

---

---

*Universidad de Guadalajara*

---

---

FACULTAD DE AGRONOMIA



APOYO BIBLIOGRAFICO DINAMICO PARA LA MATERIA  
DE ANATOMIA VEGETAL.

---

---

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO

**P R E S E N T A N :**

JOSE ISABEL HERNANDEZ SOTO

MARGARITA DIAZ GOMEZ

GUADALAJARA, JALISCO. ABRIL 1992

---

---

SECCION ESCOLARIDAD

EXPEDIENTE \_\_\_\_\_

NUMERO 0958/91

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

11 de Marzo de 1992.

## C. PROFESORES:

ING. JOSE MA. AVALA RAMIREZ, DIRECTOR  
ING. J. JESUS GODINEZ HERRERA, ASESOR  
ING. SALVADOR MENA MUNGUIA, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

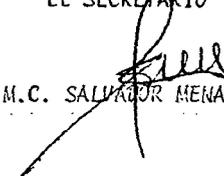
" APOYO BIBLIOGRAFICO DINAMICO PARA LA MATERIA DE  
ANATOMIA VEGETAL."

presentado por los PASANTE (ES) ~~JOSE ISABEL HERNANDEZ SOTO~~ y  
MARGARITA DIAZ GOMEZ

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su -- Dictamen de la revisión de la mencionada Tesis. Entren tanto,, me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
" PIENSA Y TRABAJA "  
" AÑO DEL BICENTENARIO "  
EL SECRETARIO

  
ING. M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

rwr'



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD  
Expediente .....  
Número ...0958/91.....

11 de Marzo de 1992.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

JOSE ISABEL HERNANDEZ SOTO, y

MARGARITA DIAZ GOMEZ

titulada:

" APOYO BIBLIOGRAFICO DINAMICO PARA LA MATERIA DE  
ANATOMIA VEGETAL."

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. JOSE MA. AVALA RAMIREZ

ASESOR

ASESOR

ING. J. JESUS GODÍNEZ HERRERA

srd<sup>1</sup>

ING. M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA

ayr

A G R A D E C I M I E N T O S .

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA, DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA POR HABERNOS PERMITIDO UNA FORMACION PROFESIONAL.

A LOS INGS. JOSE MA. AYALA RAMIREZ, JESUS GONDINES HERRERA Y SALVADOR MENA MUNGUIA POR LA DIRECCION Y ASESORAMIENTO DE ESTA TESIS.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA - FORMA INTERVINIERON PARA HACER POSIBLE LA CULMINACION DE ESTA ETAPA DE NUESTRA FORMACION.

# I N D I C E

	Págs.
I INTRODUCCION.....	1
II ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIONES.....	4
III OBJETIVOS.....	19
IV MATERIALES Y METODOS.....	20
A) Programa de Anatomía Vegetal.....	21
B) Importancia de la Anatomía Vegetal y Caracterís- ticas Históricas.....	27
C) El Cuerpo de la Planta.....	42
D) La Célula Vegetal.....	53
E) Cuerpo Primario del Vegetal.....	74
F) Cuerpo Secundario del Vegetal.....	87
G) Estructuras Secretoras.....	98
H) Características Componentes y Morfológicas del - Tallo.....	106
I) Histología de la Hoja (Angiospermas).....	119
J) Histología de la Raíz.....	133
K) Estructura de la Flor.....	151
L) Estructura del Fruto.....	167
M) Estructura de la Semilla.....	176
V PROPUESTA DE TRABAJO.....	183
VI PERTINENCIAS DEL TRABAJO.....	256
VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	258
VIII BIBLIOGRAFIA.....	260

## I INTRODUCCION

Todo recurso didáctico surge como respuesta a una necesidad de índole didáctica; todo recurso audiovisual pretende ser un medio de apoyo a la planta docente en su labor educativa. De esta forma el primer elemento que es preciso incorporar al proceso de producción de recursos audiovisuales es al personal docente o académico, así como a los alumnos de esta Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara.

Es el docente quien domina los contenidos que se deben enseñar; es él, quien sabe que objetivos que pretenden lograr; es él quien mejor puede orientar, en cuanto al contenido se refiere, la producción de recursos didácticos audiovisuales o apuntes.

Otro elemento cuyo trabajo incide en la producción de recursos didácticos es el personal que domina la técnica de producción cualquiera que ésta sea; televisión, audiovisual, radio, impresos, etc.

Si el personal académico ya definió el qué (contenido) y el asesor orientó con respecto al cómo (didáctica), se requerirá de un equipo de técnicos que mediante la suma de sus habilidades y conocimientos traduzcan los contenidos al medio seleccionado. Aquí se requiere de productores, diseñadores, fotógrafos, técnicos de grabación etc.

Una vez que se ha visualizado el equipo interdisciplinario que se requiere para producir recursos didácticos audiovi-

suales de alta calidad, conviene pasar a considerar en forma breve las diferentes etapas que deberán atenderse en el proceso de producción.

Son cuatro básicamente las etapas que es preciso contemplar para producir recursos audiovisuales de acuerdo a un enfoque sistémico.

