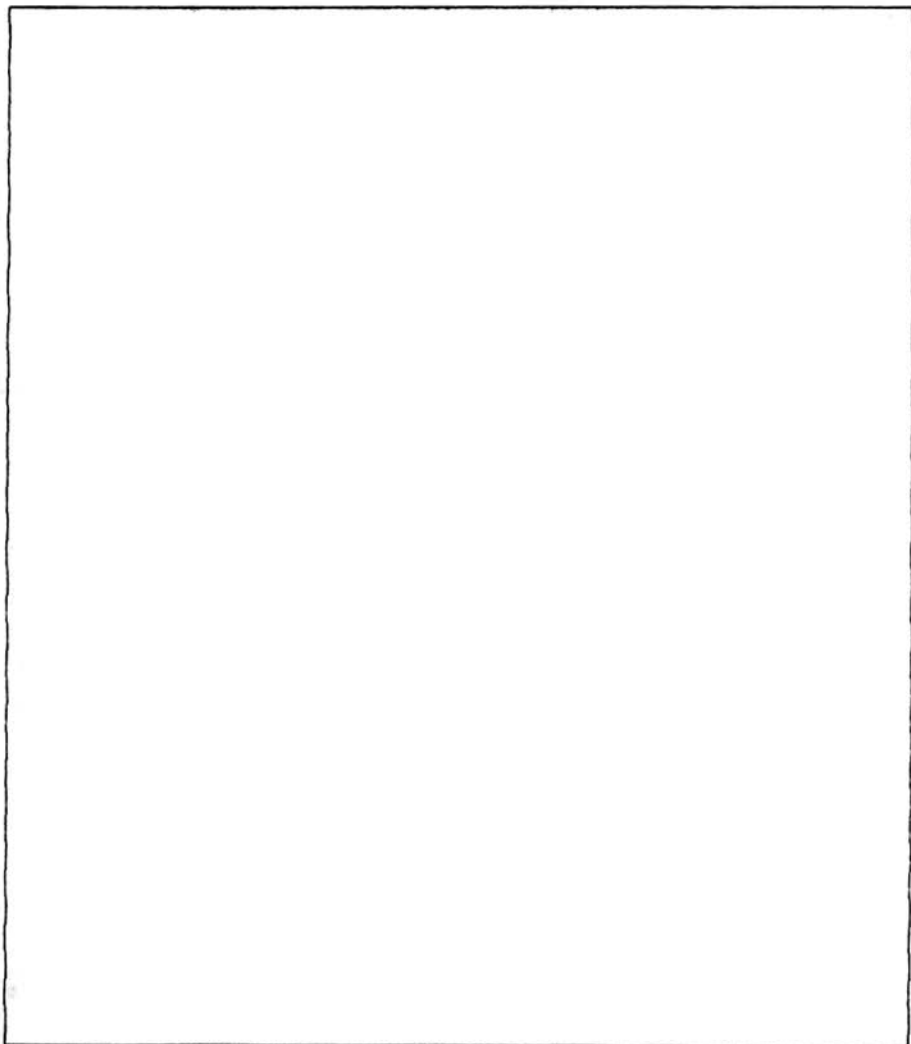
Observe cortes transversales de tallos de Tilia, en especial la forma de los radios vasculares. En corte longitudinal localice un miembro de vaso, poniendo atención en el tipo de depositación y de perforación que se observa.

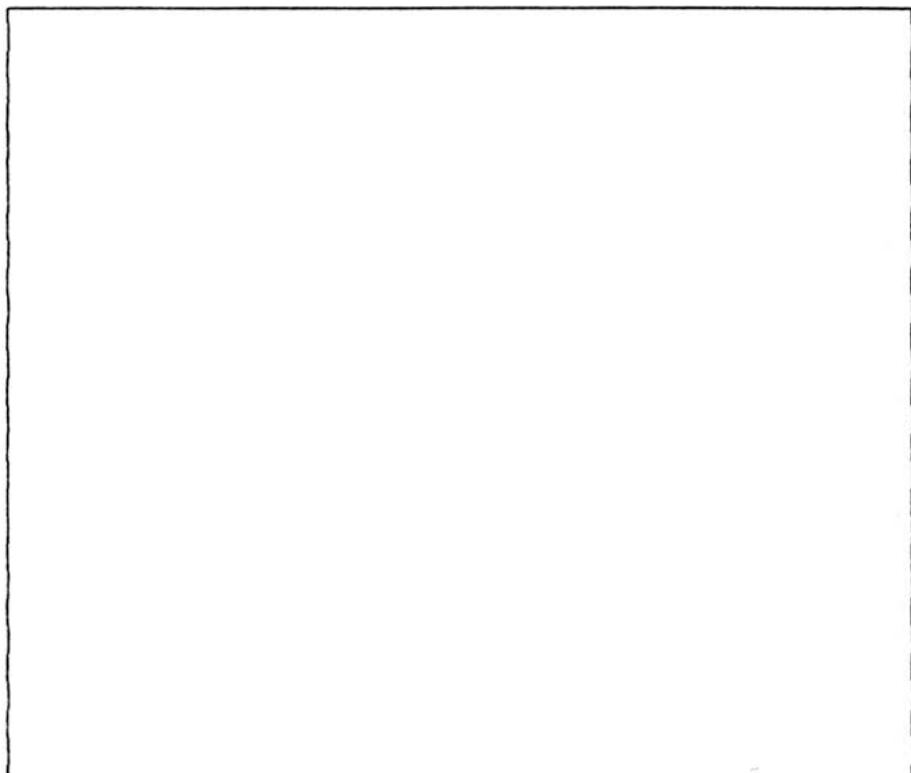
Obtenga cortes transversales y longitudinales de tallos de coníferas y compare su tejido vascular con el de los tallos anteriores.

6.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Siguiendo la metodología de preparación de muestras histológicas descritas en la Introducción, el estudiante debe ser capaz de reconocer, ubicar e identificar las siguientes estructuras:

- Xilema primario
- Xilema secundario
- Floema primario
- Floema secundario
- Radios vasculares
- Cambium vascular
- Vaso
- Tubo criboso y c.acompañante
- Traqueidas.
- Fibras floemáticas y xilemáticas.





6.6 PREGUNTAS

1. ¿Qué diferencias y qué semejanzas existen entre un vaso y una traqueida?
2. ¿Entre un vaso y un tubo?
3. ¿Entre una traqueida y una fibra?
4. ¿Que función desempeña el xilema y el floema?
5. Nombre los elementos del xilema que Ud. observó en sus preparaciones.
6. Nombre los elementos del floema que Ud. observó en sus preparaciones.

7. RAIZ

7.1 OBJETIVO

El estudiante debe ser capaz de:

1. Describir varias funciones específicas de la raíz. Relacionar estas funciones con la estructura, modificaciones o tipos celulares que hacen posible una función particular.
2. Reconocer y describir la estructura, origen y función de los siguientes sistemas radicales o raíces:
 - Raíz pivotante
 - Raíz fibrosa
 - Raíz adventicia
 - Raíz lateral
 - Neumatóforo
3. Describir la caliptra incluyendo su estructura, funciones y rol en la percepción de la gravedad.
4. Describir la estructura y función de la exodermis.
5. Describir y discutir la estructura y función de la corteza, incluyendo la endodermis y banda de Caspary.
6. Describir las células de paso.
7. Describir, reconocer y enumerar funciones del periciclo en raíces.
8. Discutir la dirección de diferenciación del tejido vascular primario.
9. Reconocer dibujar y describir las diferencias básicas entre raíces de monocotiledóneas y dicotiledóneas.
10. Definir:
 - Raíz monarca
 - " diarca
 - " triarca
 - " tetraarca
 - " poliarca
11. Describir la formación secuencial de una raíz lateral

12. Describir y discutir la iniciación del cambium vascular en raíces con crecimiento secundario.
13. Describir la formación de felógeno en raíces.
14. Dibujar una raíz mostrando los posibles pasos del agua a través de las capas celulares.
15. En una serie de dibujos de secciones transversales mostrar los cambios que van presentándose en una raíz de dicotile dónea, desde la caliptra hasta la iniciación del felógeno y cambium vascular.

7.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

La raíz constituye la parte subterránea del eje de la planta especializada en soporte y absorción.

Las raíces presentan una amplia variación morfológica y estructural en relación con sus especializaciones fisiológicas. Las raíces primarias realizan principalmente la función de absorción de agua y sales minerales; otras se desarrollan como órganos de reserva y otras son órganos de sostén.

7.2.1 ESTRUCTURA PRIMARIA

La raíz con crecimiento primario está constituida por:

- El ápice radical: ya visto en práctica de meristemas.
- Epidermis: capa externa en raíces jóvenes que consiste en células estrechamente unidas, de paredes delgadas, sin cutícula ni estomas, típicamente monoestratificada. Una característica notable es el desarrollo de los pelos radicales cuya función principal es la absorción de agua y solutos.
- Exodermis: una o más capas de células vivas subepidérmicas, con paredes suberizadas. Este tejido protector generalmente se presenta en raíces de monocotiledóneas.
- Corteza: formada totalmente o en su mayor parte de parénquima relativamente poco especializado. Es una zona ancha en proporción al diámetro de la raíz, de células poco densas con esclerenquima escaso o ausente.

-**Endodermis:** salvo raras excepciones, las raíces de las plantas vasculares están provistas de un cilindro uniseriado de células llamado endodermis y que representa el límite interno de la corteza.

Durante el crecimiento primario, esta capa aparece como un cilindro de células vivas cuyas paredes radiales y transversales están provistas de la llamada Banda de Caspary. La estructura y composición química de esta banda, aún no completamente aclarada, es en su mayor parte de lignina y suberina. Por esta razón, la endodermis se considera fisiológicamente importante en el control de la entrada de sustancias hacia el sistema vascular y para impedir la pérdida de agua y solutos hacia la corteza.

- **Periciclo:** El límite externo del sistema vascular primario de la raíz está constituido por una capa de células denominadas periciclo. En la mayoría de las raíces es uniseriada y queda en contacto directo con el protoxilema. Es un tejido que retiene la potencialidad meristemática dando origen a las raíces laterales, el felógeno y porciones del cambium vascular.

Los apéndices de la raíz o raíces laterales se van a originar por sobre la región de crecimiento más activo.

- **Cilindro vascular:** sin duda, una de las características más distintivas en la anatomía de la raíz es el modo de desarrollo y ordenamiento de los tejidos vasculares primarios. Estos se ordenan en forma alternada y radial, es decir que bandas de floema alternan con bandas de xilema, pudiendo éstas última extenderse hacia el centro de la raíz y ocupar todo el eje o bien cortarse y dejar una médula al centro.

El xilema primario está formado por el protoxilema (cercano al periciclo y con elementos de menor diámetro) y el metaxilema (hacia el centro, con elementos de mayor diámetro).

El protoxilema se ubica en la periferia del cilindro vascular formando los llamados "polos" de protoxilema, que pueden ser 1, 2, 3, 4 o varios (raíz monarca, diarca, triarca, tetraarca, poliarca).

El floema primario, formado por el proto y metafloema se ubica entre los polos del xilema. El protofloema se halla más cerca de la periferia del cilindro y el metafloema hacia el interior.

- **Médula:** generalmente no se presenta en raíces, pero si existe, está formado en su mayor parte por células parenquimáticas. Es un tejido esponjoso ubicado al centro de la raíz.

Los apéndices de la raíz se van a originar por sobre la región de crecimiento más activo. Tampoco hay nudos ni entrenu-

dos y por consiguiente, se desarrolla con mayor uniformidad que el de brote.

7.2.2 ESTRUCTURA SECUNDARIA

Las raíces de muchas dicotiledóneas herbáceas y todas las gimnospermas y dicotiledóneas leñosas exhiben crecimiento secundario, que se caracteriza por la presencia de:

- **Peridermis:** es un tejido protector que reemplaza a la epidermis. Se forma a partir del periciclo que origina un felógeno que formará un tejido suberoso o corcho hacia el exterior y una felodermis hacia el interior; lo que implica una ruptura y desprendimiento de la corteza junto con la endodermis y la epidermis. El conjunto de corcho, felógeno y felodermis recibe el nombre de peridermis.

- **Cambium vascular:** es una corrida de células de potencial meristemático ubicada entre xilema y floema secundarios. El cilindro vascular pierde su forma característica con polos de protoxilema para adquirir la forma de un cilindro continuo por la diferenciación de las células del procambium (ubicadas entre el floema y xilema primarios) en cambium vascular, y por la actividad del periciclo, que también se diferencia, en parte, en cambium vascular. Este cambium, al dividirse origina un cilindro completo de xilema y floema secundarios, rodeando completamente al xilema primario.

Por efecto del crecimiento secundario los elementos cribosos del floema primario son aplastados y algunas de las células restantes se diferencian en fibras. El xilema primario también se aplasta por efecto de este crecimiento. El cambium que se origina en el periciclo, por fuera de los polos del xilema, forma amplios radios vasculares.

Las raíces con limitada proporción de crecimiento secundario pueden conservar su corteza y desarrollar una exodermis o epidermis superficial y una endodermis engrosada con depositación secundaria.

7.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE LA RAIZ

Raíces de plántulas de cualquier angiosperma, (*Allium sativum*, (ajo), *Silene sp.* *Phaseolus*, etc.).

Raíces de gimnospermas.

Raíces de gramíneas (actualmente Poáceas)

7.4 METODO

Realice tres cortes transversales a diferentes alturas, de una raíz, recién germinada de poroto; uno lo más cerca del ápice; otro en la zona de elongación; y el último en la zona de diferenciación. Póngalos en un portaobjeto y tíñalos con una solución de rojo neutro. Observe la evolución del cilindro vascular desde la más cercana al ápice hasta la más cercana al cotiledón.

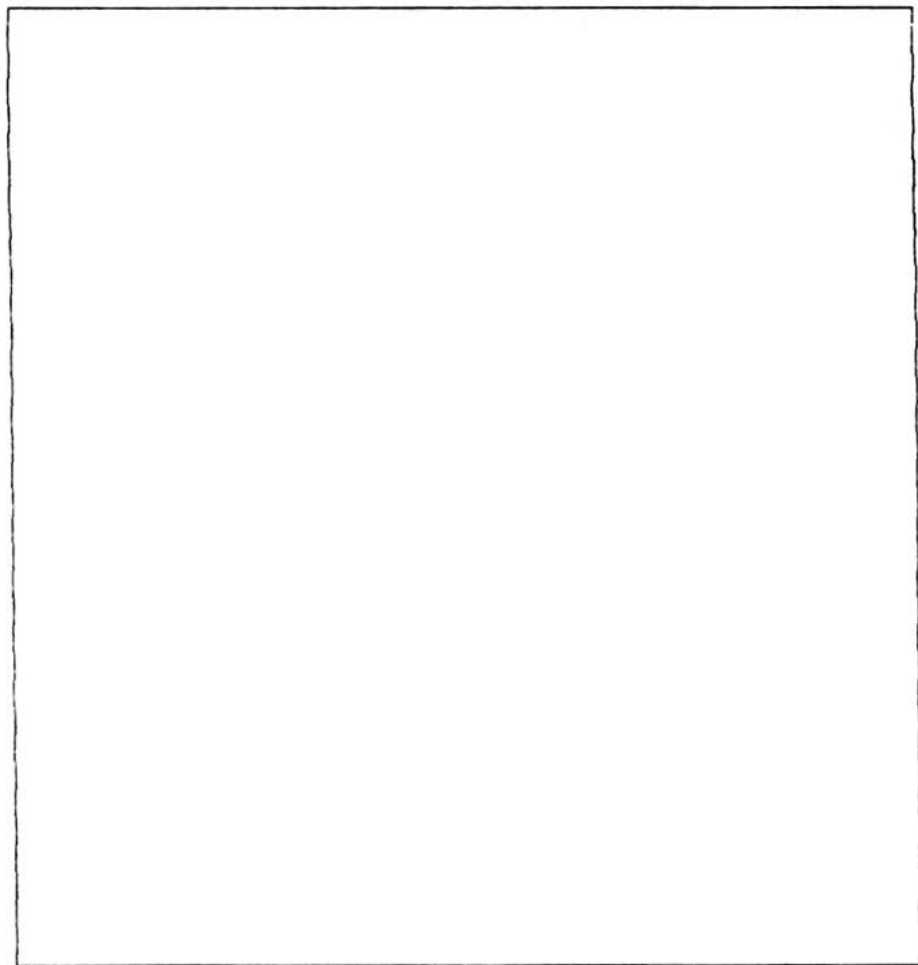
Haga un corte transversal y uno longitudinal muy delgado de las diferentes raíces y tíñalos con una solución de rojo neutro.

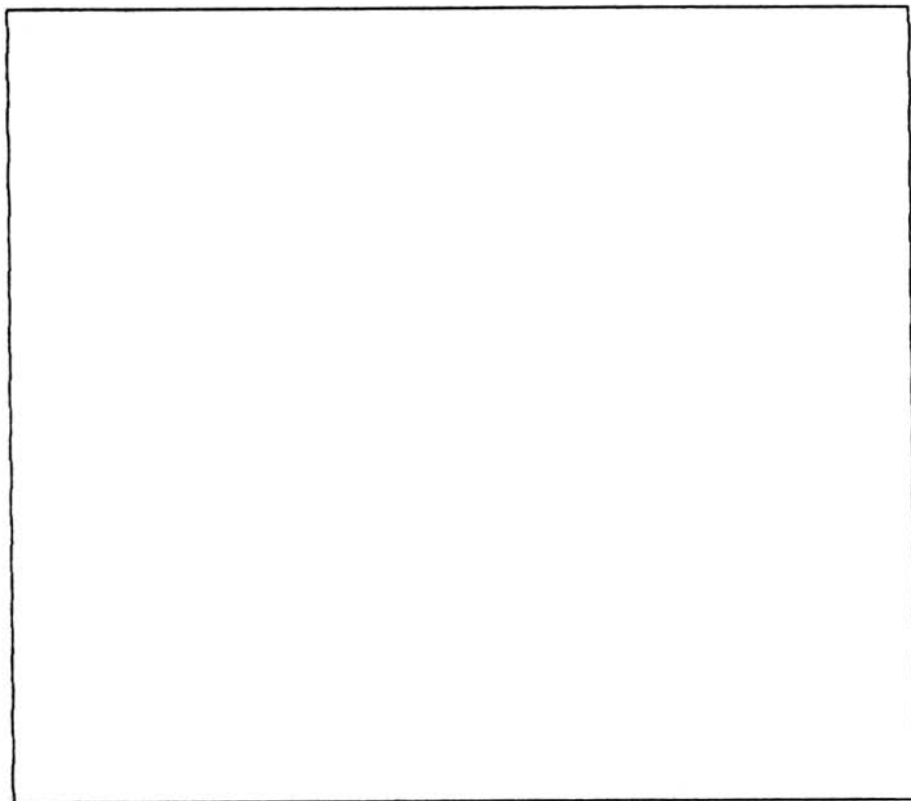
Indique si lo que ve es una raíz con crecimiento primario o secundario.

7.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Siguiendo la metodología de preparación de muestras histológicas descritos en la Introducción, el estudiante debe ser capaz de reconocer, ubicar e identificar las siguientes estructuras:

- Epidermis
- Corteza
- Endodermis
- Periciclo
- Xilema (proto y meta)
- Exodermis
- Banda de Caspary
- Pelo radical
- Cambium vascular
- Floema (proto y meta)





7.6 PREGUNTAS

1. ¿Cuántos polos de protoxilema presentan las raíces de crecimiento primario observadas en la práctica? De acuerdo con esto ¿Qué tipo de raíz sería?
2. ¿Cuál es la características más evidente (al microscopio) para distinguir a una raíz con crecimiento primario de una con crecimiento secundario?
3. Explique el desarrollo de una raíz lateral (desde que comienza a formarse hasta que sale al exterior)
4. Relacione la función de la raíz con su estructura (tanto interna como externa).
5. ¿Qué son los pelos radicales y qué función desempeñan?