La producción de recursos didácticos se inicia mediante una (larga) etapa de planeación didáctica. Puesto que se parte en una necesidad didáctica, enseñar algo a alguien, es preciso hacerlo en la mejor de las formas. Esto quiere decir que la producción del recurso debe obedecer a criterios técnicos bien definidos. La tecnología didáctica de la enseñanza ha mostrado ser de mucha utilidad y disponer de muchos recursos para orientar y consolidar esta etapa.

A partir de que se defina la tarea educativa se procederá a establecer los objetivos generales; a identificar el perfil de entrada del estudiante; a determinar el perfil de salida que se espera de éste; a definir objetivos específicos; a preparar los instrumentos de evaluación; a determinar la secuencia de enseñanza; a establecer técnicas de enseñanza; a elegir y establecer la forma de presentación; a seleccionar los medios de enseñanza; a redactar los contenidos, a aprobarlos. Estas acciones son las que señala Clifton Chadwick en su libro Tecnología Educativa para el docente. ed. Paidós, Buenos Aires, 1975, como las indicadas para atender a la producción de recursos didácticos de acuerdo a un enfoque sistémico y que podrían caber dentro de lo que aquí se ha considerado como la

etapa de planeación.

A partir de que se aprueban los contenidos se procede a la producción general de los programas. Esta etapa cubre varios aspectos como son: elaboración de guiones literarios; de producción, de proyección; concepción integral del programa; visualización del mismo; realización de apoyos gráficos; toma de fotografía; grabación; edición; musicalización y evaluación previa del programa.

#### USO O DIFUSION.

De acuerdo aun enfoque sistémico de producción de recursos audiovisuales no debe de ignorarse esta etapa o momento de uso de los recurso. Muchos programas de producción ven en este momento una seria prueba a pasar ya que no siempre se emplean los recursos de acuerdo a las condiciones que podrían considerarse las óptimas si tan siquiera las necesarias.

#### EVALUACION.

Muchas veces los programas de estudio cambian su contenido u orientación totalmente o en parte, por lo cual es preciso evaluar constantemente la vigencia de los contenidos de los recursos audiovisuales. En ocasiones los recursos pueden empezar con una serie de apuntes que tengan ciertos objetivos de acuerdo al programa que en este caso pretenden auxiliar al Maestro de Anatomía Vegetal para carrera de Ingeniero Agrónomo en nuestra Universidad de Guadalajara.

## II ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIONES

La Problemática del Campo en México.

Durante el proceso Revolucionario de 1910 se suscitó una lucha violenta entre hacendados que poseían el 96 % de la tierra de cultivo y los hombres de campo que carecían de esta. Trabajan estos como peones y jornaleros pagándose la mano de obra en base al peguajal que consiste en una parcela concedida al trabajador y el poco salario volvía al hacendado a través de las -- tiendas de raya por lo que personas sin trabajo seguro y los -- que carecían de vivienda se enrolaron en los Ejércitos Revolucionarios que buscaban tierra y libertad que fué el lema de -- Emiliano Zapata.

Posteriormente en México la estructura agraria se ha caracterizado por un puñado de grandes propiedades de tierra cultivable con una extensión minifundista aparte de los ejidatarios la mitad aproximadamente son agricultores migratorios que trabajan para empresas agrícolas capitalistas encontrándose -- también actualmente un medio millón de braseros que son trabajadores con mano de obra barata que trabajan las plantaciones del sur y sureste del país, se encuentran categoría sociales en el campo mexicano como son imperialistas, Burocracia Empresarial Financiera Industrial, Comercial Agraria, Terratenientes, Agrocomercial, Agroindustrial, Pequeña Burguesía Proletariado Rural, Semiproletariado, Subproletariado, Lumpen-Proletariado, Campesinos y Pequeño Agricultor Privado.

Sin embargo durante el sexenio de López Portillo, se creó el sistema alimentario mexicano con el propósito de una política de colectivización de ejidos, asistencia técnica a zonas -- marginadas creación de obras de infraestructura, aumento en -- los precios de garantía, declaración de tierras ociosas, etc., todo enmarcado bajo la ley de fomento agropecuario. También ca -- be mencionar sobre la Reforma Agraria iniciada por decreto en 1915.

Se ha desarrollado a partir de entonces y hasta la fecha transformando la estructura agraria del país y teniendo por -- consecuencia nuevas categorías sociales, siendo sus principa -- les resultados:

Una Mejor distribución de la propiedad de la tierra.

La desaparición del latifundio como forma predominante en la - Economía Agrícola.

La aparición del ejido.

La extensión del minifundio.

En la actualidad la Reforma Agraria da como resultado una estructura muy diferente a la planteada por los objetivos plan -- teados inicialmente donde existen dos formas de producción to -- talmente opuestas que son, la Agricultura Capitalista y la -- Agricultura Tradicional. En el marco de esta estructura, los - campesinos minifundistas de subsistencia están ligados al merca -- do de trabajo a esta burguesía campesina media que constitu -- ye una verdadera clase dominante y a pesar de lo mucho que se -- ha hablado del reparto de tierras por el gobierno, todavía ---

existen disparidades, ya que una población activa agronómica--  
mente posee un 35% de la superficie de cultivo del país, mien--  
tras que un 50% de la población de actividades agrícolas no po--  
see nada, y solo son jornaleros que auxilian la Agricultura Ca--  
pitalista, dentro del Sector Agropecuario cabe mencionar que --  
existe gran problemática como al corrupción el burocratismo la  
falta de asistencia técnica el problema de la mecanización el  
control político de los hombres del campo, la distribución y -  
comercialización la descapitalización los precios bajos de -  
los productos agropecuarios el crédito la crisis del Sector --  
Agropecuario la emigración de la gente del campo la fuente de  
empleo entre otros:

- Carencia de recursos humanos en número e idoneidad y de faci--  
lidades y recursos presupuestales para efectuar su prepara--  
ción profesional y docente.
- Carencia de una definición de conciencia reflexiva crítica  
socializante y nacionalista por parte de responsables de la  
educación agrícola superior.

Además de una falta de investigación en cuanto a forma--  
ción de profesores, análisis de curriculum, visiones panorámi--  
cas y posiciones definidas en cuanto al futuro de la educación  
agrícola en México.

Las Fases más representativas de la educación agrícola supe--  
rior son:

- 1.- En 1854 el país forma personal con conocimientos en las di--  
ferentes disciplinas de la agronomía y orienta el trabajo  
en regiones geográficas del país.

- 2.- 1952 el País ve la necesidad de preparar profesionales en áreas específicas sobre un determinado problema de las --- ciencias.
- 3.- En la actualidad surgen especializaciones específicas que son: Fitotécnia,, Zootecnia, Parasitología, Ingeniería --- Agrícola, Administración Agropecuaria, Fruticultura Esta-- distica , etc.

Todas ellas sin posición crítica constructiva que en realidad responden a necesidades concretas ni solución de problemas específicos.

Posición de la Universidad de Guadalajara.

En términos generales la podemos definir como una institución productoras de conocimientos del más alto nivel, que tiene que cumplir funciones muy específicas de calificación académica li gadas al sistema productivo teniendo además la responsabilidad de encabezar sus luchas reibindicadoras, por lo tanto la Universidad está obligada a asumir un compromiso político con la sociedad a tomar un método científico de enseñanza e investiga ción a orientar el pensamiento del pueblo, que le da vida y -- contribuir con todos sus esfuerzos en la historica tarea de le vantar una sociedad sin explotados ni explotadores.

Conforme con su ley orgánica vigente nuestra Universidad queda definida y orientada en sus fines de la siguiente manera;

La Universidad es una corporación pública dotada de capacidad jurídica, destinada a cumplir en el campo de la cultura

superior, la misión que en este orden le corresponde al Estado.

Son fines de la UNiversidad.

- 1.- La conservación y transmisión de la cultura.
- 2.- La educación superior.
- 3.- La formación de profesionales técnicos.
- 4.- La investigación científica.
- 5.- El estudio de los problemas actuales de la convivencia humana y particularmente de México.

La Universidad estará regida por las normas constitucionales relativas y en ella tendrá cabida todas las corrientes del pensamiento encaminado a conocer y establecer la verdad, para la realización de sus fines. La Universidad se inspira en un propósito de servicio social, por encima de cualquier interés individual enmarca los siguientes puntos:

- a) Será democrática considerando la democracia no solamente como una estructura jurídica y un régimen político, sino como un sistema de vida fundado en el constante mejoramiento económico, social y cultural del pueblo.
- b) Será nacional atendiendo al aprovechamiento de nuestros recursos a la defensa de nuestra Independencia Política, el aseguramiento de nuestra Independencia Económica y a la continuidad y acrecentamiento de nuestra cultura.
- c) Contribuirá a la mejor convivencia humana, tanto por los elementos que aporte a fin de robustecer en el educando jun

to con el precio por la dignidad de la persona y la integridad de la familia, así también cuidará los ideales de la -- fraternidad e igualdad de derechos de todos los hombres, -- evitando los privilegios de razas, de sectas, de grupos, de sexos o de individuos.

Cabe recalcar que es antiimperialista, en vista de que se nutre, transmite y enriquece la cultura nacional, alimentada - en la historia señalada por la violencia y arbitraria intervención extranjera. Su orientación, ideológica es principio consagrado en la constitución de México; no en empresa económica como la marca al capitalismo, tampoco templo de propaganda religiosa ajena a la verdad científica que la tendencia manifestada por el clero es subyugar la enseñanza como medio preparatorio para usurpar las funciones del estado, no puede considerar su tendencia como simplemente conservadora sino como verdaderamente progresista.

La historia de la Universidad ha sido: La enseñanza científica contra la enseñanza dogmática, la educación como instrumento de transformación contra la educación para perpetuar, la educación para liberar contra la educación para dominar.

Situación Actual de la Educación Agrícola Superior en México.

En la actualidad la educación agrícola está orientada a - formar profesionistas que responderán al sistema capitalista - que predomina en nuestro País, bajo estas condiciones el ac--- tual sistema capacita profesionistas en él, como producir sin -

prepararse en una formación de reflexión y análisis del porqué de las cosas.