8. EL TALLO

8.1 OBJETIVOS

El alumno debe ser capaz de:

1. Definir el concepto de filotaxis
2. Explicar y describir los siguientes tipos de filotaxis:
 - Espiralada
 - Dística
 - Decusada
 - Verticilada
3. Dibujar un corte transversal de tallo con todos los tejidos primarios desde la epidermis hasta la médula.
4. Definir, dibujar y dar ejemplos de:
 - Haz colateral
 - Haz bicolateral
 - Haz anfivasal
 - Haz anficribal
5. Describir completamente la diferenciación de los tejidos primarios, especialmente tejido vascular en un tallo, usando dibujos de cortes longitudinales y transversales.
6. Describir la distribución y dirección de diferenciación y maduración del procambium, floema primario y xilema primario.
7. Definir y discutir el origen y formación de:
 - Cambium fascicular
 - Cambium interfascicular
 - Cambium vascular
8. Describir los modelos de distribución de los tejidos secundarios en tallos.
9. Dibujar en cortes transversales, las etapas del proceso de formación del cambium vascular, en diferentes tipos de tallos.
10. Describir y discutir el origen del felógeno en tallos.

11. Dibujar, reconocer, describir y dar las funciones, características y origen de los siguientes tejidos, células o estructuras:

- Felema
- Felodermis
- Corteza
- Ritidoma
- Lenticela

12. Nombrar y caracterizar todos los tejidos de tallos modificados. Dibujarlos.

8.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

El comienzo de la organización del tallo se encuentra en el sistema hipocotilo-cotiledón, en el cual el hipocotilo es la primera unidad del tallo y los cotiledones las primeras hojas.

Una característica del tallo en estado primario de desarrollo es su división en nudos y entrenudos. Estos últimos se desarrollan entre los nudos por crecimiento intercalar, cuya duración puede ser más o menos prolongada según la especie vegetal, las condiciones del medio ambiente y el tipo de tallo.

Las características del tallo debidas a la alternancia de nudos y entrenudos vienen influenciadas por la filotaxis (disposición de las hojas). Cada nudo puede llevar 1, 2 o varias hojas y la disposición de ellas será entonces alterna, opuesta o verticilada respectivamente.

8.2.1 TALLO DE DICOTILEDONEA

Estructura primaria: los tejidos primarios del tallo se originan de la protodermis, meristemo fundamental y procambium. Estos son:

- **Epidermis:** tejido bien definido, formado generalmente por una sola capa de células de paredes delgada, con estomas y varios tipos de tricomas intercalados entre las células epidermales propiamente tales.

En plantas herbáceas, la epidermis persiste a través de

toda la vida de la planta; sin embargo en tallos leñosos, esta capa se destruye como resultado del crecimiento en diámetro y por la formación de la peridermis.

- **Hipodermis:** algunas plantas presentan una o más capas sub-epidermales, que se originan del meristemo fundamental, con características muy semejantes a la epidermis.

- **Corteza:** bajo la epidermis se encuentra una zona de tejido de grosor variable, formado, en su mayor parte, por células parenquimáticas que en muchos aspectos se parece a las de la médula. En muchos tallos este parénquima cortical puede cumplir funciones fotosintéticas y de almacenaje de reservas, como almidón y otros productos metabólicos. Sin embargo, a menudo la corteza es histológicamente más compleja, exhibiendo una capa sub-epidérmica de colénquima o fibras, que pueden desarrollarse como cilindros continuos de células, o como bandas separadas, y una capa interna de parénquima. También pueden encontrarse en la corteza otro tipo de células como: células secretoras, idioblastos, tubos laticíferos, esclereidas.

- **Cilindro vascular:** consiste, generalmente, en haces vasculares separados, formados por floema, procambium y xilema, dispuestos en forma de cilindro alrededor de la médula y localizados entre ésta y la corteza. El xilema de cada haz se halla próximo a la médula y el floema está dirigido hacia la corteza. El procambium está constituido generalmente por una capa de células que conservan su condición meristemática y por consiguiente, siguen dividiéndose. Está localizado entre el xilema y el floema en cada uno de los haces vasculares.

Estos haces están unidos entre sí por masas radiales de células parenquimáticas denominadas radios medulares. Los radios aparecen como extensiones de la médula dirigidos hacia la corteza por entre los haces. Si está presente el periciclo, se halla por fuera del tejido vascular, entre éste y la corteza. Puede estar formado por varias capas de células parenquimáticas. En algunos tallos se encuentra una endodermis inmediatamente por fuera del periciclo pero no ofrece la estructura bien definida que manifiesta en las raíces.

En muchos tejidos primarios de los tallos se puede encontrar tejido esclerenquimático, formado por fibras o esclereidas; se ubican generalmente, inmediatamente por fuera del floema formando una banda continua o irregular alrededor del tejido vascular.

El xilema primario está formado por el proto y metaxilema y el floema por el proto y metafloema. En los tallos de dicotiledóneas la dirección de desarrollo del xilema es opuesta a la dirección que presenta en la raíz, es decir, en el tallo se alejan del centro y se denomina disposición endarca (origen interno). En la raíz es disposición exarca (origen externo).

- **Médula:** el centro del tallo está ocupado por una columna de tejido llamado Médula. A menudo consiste sólo de parénquima, pero puede presentar a veces; esclereidas, idioblastos, tubos laticíferos y en raras ocasiones haces vasculares medulares.

En muchas plantas herbáceas, la rápida elongación y expansión radial del tallo resulta en una destrucción parcial o completa de la médula, quedando en este caso un tallo hueco.

Estructura secundaria: el desarrollo de los tejidos primarios determinan el crecimiento en longitud de los tallos, y hasta cierto punto, el espesor. En la mayoría de las dicotiledóneas y gimnospermas, especialmente plantas leñosas, el crecimiento en espesor se lleva a cabo gracias al desarrollo de tejidos secundarios. Estos derivan de la actividad del cambium o de tejidos ya completamente diferenciados. Existen dos tipos principales de tejidos secundarios, los tejidos vasculares secundarios y el peridermo.

- **Tejidos vasculares secundarios:** después que se han formado los tejidos primarios y a veces, incluso, antes que se hallen completamente diferenciados, comienzan a desarrollarse los tejidos secundarios del cilindro vascular. En muchos tallos se desarrolla un cilindro completo de cambium. En tallos con haces separados, el cilindro completo se forma a partir del procambium del haz vascular, (cambium fascicular) y de células de cambium adicionales diferenciados a partir del parénquima ubicado entre los haces (cambium interfascicular).

Las nuevas células formadas por la división del cambium se diferencian dando lugar al xilema y floema secundario. Estas adiciones de tejido al floema y al xilema hacen que el tallo aumente de diámetro. En algunos árboles muy viejos, el cilindro cambial ha permanecido en actividad durante mil años o más, dando origen anualmente a nuevos tejidos secundarios.

- **Floema secundario:** se parece generalmente al floema primario hasta tal punto, que no resulta posible determinar donde acaba uno y comienza el otro. Además, no existe de ordinario gran diferencia entre el tamaño de las células o las proporciones relativas de los diferentes tipos celulares. Si embargo, al ir creciendo el tallo, el floema primario y el floema secundario más viejos son empujados hacia afuera y sometidos cada vez a mayor esfuerzo, hasta que se desgarran y pierde su función.

El floema más joven está siempre situado en la proximidad del cambium.

- **Xilema secundario:** los tipos de células que lo integran son, en general los mismos del xilema primario pero, los tipos y las proporciones relativas de ellos, suelen ser completamente diferentes. En general los vasos y traqueidas

del xilema secundario tienen la pared secundaria depositada en forma escaleriforme o punteada. Además, la organización general del xilema secundario es mucho más regular que en el xilema primario.

- **Radios xilemáticos (leñosos) y floemáticos:** es un rasgo característico del xilema y floema secundario de muchas dicotiledóneas y gimnospermas. Están formados por filas de células parenquimáticas vivas, generalmente con reservas nutritivas y dispuestos radialmente a través del tejido vascular. Se originan de las células iniciales radiales del cambium vascular.

- **anillos anuales:** cuando se observa un xilema secundario en corte transversal aparece formado por una serie de capas concéntricas. Cada capa corresponde a una incorporación anual del xilema. El espesor del anillo depende de la cantidad de xilema elaborado en un año determinado.

Cada anillo consta de una capa interna de leño de primavera y otra externa generalmente más compacta, de leño de verano. Ambas difieren por el tamaño de las células, tipos de éstas y disposición de la mismas.

La edad de un tallo puede determinarse mediante el recuento de sus anillos aunque, ocasionalmente, pueden formarse falsos anillos debido a diferentes causas como son: sequía, ataques de insectos, heladas, etc. Aunque la formación anual del floema es semejante al del xilema, los incrementos anuales no aparecen formando anillos debido a que no existe una diferencia tan marcada de las células formadas en los diferentes períodos.

El primer anillo anual estará formado por todo el xilema primario y por el xilema secundario del primer año.

- **Albura y duramen:** en muchos tallos el xilema más joven o el último formado, cuya función es principalmente la conducción y almacenamiento de alimentos se denomina albura, por presentar un color más claro que el resto del xilema. La madera más vieja aparece teñida debido a la acumulación de aceite, resinas y materias colorantes; las cavidades aparecen obturadas por tilosas y/o por depositaciones de materiales gomosos que impiden la conducción. Este xilema recibe el nombre de duramen. El duramen proporciona generalmente una madera más duradera que la albura y es de mayor valor comercial que ésta.

- **Peridermo:** mientras los tejidos secundarios comienzan a formar el sistema vascular, otro tipo de tejido secundario comienza a desarrollarse en la región cortical: el peridermo. Formado por tres capas, una capa meristemática denominada felógeno o cambium corchoso; el felema o capa suberosa o corcho formada externamente y la felodermis formada junto a la corteza. La peridermis es un tejido de protección que reemplaza a la epidermis. Puede formarse de

células de la epidermis, corteza, (a cualquier nivel), periciclo, floema primario y finalmente floema secundario.

- **Lenticelas:** en algunos tallos, las células suberificadas del felema forman una cubierta impermeable a la humedad, que recubre a los tejidos vivos del tallo. Esta capa es también más o menos impermeable a los gases, por lo que el intercambio gaseoso entre el interior y el exterior del tallo será difícil de no ser por las lenticelas. Se desarrollan a partir del felógeno inmediatamente bajo aquellos lugares de la epidermis donde se hallan situados los estomas. En estos lugares el felógeno, en vez de desarrollar corcho, forma una masa de células parenquimáticas, sueltas y de paredes delgadas con muchos espacios llenos de aire. Estas células se proyectan por encima de la superficie del tallo apareciendo como pequeños puntos o prominencias.