Para qué?, es otra pregunta poco analizada, y a quien beneficiarán con el producto de su trabajo, por otra parte la -- ideología del sistema capitalista juega un papel importante en los jóvenes profesionistas ya que se les ha preparado en asignación de lo que la Empresa Privada o Trasnacional demanda, -- considerándose en este sistema al técnico como una mercancía - disponible en el mercado.

Esta a su vez, se engranará para completar y poner a funcionar el desarrollo de una tecnología altamente tecnificada - con explotaciones extensivas y de una actividad comercial gene radora de superganancias, la educación que actualmente obtiene el agrónomo se ha concentrado a responder al sistema capitalis ta de la siguiente forma:

Ayuda al agricultor a perfeccionar sus habilidades y destresas en las actividades agropecuarias.

Instruye al productor para ~~que~~ utilice insumos agrícolas innecesarios.

Demuestra al productor las ventajas de poner en práctica las - innovaciones agrícolas en su parcela.

Debiéndose lo anterior citado a la preparación de los estudiantes de agronomía con miras a apoyar el desarrollo de una agricultura moderna y tecnificada del sistema capitalista.

Por ello las Facultades deberían ser centros de apoyo y de servicio desde el punto de vista que la comunidad demande, ya que el agrónomo desconoce los problemas reales en aspectos económicos, políticos, sociales y culturales por lo que es de vital importancia vincular el sistema educativo agrícola superior al desarrollo nacional y las necesidades del campo mexicano, por lo que podemos asumir lo siguiente:

- Inconexión del sistema educativo con los sistemas relacionados con la investigación y la extensión agrícola.

Desde la fundación de esta Facultad en el año de 1964 jamás en 20 años se había concebido la idea de un cambio de Plan de Estudios que este a su vez era una influencia del plan de estudios de la Escuela de Chapingo y que esta a su vez era influencia de la Escuela Francesa. Por lo que viendo la necesidad de hacer más acorde un Plan de Estudios que diera solución a problemas nacionales, estatales específicos y de acuerdo a nuestro muy específica estructura social y agropecuaria se procedió a elaborar un nuevo plan de estudios mencionado, en donde la determinación del perfil del Ingeniero Agrónomo se caracteriza así:

- 1.- Compromiso con las gentes de campo.
- 2.- Habilidad manual
- 3.- Disposición y entrega al servicio social.
- 4.- Aptitudes para la comunidad
- 5.- Capacidad de observación y análisis críticos.
- 6.- Adaptabilidad y creatividad.

## 7.- Capacidad de deducción e inducción y abstracción.

En cuanto a la deserción y su causalidad a nivel de licenciatura, se estableció que esta oscila entre un 20-25%, siendo las causas principales las siguientes:

- a) Problemas económicos y familiares.
- b) Inadecuado o inexistente orientación vocacional
- c) Bajo aprovechamiento.
- d) Estrés psicológico (problemas emocionales personales).

El panorama de estudios a nivel de postgrado, presenta serios obstáculos no ha obedecido a una adecuada planeación, --- existiendo poca conexión con los programas de licenciatura, -- por otra parte, el ingreso se observa restringido por la calidad de la licenciatura y por la insuficiencia de becas.

Se considera una opción importante para la actualización y profundización de conocimientos y experiencias, por lo que recomienda su impulso.

Con respecto a las necesidades de especialización en las áreas de fitotecnia, zootecnia, recursos forestales e ingeniería agrícola.

### Actividad Profesional.

La importancia social y economía de la profesión es mayor en la medida que permite parar al alcance de la problemática rural los avances técnicos para un mejor aprovechamiento de -- los recursos, considerando al profesional como agente de cambio, desde el punto de vista económico son importantes por la

inducción que se dá a técnicas adecuadas para aumentar y mejorar la productividad en el empleo de recursos.

El mercado de trabajo presenta características de desequilibrio entre oferta y demanda laboral de profesionistas, por lo que es indispensable sistematizar para efectos de planeación toda la información relacionada a la profesión como ingreso a las instituciones educativas, preparación, localización - laboral, crecimiento demográfico y ubicación geográfica de las instituciones educativas.

Respecto a la demanda potencial de ingeniero agrónomos se considera 3 fuentes:

- 1.- Instituciones oficiales
- 2.- Instituciones privadas
- 3.- Organizaciones de caracter social.

En cuanto al problema de desempleo y/o subempleo profesional, se considera que estos existan dadas las condiciones peculiares por las que atraviesa el país, señalando aspectos causales como los siguientes:

- a) Tardío reconocimiento de la necesidad de vinculación con el sector social y productivo.
- b) Por su nivel de formación educativa y falta de información oportuna de programas de trabajo.

La aceptación del ingeniero agrónomo por parte del sector productivo y social del país es aceptable claramente entre la población rural por requerir sus servicios que responden a los

objetivos e intereses de este sector.

Dado el carácter de la profesión y la del empleado principal que es el estado los niveles remunerativos oscilan entre bajos y medios considerando los niveles de ingreso en otras profesiones. Considerando que en el sector privado las percepciones se determinan por la eficiencia de su desempeño profesional.

Prospectiva de la Profesión.

Definitivamente el país necesita mayor número de agrónomos con mayor capacidad de producción, a mediano plazo se sugiere hacer un estudio serio sobre la demanda de plazas y sus características y a larzo plazo la planificación cualitativa y cuantitativa, según las necesidades de los sectores de producción.

El Ingeniero Agrónomo en el futuro participará en actividades que den como resultado el incremento de la producción con recursos aún no explorados. Como acuacultura, nutrición humana, generación y aplicación de tecnología intermedia, aprovechamiento y conservación eficiente de suelo y agua. Además participará en la planeación y ejecución de proyectos, políticas agropecuarias, conocerá la tecnología moderna y desarrollará proyectos de educación campesina. Sin embargo probablemente a corto plazo, se enfrente a problemas como:

- Producción de alimentos para una población creciente.
- Deterioro de la ecología, destacándose la erosión.

- Aprovechamiento y conservación del agua y del suelo.
- Competencia profesional y saturación de plazas.

De la misma forma tendrá que resolver problemas a largo plazo como:

- Aprovechamiento integral de los recursos naturales
- Distribución adecuada de los productos agropecuarios.
- Contaminación del medio rural.

Finalmente se puede emitir como mensaje a aspirantes a esta profesión el siguiente:

La Ingeniería Agronómica, tiene amplio porvenir, pues tiene la obligación de resolver el problema de la alimentación, - si consideramos que el ingeniero agrónomo es el profesional -- con mayor responsabilidad en este campo y reconocemos la esencia humanista y nacionalista, una buena preparación científica y una identificación plena con el medio rural.

El Perfil del Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Guadalajara.

debe ser un profesionista con capacidad para conocer, comprender y con habilidad resolver los problemas técnicos, económicos, políticos y sociales del campo mexicano. Por ello se -- considera que en el contenido, debe de existir un justo equilibrio entre el tipo de formación del agrónomo en su carácter -- técnico y político social.

Deberá tener un dominio en las ciencias naturales, exac--

tas y sociales: contar con habilidades como la de realizar un proceso productivo local, relacionándolo con la realidad nacional agropecuaria y forestal sin dañar recursos, teniendo organizados los medios de la producción dando operatividad al proceso. Ser críticos y reflexivos para resolver científicamente los problemas de producción y desarrollo comunitario.

Deberá desarrollar habilidades en su formación como la de aplicar el método científico, mediante la observación, el análisis, la crítica y la síntesis; así como la comunicación tanto escrita como verbal.

Además se considera necesario que el egresado cuente con la capacidad para valorar los recursos humanos de la comunidad, considerando al hombre como eje integrador y único en los fines de desarrollo comunitario, representando en su última expresión los fines de la ideología universitaria.

Objetivos General de la Carrera de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Guadalajara.

- 1.- El egresado comprenderá los principios ideológicos de la Universidad de Guadalajara, mediante el análisis histórico de la Institución
- 2.- El egresado conocerá la historia de la agricultura (implica todas las actividades primarias ) a través del análisis de sus diferentes etapas.
- 3.- El egresado conocerá la situación alimentaria en México, mediante el uso de métodos adecuados para su interpretación.

- 4.- El egresado comprenderá los sistemas de producción agropecuarios en México, mediante el conocimiento de los elementos que los determinan.
- 5.- El egresado conocerá los elementos que promueven o limitan el proceso de producción vegetal y animal mediante el estudio de los diversos factores que lo integran.
- 6.- El egresado aplicará los procedimientos técnicos que conlleven al mejor aprovechamiento de los recursos productivos considerando las características de producción existentes.
- 7.- El egresado conocerá el marco legal e institucional relacionado con el sector agropecuario mediante el estudio de las leyes, reglamentos y funciones.
- 8.- El egresado generará alternativas para el desarrollo rural a través del análisis de los factores que lo propicien.
- 9.- El egresado aplicará el método científico en búsqueda de alternativas para la resolución de los problemas relacionados con su campo de estudio.
- 10.- El egresado promoverá las formas de organización de acuerdo a las características de cada grupo social.
- 11.- El egresado reconocerá al hombre como el sujeto central de sus acciones mediante el análisis de sus actitudes y decisiones en su entorno social.
- 12.- El egresado conocerá los sistemas de planeación, programación y definición de políticas de desarrollo para el sector primario.

- 13.- El egresado conocerá las técnicas apropiadas para la administración de organizaciones relacionadas con el sector primario.
- 14.- El egresado interpretará de una manera científica, los fenómenos que ocurren en el universo mediante el conocimiento de las ciencias naturales y exactas que integren el -- tronco común.
- 15.- El egresado conocerá los métodos y medios para la conservación, aprovechamiento y mejoramiento de los recursos naturales mediante el estudio de los factores que intervienen en el equilibrio ecológico.
- 16.- El egresado conocerá las técnicas para la transformación de los productos agropecuarios y forestales.