8.2.2 TALLO DE GIMNOSPERMA

Muy semejantes al de dicotiledóneas. La principal diferencia entre ambos radica en los tipos de células que constituyen el floema y el xilema.

El xilema está formado casi completamente por traqueidas y fibro-traqueidas, con puntuaciones rebordeadas. La sección transversal de las traqueidas presenta paredes gruesas y forma aproximadamente cuadrada. El xilema está atravesado por numerosos radios vasculares uniseriados. En muchas especies hay canales resiníferos muy visibles que corren radial y longitudinalmente. Estos conductos están revestidos por células parenquimáticas o intervienen en la secreción y conducción de la resina.

El xilema carece de vasos y fibras libriformes y en algunas especies incluso no se encuentra parénquima. Los anillos anuales se diferencian por el tamaño de las traqueidas formadas en primavera, en relación a las formadas en verano.

Otro rasgo característico de los tallos de las gimnospermas es la completa ausencia de células acompañantes en el floema, en el que, a cambio, se encuentran células cribosas y albuminosas.

Las coníferas en conjunto figuran entre los árboles madereros más importantes.

8.2.3 TALLO DE MONOCOTILEDONEA

Constituidos, generalmente, por tejidos solamente primarios, originados a partir de los meristemos apicales y meristemos intercalarios.

Están formados por un tejido fundamental muy semejante al de la médula de las dicotiledóneas, con haces vasculares aislados que atraviesan verticalmente este tejido. Una capa epidérmica recubre exteriormente el tallo. En muchas monocotiledóneas, un tejido compuesto por varias capas de esclerenquima endurecido y de paredes muy gruesas forma un cilindro inmediatamente por debajo de la epidermis. Algunos tallos tienen, en la madurez, el centro hueco.

Los haces vasculares muestran una distribución dispersa, o agrupados en la parte central del tallo. Carecen de cambium vascular.

El floema está constituido por tubos cribosos y células acompañantes. El xilema está formado por vasos anillados, espiralados y punteados especialmente, algunas fibras y parénquima, localizándose éste hacia el centro del tallo. Generalmente existe una capa de tejido esclerenquimático de varias células de espesor que rodean más o menos completamente cada haz vascular.

8.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DEL TALLO

Dicotiledóneas herbáceas:	Pelargonium, Brassica, Trifolium
Dicotiledóneas leñosas	: Salix, Quercus, Tilia, Populus
Monocotiledóneas	: Triticum, Lolium, Zea
Gimnospermas	: Pinus, Cedrus

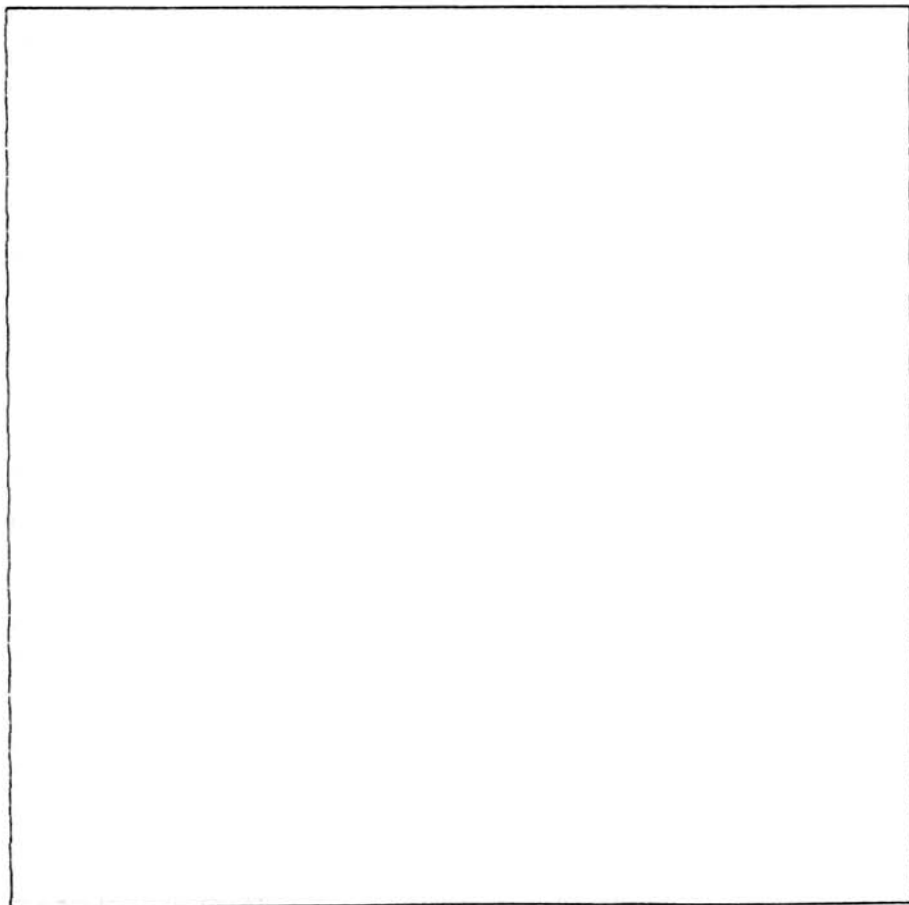
8.4 METODO

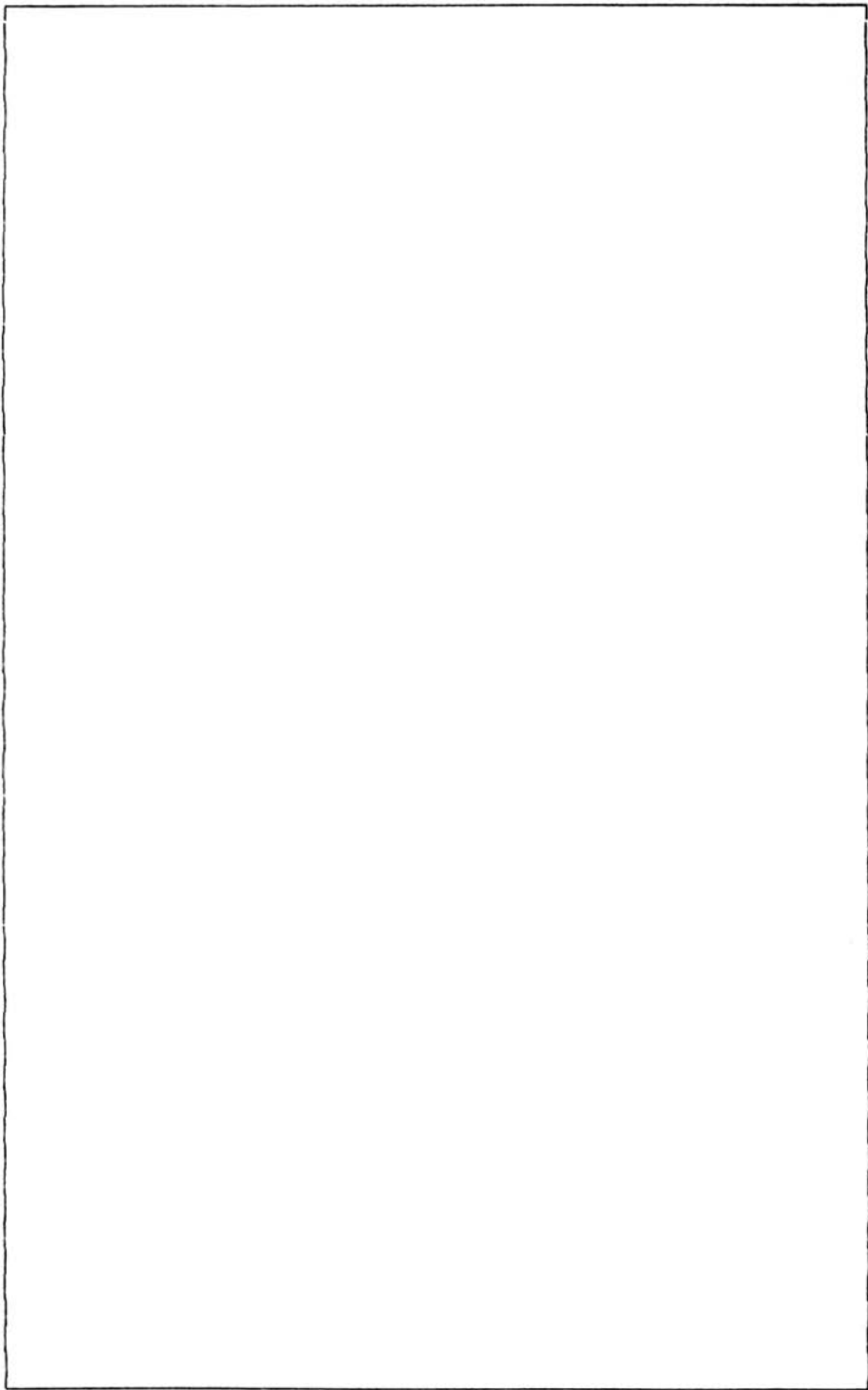
Haga un corte transversal muy delgado de cada tallo, tiña con una solución diluida de rojo neutro y observe al microscopio comenzando con el menor aumento.

8.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Siguiendo la metodología de preparación de muestras histológicas descritas en la Introducción, el estudiante debe ser capaz de reconocer, ubicar e identificar las siguientes estructuras:

- Existencia o no peridermo
- Disposición y estructura de haces vasculares (dicotiledóneas herbáceas y monocotiledóneas)
- Disposición y estructura de haces vasculares (dicotiledóneas leñosas y gimnospermas)
- Anillos de crecimiento (dicotiledóneas leñosas y gimnospermas)
- Lenticelas
- Canales resiníferos (gimnospermas)
- Cambium interfascicular y cambium vascular
- Epidermis, corteza y médula
- Distribución del parénquima axial (dicotiledóneas leñosas y gimnospermas)





8.6 PREGUNTAS

1. Compare un corte transversal de tallo con uno de raíz, ambos con crecimiento secundario. ¿Existe alguna diferencia?
2. ¿Puede existir cambium en un tallo de monocotiledónea?. Justifique.
3. Haga una lista de semejanzas y diferencias entre el leño de conífera y el de latifoliada (dicotiledónea).
4. ¿Cual es la función del periciclo y de qué zonas es posible que aparezca?
5. Dibuje una secuencia de cortes transversales en que se muestre el paso de crecimiento primario a secundario.
6. ¿Qué relación hay entre los conceptos de albura-duramen y anillos de crecimiento?
7. Determine la edad del proto-xilema del tallo más viejo que Ud. haya cortado en el laboratorio.
8. ¿Que tipo de células forma el cambium vascular en una conífera? ¿y en una dicotiledónea?
9. Entre los tres grupos de plantas que Ud. observó en el laboratorio (mono, di y policotiledóneas) ¿cuál es a su juicio la más eficiente del punto de vista estructural y de transporte?. Justifique.