## III OBJETIVOS

- 1.- Diseñar una metodología dinámica capaz de generar en forma permanente, materiales y prácticas mínimas indispensables, debidamente contempladas dentro de una planeación específica integral de la Anatomía Vegetal.
- 2.- Crear un espíritu crítico positivo en los alumnos acerca del programa de Anatomía Vegetal y el proceso de Enseñanza aprendizaje en general.
- 3.- Ofrecer a los catedráticos que se inicien en la actividad de la enseñanza de la Anatomía Vegetal, las bases que pueden servir de marco de referencia para mejorar la calidad de la educación en esta área.

A) PROGRAMA DE ANATOMIA VEGETAL



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**FACULTAD DE AGRICULTURA**

Clave de la materia: C. B. 03 1  
 depto. sem. orde

Título de la materia: ANATOMIA VEGETAL

### 1- Resumen del contenido

ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA DE LA PARED Y DE LOS TIPOS CELULARES, ESTRUCTURA Y DE SARROLLO DE DIFERENTES TEJIDOS Y SU FUNCIONAMIENTO, ESTRUCTURA Y DESARROLLO DE DIFERENTES ORGANOS, CON ESPECIAL ATENCION A LAS ANGIOSPERMAS.

FORMA Y ANALISIS DE CRECIMIENTO DE PARTES VEGETATIVAS, ADAPTACION MORFOLOGICA AL MEDIO.

CICLOS DE DESARROLLO. EJEMPLOS DE PLANTAS CULTIVADAS.

### 2- Prerrequisitos

BOTANICA ECONOMICA  
 BOTANICA SISTEMATICA  
 BIOLOGIA

### 3- Objetivos generales

- 1.- EL ALUMNO CONTARA CON LOS ELEMENTOS PARA DESARROLLAR CONCEPTOS ACERCA DEL = CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DESDE SU BASE CELULAR Y A TRAVEZ DE TEJIDOS Y FI  
NALMENTE ORGANOS.
- 2.- EL ALUMNO DESARROLLARA UNA METODOLOGIA PARA EL ANALISIS VEGETAL Y SU RELAA--  
CION CON LOS FACTORES QUE LO AFECTAN.

SE RELACIONA CON LOS OBJETIVOS GENERALES. O.G.-5, O.G.-6, O.G.-14

### 4- Indicaciones metodologicas =

- A) DEBERA DESARROLLARSE PRACTICAS DE ANATOMIA VEGETAL EN UN LABORATORIO CON INFRAESTRUCTURA ADECUADA (ESTUCHES DE DISECCION, MICROSCOPIOS, ESTEREOSCOPICOS, ETC.).
- B) DEBERA APOYARSE EL CURSO CON RECURSOS AUDIOVISUALES EN FORMA CONTINUA ASI CO  
MC DE GRAFICAS Y CORTES.

## 5-Contenido por temas

Semana numero	Act. doc. numero	Contenido	Forma de docencia	Trabajos fuera de horario	Lugar
1	1	IMPORTANCIA DE LA ANATOMIA VEGETAL 1.1. Historia 1.2. Conceptos introductorios	C		AU
	2	EL CUERPO DE LA PLANTA 2.1. Organos 2.2. Desarrollo 2.3. Organización 2.4. Tipos celulares.	C CP	T	AU SP
2	3	LA CELULA VEGETAL 3.1. Protoplasto 3.2. Componentes no protoplasmicos 3.3. Membrana 3.4. Estructura 3.5. Composición 3.6. Espacios intercelulares Examen Parcial	CC CP C	t	L L AU
3	4	CUERPO PRIMARIO DEL VEGETAL 4.1. Meristemas 4.2. Crecimiento y diferenciación. 4.3. Organización celular 4.4. Apices	C CP		AU L
4	5	CUERPO SECUNDARIO DEL VEGETAL 5.1. Xilema 5.2. Floema.	C CP		AU t
5	6	ESTRUCTURAS SECRETORAS 6.1. Peridermis 6.2. Cambium 6.3. Lenticelas	C CP		AU SP
6	7	TALLO 7.1. Características, Componentes y morfología 7.2. Sistema vascular 7.3. Crecimiento secundario	C CP		AU SP
7	8	LA HOJA. 8.1. Histología de Angiospermas 8.2. Desarrollo 8.3. Abscisión Examen Parcial	C CP E <sub>2</sub>	T	AU T

5-Contenido por temas

Semana numero	Act. doc. numero	Contenido	Forma de docencia	Trabajos fuera de horario	Lugar
8	9	LA RAIZ	C		AU
9		9.1. Origen, morfología y estructuras 9.2. Desarrollo 9.3. Conexión brote-raíz	C		AU
10	10	LA FLOR 10.1 Estructura, origen y desarrollo 10.2 Sistema vascular	C CP	T	AU T
11	11	EL FRUTO 11.1 Definición y clasificación: 11.2 Pared del fruto 11.3 Estructura y desarrollo	C		AU
12	12	SEMILLAS 12.1 Origen, cubierta 12.2 Aspectos nutrimentales y desarrollo	C CP	T	AU SP
14	13	CONCLUSIONES Y ANALISIS DE CRECIMIENTO Examen Parcial	CP E <sub>3</sub>		T
16		Evaluación General	E <sub>4</sub>		

**6-Bibliografía docente****Texto(s) basico(s)**

ESAU. T. Anatomia Vegetal E. Omega 1976. Madrid España.

STEVEBSIB F,F, t MERTENST.R. Anatomía Vegetal. ED. Limusa 1960. México.

**Literatura de consulta**

EANES Y MAC DANIELS "An intruduction to Plant Anatomy. Ed. McGraw-Hill.  
New York.

## Trabajos extra clase

No.	Actividad	semana inicial	semana final	tiempo
1	TRABAJO SOBRE LA PLANTA	2	2	1 día
2	TRABAJO SOBRE LA CELULA VEGETAL	3	3	1 día
3	TRABAJO SOBRE LA HOJA	7	7	1 día
4	TRABAJO SOBRE LA FLOR	10	10	1 día
5	TRABAJO SOBRE LA SEMILLA	13	13	1 día

## Sistemas de evaluación

semana no.	Examen y temas
3	PRIMER EXAMEN PARCIAL CAP. 1 - 3 + OPCION MULTIPLE + DESARROLLO TEMATICO
7	SEGUNDO EXAMEN PARCIAL CAP. 4 - 8 + OPCION MULTIPLE + DESARROLLO TEMATICO
16	TERCER EXAMEN PARCIAL CAP. 9 - 13 + DESARROLLO TEMATICO. EXAMEN GENERAL = EXAMENES PARCIALES + PRACTICAS + TRABAJOS.

B) IMPORTANCIA DE LA ANATOMIA VEGETAL Y CARACTERISTICAS HISTORICAS.

La enseñanza del futuro Ingeniero Agrónomo para cumplir con la misión de ayudar en la producción de alimentos vegetales, está dirigida en una de sus fases, hacia el conocimiento íntimo de las plantas.

En el caso de la materia denominada Anatomía Vegetal, nos proporciona conocimientos sobre la estructura y función de -- las células, los tejidos, sistema y órganos de las especies -- vegetales. Entendiendo que conocer sobre células y tejidos -- nos proporciona conocimientos básicos para la mejor comprensión de la fisiología vegetal, fitopatología, biosistemática, evolución de cultivares, fruticultura, agrometeorología, fertilización, aplicación de agroquímicos y prácticas culturales entre otras más.

Si conocemos las células, comprenderemos mejor la Genética Vegetal aplicada.

Si conocemos la estructura de un cloroplasto, se favoreceerá el conocimiento de la fotosíntesis.

Si conocemos la estructura de las mitocondrias, se entderán mejor los procesos de la respiración.

Para entender los procesos patológicos de un vegetal, los fitopatólogos deben tener un entendimiento básico de la es---trutura y función de una planta sana. El desarrollo históri-

rico del conocimiento histórico se divide en tres grandes períodos:

El primer período se extiende desde, aproximadamente, la mitad del siglo XVII hasta la parte final del siglo XIX. Fue este un período principalmente descriptivo. Se hicieron observaciones de células o de restos de células, mediante el uso de microscopios.

Corresponde a la época señalada, una revelación gradual de las características estructurales de dicho material. Estos logros se vieron obstaculizados por la falta de técnicas apropiadas para seccionar y teñir el material en estudio hasta la mitad del siglo XIX. Sin embargo, el desarrollo subsecuente y rápido de los métodos de preservación de la estructura celular (fijación, corte y coloración) permitieron una vasta compilación descriptiva de detalles celulares. Los años 1870- -- 1880 fueron especialmente significativos en la historia de la Citología. Se descubrieron los cromosomas, los detalles de la división celular y los fundamentos para la estructura, composición química y comportamiento del protoplasto. A continuación se presenta un resumen de los principales acontecimientos históricos de este período.

1666. R. HOOKE describió el corcho y otras células; introdujo el término célula; publicó la obra *Micrographia*.

1675. M. MALPIGHI en su *anatomie plantarum* demostró la estructura de la célula.

1679. A. VAN LEEUWENHOED vió cuerpos de color verde (clop~~o~~plastos) en las células de las plantas.
1759. C.F. WOLFF apuntó que las células de las plantas y animales son realmente muy similares en su funcionamiento.
1802. C.F.B. DE MIRBEL indicó que las plantas están compuestas de células y tubos que son continuos entre sí.
1809. J.B. LAMARCK estableció la importancia de la célula en el organismo viviente.
1812. MOLDENHAUSER examinó el material vegetal multicelular y notó que dicho tejido estaba formado por células, cada una con su pared y conteniendo una masa homogénea de material fundamental.
1823. J. B. AMICI observó el desarrollo del tubo polínico
1824. DUTROCET planteó que todas las actividades exhibidas por las plantas y animales son los resultados de las realizadas por sus células.
1825. F.V. RASPAIL usó el yodo para la detección del almidón; desarrolló la técnica de congelación de secciones. Principio de la Citoquímica.
1828. R. BROWN observó lo que se conoce como movimiento browniano.
1830. AMICI trazó citológicamente el crecimiento del tubo polínico a través del micropilo.
1831. R. BROWN descubrió el núcleo en una célula epidermica de una planta de orquídea.