9. LA HOJA

9.1 OBJETIVOS

El alumno debe ser capaz de:

1. Discutir el concepto de brote y describir el origen de la hoja.
2. Describir y diagramar el desarrollo de una hoja dicotiledónea típica y discutir la función de cada meristemo de los que se forman.
3. Describir las características anatómicas generales de una hoja.
4. Reconocer y describir la epidermis de una hoja madura y sus posibles modificaciones anatómicas.
5. Reconocer y describir la anatomía del mesófilo de una hoja adulta y sus posibles variaciones anatómicas.
6. Definir:
 - Mesófilo esponjoso (parénquima esponjoso)
 - Mesófilo de empalizada (parénquima empalizada)
 - Vaina del haz
 - Extensión de la vaina del haz
 - Tejido de transfusión (gimnospermas)
 - Parénquima plegado (pinos)
7. Comparar y discutir en términos generales la estructura de una hoja xerofítica, mesofítica e hidrofítica.

9.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

La hoja contiene el mismo sistema de tejidos que el tallo- el dérmico, el vascular y el fundamental- aunque dada su función presenta una distribución, cantidad y localización distinta. La superficie externa relativamente grande, amplios espacios aéreos en su interior, la abundancia de cloroplastos y la estrecha relación espacial entre el tejido fundamental y el vascular hacen que este órgano sea el mejor capacitado para la fotosíntesis. Generalmente no tiene tejidos de reserva, no forma peridermis y consta sólo de tejidos primarios.

Para el estudio de epidermis y parénquima de hoja, ver los capítulos respectivos de esta guía.

El sistema vascular o venación de las hojas puede presentarse reticulado o paralelo. Es común en las dicotiledóneas la nervadura reticulada, caracterizada por una red de haces vasculares formados por anastomosis. Las monocotiledóneas, en cambio, presentan venas paralelas que sólo convergen en la base y en el ápice de la hoja. Por lo general, las coníferas poseen un menor número de haces vasculares, llegando a tener sólo uno en algunas especies de pinos (aproxilón).

- **Vaina de los haces:** Los haces de las hojas están rodeados por un parénquima compacto llamado vaina del haz. En las dicotiledóneas el parénquima es alargado en el sentido de los haces y en ocasiones se extiende desde una epidermis a la otra. Esta vaina puede incluir esclerénquima.

Las monocotiledóneas pueden presentar dos tipos de vainas; una parenquimatosa con cloroplastos, y otra más interna, de paredes más engrosadas y sin cloroplastos.

En general, el principal sostén de las hojas es el sistema vascular, pero en algunas especies y en especial las gramíneas pueden formar fibras asociadas a la vaina del haz, por una de las caras de la hoja o por ambas. Típicamente las grandes hojas de las dicotiledóneas forman colénquima por debajo de la epidermis o en el borde del limbo.

Las coníferas no tienen un limbo aplanado, sino que su sección transversal elipsoidal, triangular o semiaplanada. En el centro contienen uno o dos haces vasculares rodeados de un tejido vascular llamado tejido de transfusión. La capa de parénquima más externa es la endodermis. El tejido periférico de la hoja es la epidermis y puede presentar una hipodermis compuesta de esclerénquima.

9.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE LA HOJA

Hojas de monocotiledóneas, dicotiledóneas y gimnospermas.

9.4 METODO

Estructura epidermal: revise la práctica de tejido epidermal y la lista de objetivos para recordar las estructuras y terminología.

- Haga cortes transversales muy delgados de las hojas y tíñalos con solución de rojo neutro.

Fíjese especialmente en los tricomas, estomas y otras modificaciones.

Describa la célula epidermal propiamente tal y la modificada.

- Por medio de pinzas o uñas separe un trozo de epidermis del resto de la hoja y colóquelo sobre una gota en un portaobjeto agréguele una gota de solución rojo neutro y cúbralo. Tenga cuidado de colocarlo con la superficie externa hacia arriba para no aplastar los tricomas.

Dibuje todo lo observado (estomas en corte y de planta, tricomas de planta y corte, células epidermales de planta y corte).

Mesófilo: con los mismos cortes transversales anteriores observe ahora el tejido que forma la masa fundamental de la hoja.

- Reconozca y dibuje al parénquima de empalizada y el esponjoso en los distintos tipos de hojas que recibió.

Tejido vascular: (venas). Nuevamente, con los mismos cortes anteriores y una vez realizada y revisada la guía de tejido vascular, ubique el tejido vascular en las hojas.

- Indique el xilema y floema en la vena central y señale las características de ella.

- En la hoja de pino ubique el tejido de transfusión.

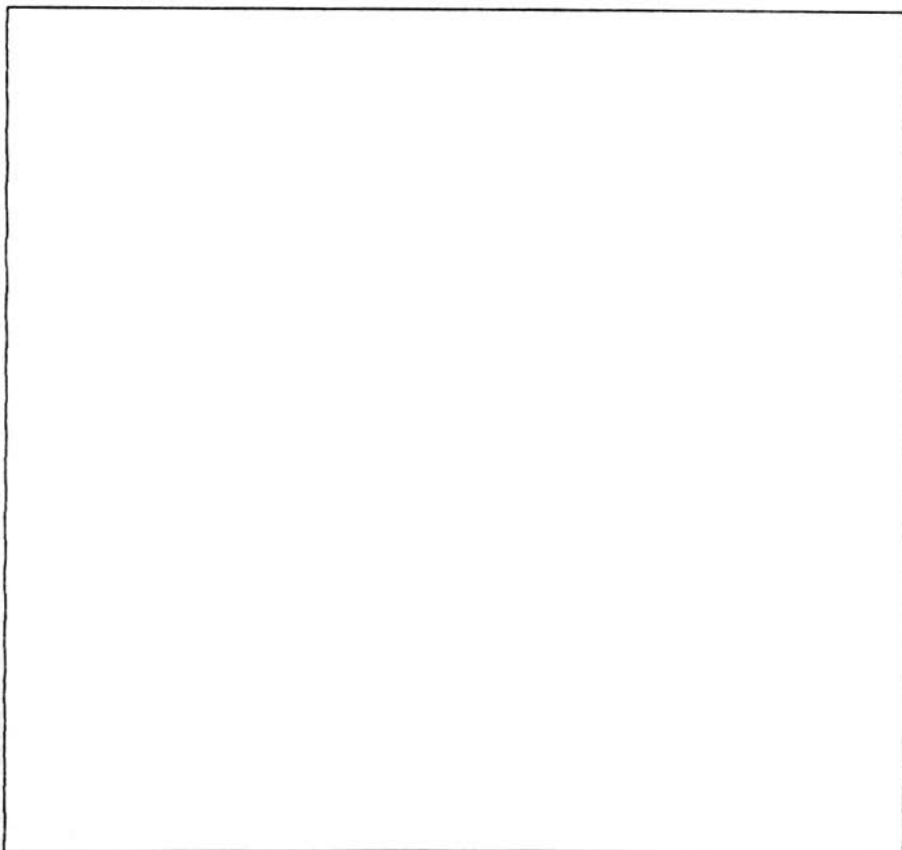
- Una vez estudiados todos los tipos de hojas haga una comparación entre hoja dicotiledónea, monocotiledónea y gimnosperma. Además, entre xerofítica, mesofítica e hidrofítica.

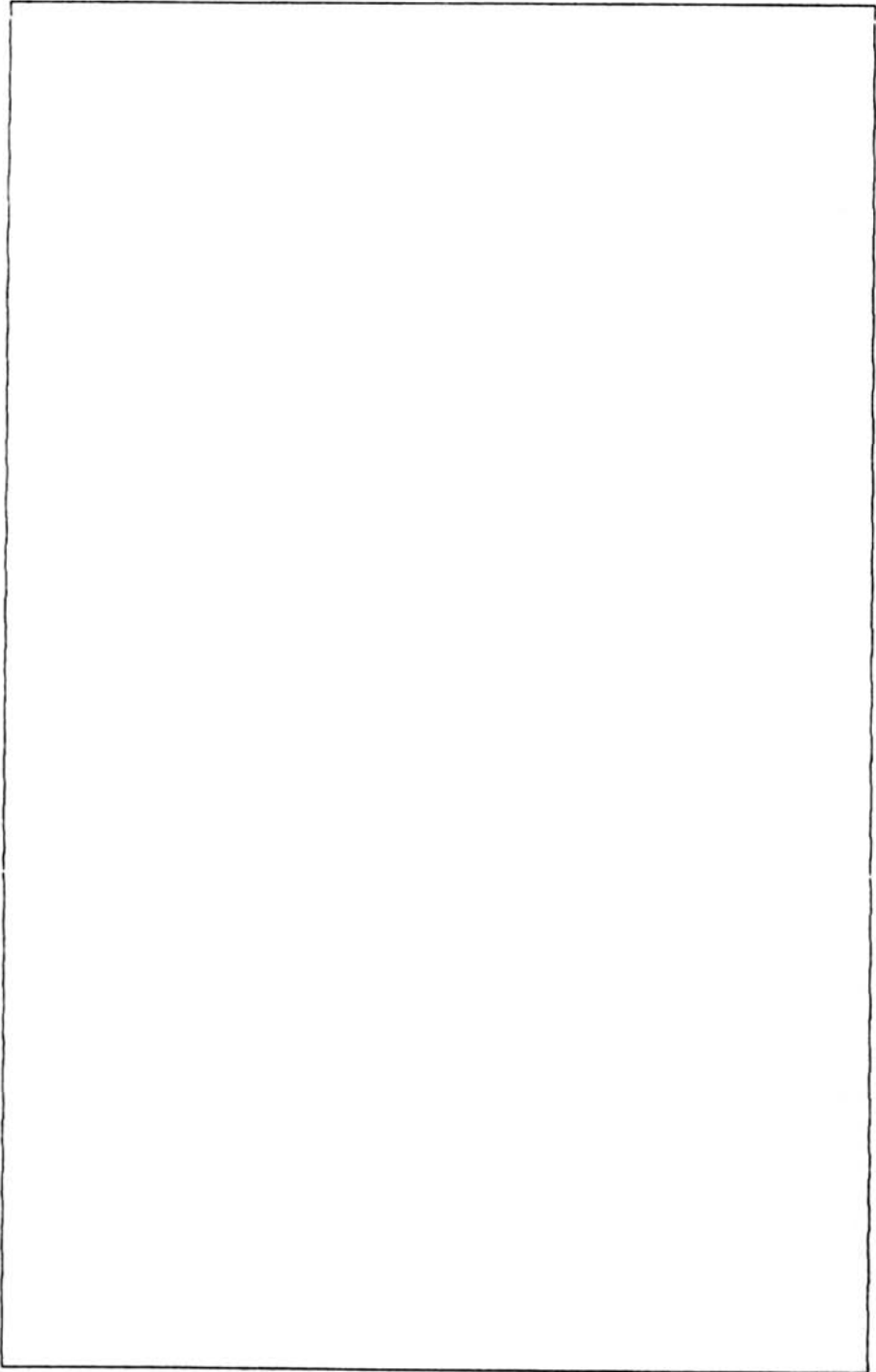
9.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Siguiendo la metodología de preparación de muestras histológicas descritas en la Introducción, el estudiante debe ser capaz de reconocer, ubicar e identificar las siguientes estructuras:

Hojas de Monocotiledóneas, dicotiledóneas y conífera

- Epidermis
- Mesófilo
- P. de empalizada
- P. esponjoso
- P. plegado
- Vaina del haz
- Haces vasculares
- Modificaciones epidermales
- Tejido de transfusión
- Endodermis
- Hipodermis
- Cara abaxial
- Cara adaxial





9.6 PREGUNTAS

1. ¿Qué características anatómicas puede presentar una hoja xerófitas? ¿Una hoja hidrófitas?
2. Describa el haz vascular central y los tejidos adyacentes de las hojas
3. ¿Qué características epidermales presentan las hojas observadas? Refiérase a todos los tipos celulares epidermales.
4. ¿Por qué existen diferencias entre la estructura del mesófilo de dicotiledónea y el de monocotiledónea?
5. Compare, mediante esquemas de las secciones transversales de las hojas, los tres tipos que Ud. observe.

10. La Flor

10.1 OBJETIVOS

El alumno debe ser capaz de:

1. Describir el proceso de formación de una flor
2. Definir, los siguientes términos y describir su estructura anatómica:
 - Sépalo
 - Ovario
 - Ovulo
 - Estilo
 - Estigma
 - Filamento
 - Conectivo
 - Antera
 - Grano de polen
 - Núcleo secundario
 - Sinérgida
 - Antípoda
 - Tapete
 - Endotecio
3. Definir:
 - Microsporogénesis
 - Microsporofito
 - Microsporangio
 - Microsporocito
 - Microspora
 - Células esporogénicas primarias
 - Gametofito masculino microgametofito
 - Tapete
 - Endotecio
 - Célula generativa
 - Célula vegetativa
 - Espermatozoide
 - Exina
 - Intina
4. Definir:
 - Megasporogénesis
 - Célula arquepórica
 - Megasporofilo
 - Megasporocito
 - Megasporangio
 - Megaspóra
 - Gametofito femenino o megagametofito
5. Describir el proceso de formación de los granos de polen, comenzando desde una antera inmadura.
6. Describir el proceso de formación de la célula huevo comenzando desde un óvulo inmaduro.
7. Describir el proceso de fecundación.

10.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

La flor es un conjunto de estructuras o partes florales fértiles y estériles que se ubican sobre un eje o receptáculo. Las estructuras estériles son los sépalos (que forman el cáliz) y los pétalos (que forman la corola). Cáliz y corola juntos se denominan perianto. Si el perianto no está diferenciado en cáliz y corola, los elementos que lo componen se llaman tépalos. Las estructuras fértiles o reproductivas son los estambres (microsporofilos) y los carpelos (megasporofilos). Los estambres constituyen el androceo; los carpelos, el gineceo.

El brote vegetativo, es decir, el que origina tallo y hojas, tiene un crecimiento indeterminado. En cambio la flor muestra un crecimiento determinado.

Una flor puede carecer de ciertas partes. Si el gineceo o androceo están ausentes, la flor se llama unisexual o imperfecta. Por el contrario, si todos los elementos florales están presentes se denomina perfecta.

Las flores pueden ser solitarias o estar agrupadas en una inflorescencia.

Los sépalos y pétalos presentan una estructura interna semejante a las hojas. Tienen un parénquima fundamental, un sistema vascular más o menos ramificado y una epidermis. Hay células que contienen cristales, látex, taninos, cromoplastos, pigmentos y otras sustancias. En algunas flores las paredes anticlinales de la epidermis de los pétalos son onduladas o con surcos, y la pared externa puede ser convexa o papilada. La epidermis de sépalos y pétalos puede presentar estomas y tricomas.

El estambre consiste en una antera, dividida en 2 sacos de polen (microsporangio), que es sostenida por el filamento. Este llega a la base de las anteras o al conectivo, tejido que une ambos sacos. Cada saco de polen tiene en su interior diversas capas celulares y un lóculo (ó 2) donde se forman las microsporas (granos de polen). El filamento es relativamente simple en su estructura: presenta un haz vascular, que puede ser anficribal, parénquima, y está cubierto por una epidermis cutinizada que puede presentar tricomas y estomas generalmente no funcionales.

El carpelo se interpreta clásicamente como la unidad básica del gineceo. Una flor puede tener uno o más carpelos. Si hay más de uno pueden estar unidos (gineceo sincárpico) o libres (gineceo apocárpico). Un gineceo que presenta un sólo carpelo se llama apocárpico. Cada carpelo se diferencia en una parte fértil (ovario) y una parte estéril (estilo). A su vez el estilo puede diferenciarse en su parte periférica y, generalmente superior en estigma. El estigma generalmente presenta modificaciones o exuda sustancias que permiten atrapar los granos de polen para que se produzca la polinización. Dentro del ovario se distingue la

pared y él o los lóculos. Los óvulos se desarrollan a partir de ciertas regiones internas de la pared del ovario (**placenta**). Cuando la flor está totalmente abierta (antesis) el ovario aún no se ha diferenciado completamente y sus paredes se componen principalmente de parénquima, atravesado por haces vasculares y una epidermis cuticularizada que puede presentar estomas. El ovario sufre su máxima diferenciación histológica cuando se desarrolla en fruto.

La fertilización de una flor se produce cuando el grano de polen, que desarrolla un tubo polínico conteniendo los espermatozoides, recorre el estilo, llega a la cavidad del ovario, se acerca al óvulo, penetra al gametofito femenino por la micrópila y libera un gameto (núcleo espermático) que fecunda a la ovocélula del gametofito femenino. El otro núcleo espermático fecunda al núcleo secundario del gametofito femenino. Como resultado de esta doble fertilización se va a originar el embrión y el endosperma de la semilla. El o los tegumentos del óvulo van a originar la cubierta seminal.

10.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE LA FLOR

Diversos tipos de flores.

10.4 METODO

Observe bajo la lupa las diferentes flores entregadas y dibujar su conformación, indicando los sépalos, pétalos, estambres, gineceo y receptáculo.

Abra el ovario de las diferentes flores. Observar y dibujar la disposición de los óvulos dentro de él.

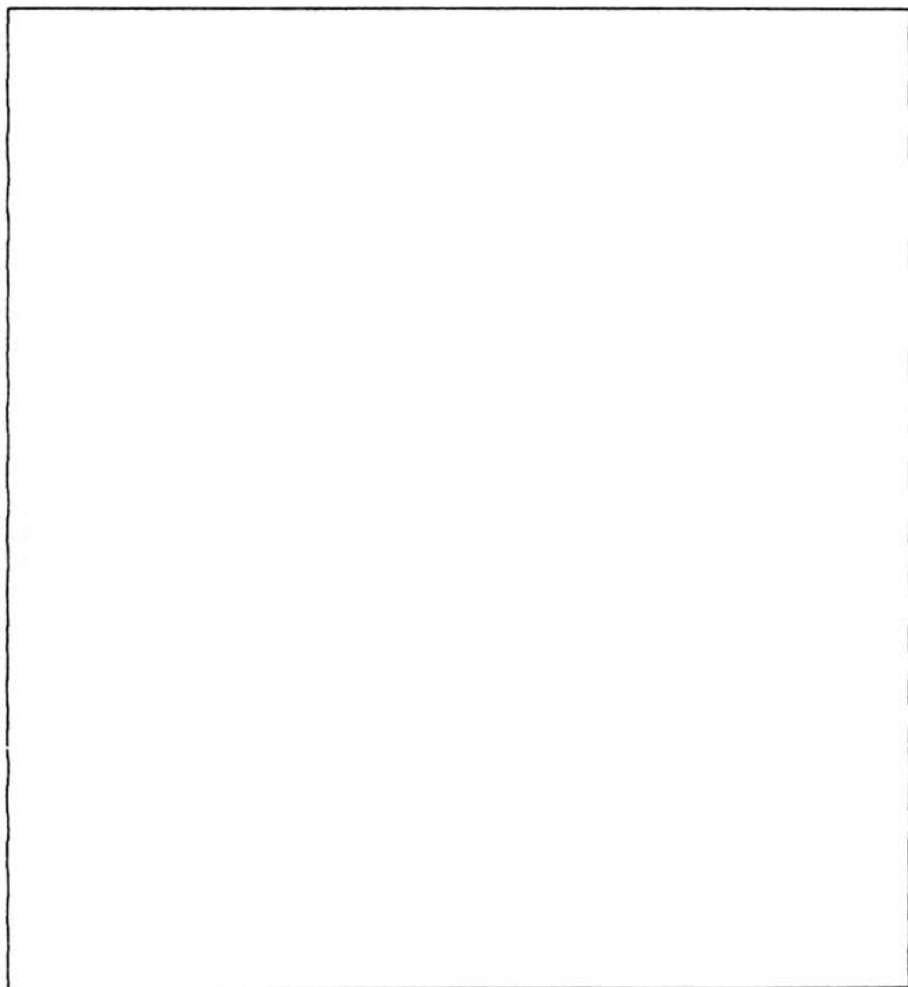
Haga un corte transversal muy delgado, de un ovario, tíñalo con rojo neutro; dibuje y describa lo observado. Relacione esto, con las capas de un fruto o pericarpio.

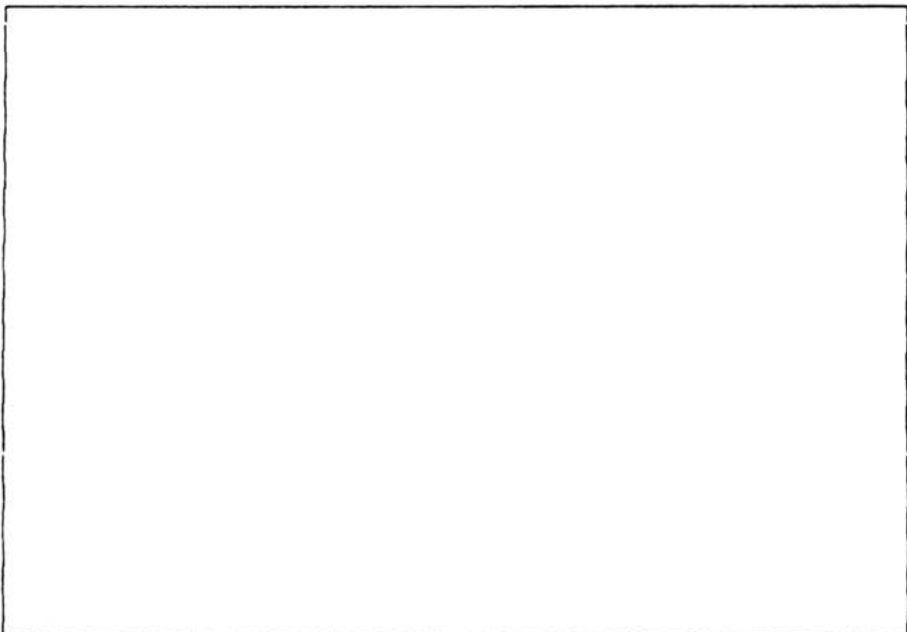
Realice un corte transversal muy delgado de un estambre y reconozca las diversas capas que rodean al lóculo. Observe los granos de polen al microscopio.

10.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Siguiendo la metodología de preparación de muestras histológicas escritas en la Introducción, el estudiante debe ser capaz de reconocer, ubicar e identificar las siguientes estructuras:

- Pétalos
- Sépalos
- Ovario
- Antera
- Placenta
- Ovulo
- Grano de plen
- Tegumentos
- Funiculo
- Endotecio
- Estrata transitoria
- Conectivo
- Tapete





10.6 PREGUNTAS

1. ¿Qué estructuras de una flor constituyen al gametofito y al esporofito respectivamente?
2. Compare anatómicamente la estructura de un:
 - Pétalo y una hoja
 - Carpelo y una hoja
3. ¿Qué funciones cumplen en la microsporogénesis los diferentes tejidos que constituyen las paredes de un saco polínico?. Explique.
4. Explique el desarrollo del tubo polínico a través de un estilo macizo y de uno hueco.

11. FRUTO Y SEMILLA

11.1 OBJETIVOS

El alumno debe ser capaz de:

1. Definir:

- Pericarpio
- Epicarpio
- Mesocarpio
- Endocarpio

2. Definir y reconocer las siguientes estructuras:

- | | |
|-----------------|--------------|
| - Sigoto | - Coleorriza |
| - Célula apical | - Coleoptilo |
| - Célula basal | - Mesocotilo |
| - Cotiledones | - Testa |
| - Suspensor | - Endopleura |
| - Epicotilo | - Endosperma |
| - Hipocotilo | - Embrión |
| - Radícula | - Hilum |
| - Escutelo | - Perisperma |

3. Describir y dibujar un fruto seco y uno carnosos, dé un ejemplo de cada uno.
4. Enumerar todos los tipos de frutos secos que se conocen y describir sus características generales.
5. Interpretar la estructura anatómica de frutos en diferentes estados de desarrollo.
6. Discutir el proceso de transformación de la pared del ovario en fruto, y su posterior crecimiento y maduración.
7. Distinguir las diferentes partes de una semilla y relacionarlas con las partes del óvulo que la originaron.
8. Describir la estructura anatómica de una semilla.

11.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

11.2.1 EL FRUTO

La fertilización de la célula huevo dá como resultado el desarrollo del embrión y formación de la semilla. Paralelamente, la flor sufre cambios que llevan a la formación del fruto, siendo el ovario su componente básico. El ovario aumenta de tamaño y sufre variadas modificaciones histológicas, muchas de las cuales están destinadas a facilitar la dispersión de la semilla.

Algunos frutos pueden desarrollarse sin fertilización y sin desarrollo de semillas. Estos son llamados partenocárpicos (plátano).

Estrictamente definido, el fruto es un ovario maduro. Sin embargo, hay frutos que se consideran derivados del gineceo completo, además de estructuras extracarpelares diversas (receptáculo, cáliz, brácteas).

Morfológicamente, los frutos se clasifican en:

- Fruto simple; producto de un sólo pistilo y formado por uno o por dos o más carpelos unidos.
- Fruto agregado; formado de un gineceo apocárpico, es decir, una sola flor con varios carpelos libres.
- Fruto múltiple; derivado de una inflorescencia, es decir, varios gineceos y varias flores.
- Fruto accesorio; aquel que presenta tejido extracarpelar.

Una manzana, por ejemplo, es un fruto accesorio simple y una frutilla es un fruto accesorio agregado.

La pared del fruto se denomina pericarpio y significa, en estricto sentido, pared madura del ovario. Puede estar más o menos diferenciada y generalmente muestra tres capas:

- Exocarpio (o epicarpio), la capa más externa
- Mesocarpio, la capa media
- Endocarpio, la capa interna

La delimitación de estas capas es variable, de acuerdo a cada tipo de fruto, según las diferentes especies.

Los principales tipos de frutos son:

- Secos dehiscentes
 indehiscentes
- Carnosos

El fruto seco dehiscente puede desarrollarse de un solo carpelo (folículo, legumbre) o de más de uno (cápsula, silícula). Generalmente presentan un exocarpio formado por una epidermis externa y una hipodermis, ambas de paredes celulares engrosadas, un mesocarpio parenquimático, y un endocarpio esclerificado. El sistema de dehiscencia es altamente variable; la apertura puede ocurrir a lo largo de la sutura de unión de los carpelos, por la parte posterior de los carpelos o por ambos lados simultáneamente.

El fruto seco indehiscente generalmente se origina de un ovario en el que se desarrolla una sola semilla. La estructura del pericarpio es similar a una cubierta seminal. La cubierta seminal en tales frutos puede estar fuertemente obliterada (aquenios de algunas familias) o fusionadas con el pericarpio (cariopsis de las Poaceae).

El pericarpio de los frutos secos indehiscentes generalmente consta de una epidermis externa, cubierta por una gruesa cutícula, una o más capas de parénquima algo comprimidas y una epidermis lignificada.

Los frutos carnosos pueden derivar de gineceos monocarpelares o multicarpelares. Sus paredes se pueden formar sólo del pericarpio, o del pericarpio fusionado con tejidos extracarpelares. Todo el pericarpio o parte de él, se transforma en un tejido carnoso de parénquima succulento. Algunos frutos carnosos presentan una cáscara (banana, cítricos, melón, sandía), de tejido epidermal con una gruesa cutícula y un parénquima compacto. Las bayas, otro tipo de fruto carnoso no presenta esta cáscara y está formado por tejidos blandos y succulentos en todo el pericarpio, ej. tomate, uva. Las drupas, consideradas como frutos carnosos, presentan un exocarpio y un mesocarpio carnosos, pero un endocarpio duro formado por un tejido esclerenquimático, ej. durazno, ciruela.

11.2.2 LA SEMILLA

La semilla se desarrolla a partir del óvulo, como consecuencia de una doble fertilización. El embrión está protegido por una cubierta seminal y es alimentado con sustancias nutritivas almacenadas en el endosperma o en los cotiledones. Las reservas alimenticias en la semilla permiten el crecimiento del esporofito (embrión) hasta que se transforma en un organismo fotosintético.

mente activo. Así, el almacenaje de reservas nutritivas es una de las principales funciones de la semilla. En algunas semillas esto ocurre principalmente fuera del embrión, en el endosperma (tejido derivado de la fusión del núcleo secundario del saco embrionario con un espermatozoide) o en el perisperma (restos de tejido nucelar). En muchas semillas, sin embargo, estos tejidos son transitorios y son absorbidos tempranamente por el desarrollo del embrión. En este caso las reservas se acumulan en los cotiledones del embrión.

Generalmente, detalles estructurales del óvulo permanecen en la semilla. Los tegumentos, al desarrollarse en la cubierta seminal, sufren una gran reducción en grosor y se desorganizan parcialmente. La micrópila puede ser visible en la semilla o estar obliterada. El funículo, entero o parte de él, se desprende del óvulo y deja una cicatriz en la semilla; el hilum. En óvulos anátropos la parte del funículo que está pegada al óvulo queda como un surco longitudinal y se llama rafe.

El embrión y el endosperma ocupan el mayor volumen de la semilla.

11.3 MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE FRUTO Y SEMILLA

Diferentes tipos de frutos, secos y carnosos en distintos estados de desarrollo.

11.4 METODO

Haga un corte transversal de frutos nuevos, no totalmente desarrollados y tñalos con rojo neutro. Observe los tejidos que conforman el pericarpio, y si se puede lograr, vea el desarrollo de los óvulos en semillas.

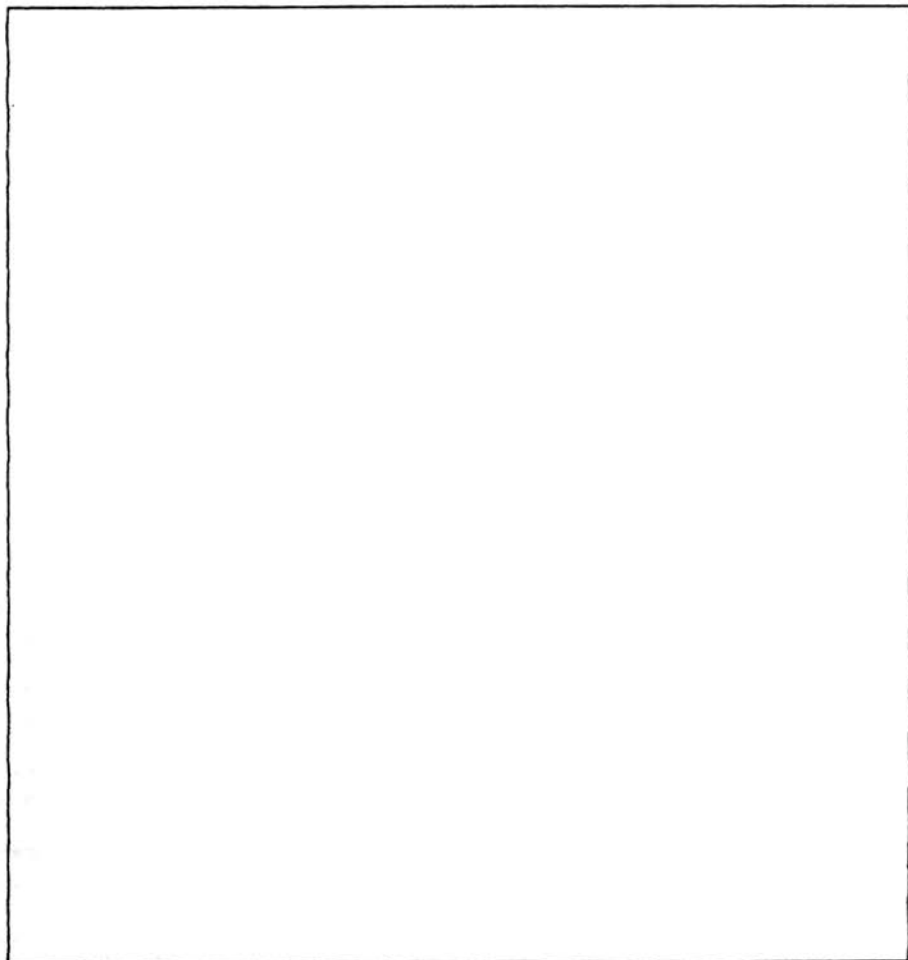
Realice cortes de pulpa de frutos carnosos y cortes de frutos secos. Observe los tejidos en uno y otro caso y descríbalos.

11.5 TRABAJO DE LABORATORIO

Siguiendo la metodología de preparación de muestra histológica descritas en la Introducción, el estudiante debe ser capaz de reconocer, ubicar e identificar las siguientes estructuras:

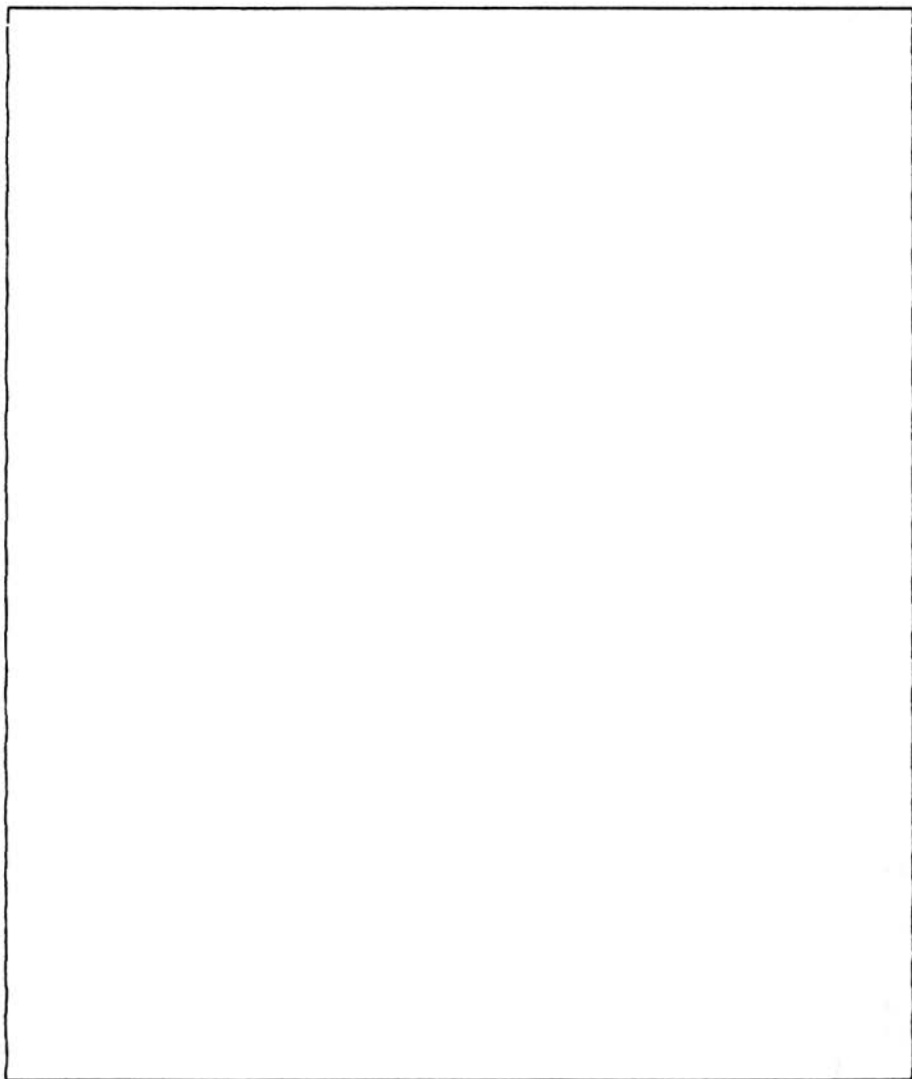
a) Fruto

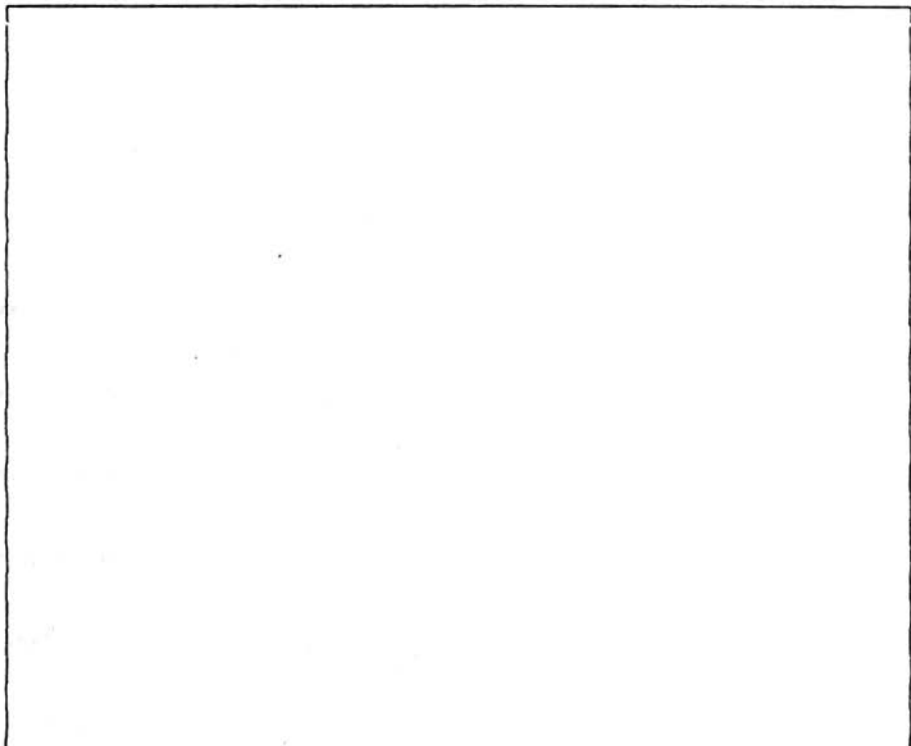
- epicarpio
- mesocarpio
- endocarpio
- lóculo
- semilla
- placenta



b) Semilla

- testa
- embrión
- endosperma
- perisperma
- cotiledones
- suspensor
- coleorriza
- protodermis
- procámbium
- meristema fundamental
- radícula
- escutelo
- coleoptilo





11.6 PREGUNTAS

1. Explique la diferenciación histológica de las paredes de un ovario para transformarse en una drupa.
2. Del punto de vista anatómico ¿qué tejidos se observan en un corte transversal de un fruto seco?
3. ¿Qué ventajas adaptativas le aporta el fruto a las semillas de Angiospermas?
4. Dibuje las etapas más características del desarrollo de un embrión.
5. Compare a través de esquemas, los embriones de: monocotiledóneas, dicotiledóneas y gimnospermas
6. ¿Es el endosperma de angiospermas, un tejido proveniente del gametofito o del esporofito? fundamente.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, P. 1970. The study of Botany. Addison-Wesley.
- BOLD, H. 1964. The plant kingdom. 2da. Ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N.J.
- BRADLEY, M.V. y BROOKS, P.M. 1950. Plant microtechnique manual. Dept. of Pomology. Univ. de California. Davis.
- HILL, J.B., LEE, O., OVERHOLTZ. 1964. Tratado de Botánica. Omega. Barcelona.
- CAMEFORT, H. 1962. Morphologie et anatomie des végétaux vasculaires. Doin G. Paris.
- CUTTER, E. 1969. Plant anatomy: experiment and interpretation. Part I. Cells and tissues. London. Edward Arnold.
- , 1971. Plant anatomy: experiment & interpretation. Part II. Organs. London. Edward Arnold.
- ESAU, K. 1965. Plant anatomy. 4nd Ed. John Wiley & Sons Inc. New York.
- , 1977. Anatomy of seed plants. John Wiley & Sons. Inc. New York.
- FAHN, A. 1977. Plant anatomy. Pergamon. Oxford.
- FONT QUER P. 1953. Diccionario de botánica. Labor. Barcelona.
- FOSTER, A.S. 1974. Practical plant anatomy. R.E. Krieger Publis. Co. Inc. New York.
- GEMMELL, A.R. 1969. Developmental plant anatomy. Studies in Biology N°15. London. Edward Arnold.
- HAUPT, A. 1953. Plant morphology. Mc Graw Hill. New York.

32085



Imprenta
Antumapu

FOTOCOPIAS
ENCUADERNACION

Fono: **6785736**