1835. H. VON MOHL describió la división celular y enfatizó la importancia del protoplasma.
1838. M.J. SCHLEIDEN observó el nucléolo; propuso una explicación para la derivación celular de los tejidos vegetales; formuló el concepto de célula, aunque -- con puntos de vista erróneos.
1839. T. SCHWANN aplicó el concepto de célula a los animales.
1845. A. DONNE usó la fotomicroscopía por primera vez.
1846. H. VON MOHL. Introdujo una distinción entre protoplasma y jugo celular.
1849. W. HOFMEISTER estudió la división nuclear en los pe los estaminales de tradescantia; onservó la fertilización.
1855. R. VIRCHOW confirmó el principio de que las células se originan solamente de las células existentes. -- ("omnis cellula o cellula").
1856. PERKIN utilizó una amplia variedad de colorantes a base de anilina.
1858. GERLACH utilizó el carmín.
1860. MAX SCHULTZE hizo la hipótesis de que el protoplasma es el material básico de toda la vida animal y vegetal.
1862. KOLLIKER aplicó el nombre de citoplasma al material que rodea al núcleo.
1865. G. MENDEL desarrolló los principios fundamentales de la herencia.

1867. LA VALATTE ST. GEORGE descubre el elemento citoplásmico, llamado posteriormente aparato de Golgi.
1869. F. MIESCHER descubre los ácidos nucleicos.
1870. W. HIS inventó el micróscopo.
1873. H. SCHNEIDER describe por primera vez la mitosis.
1875. O. HERTWING concluyó que la fertilización consiste de la unión física de dos nucleolos provenientes de los progenitores masculinos y femenino.
1879. F. FLEMMING mostró que la división nuclear involucra una división longitudinal de los cromosomas y una migración de las mitades hijas a los núcleos hijos. En 1882 acuñó el término "mitosis".
1880. HANSTEIN introdujo el término "protoplasto" para indicar la unidad de protoplasma encontrado en una sola célula.

El segundo período, que realmente principió antes de la parte final del siglo XIX, se caracterizó por un enfoque experimental y por intentos para interpretar la estructura celular en términos de función. Estos intentos se vieron obstaculizados por falta de poder resolutivo en los microscopios -- usados y por la carencia de métodos de preparación del material, que permitieran estudiar la estructura fina de la célula y correlacionar su composición química con los componentes involucrados directamente a nivel celular.

Este período estuvo marcado por estudios intensivos sobre la naturaleza del mecanismo de desarrollo de los organismos vivos. Llegó a entenderse mejor el desarrollo del embrión

y el destino de las diferentes células de que está compuesto. Fueron clarificadas la serie de transformaciones que el núcleo sufre durante la división celular. Fue también durante este período cuando se llegó a apreciar que en los organismos de reproducción sexual ocurre una reducción en el número de cromosomas. Tuvo lugar el redescubrimiento de las Leyes de Mendel y el subsecuente descubrimiento de que el núcleo es el centro de la transmisión hereditaria.

Para ese entonces, los análisis citológicos habían alcanzado un punto en donde se podría apreciar el paralelismo entre el comportamiento de los cromosomas y el comportamiento de los genes. A partir de entonces la Citología llegó a ser un asistente de la Genética. Estas dos ciencias se fusionaron en una nueva llamada Citogenética.

Algunos de los eventos históricos de importancia durante este período son los siguientes:

- 1883. W. ROUX determinó que los cromosomas contenían las unidades de la herencia.
- 1884. E. STRASBURGER describió la fertilización en angiospermas.
- 1881. R. ALTMANN tiñó los componentes granulares del citoplasma (incluyendo las mitocondrias) y observó que tienen un papel en la respiración celular.
- 1888. W. WALDEYER introdujo en la Citología el término "Cromosoma".

1888. STRASBURGER mostró que cuando se forman los gametos el número de cromosomas se reduce a la mitad en las divisiones precedentes a la formación de los granos de polen y a la del saco embrionario.
1892. T. BOVERI describió la meiosis en *Ascaris* (incluyendo la sinapsis).
1898. G. GOLGI describió el aparato de Golgi en las células nerviosas.
1895. W.C. ROENTGEN descubrió los rayos X.
1898. C. BENDA introdujo el término mitocondrias.
1899. ALTMANN aportó el término "ácido nucleico".
1900. CORRENS, DE VRIES Y TSCHERMAK redescubrieron los principios fundamentales de la herencia, desarrollados primero por Mendel en 1865.
1901. STRASBURGER introdujo el término "plasmodesmos".
1902. W.S. SUTTON mostró el significado de la división reductora; propuso la teoría cromosómica de la herencia.
1903. BOVERI mostró la importancia de los cromosomas en el desarrollo.
1904. F. MEVES demostró la presencia de las mitocondrias en las células vegetales.
1905. J. B. FARMER acuñó el término "Meiosis".
1907. R.G. HARRISON desarrolló técnicas para el cultivo de tejidos.
1909. F.A. JANSSENS estudió la citología de los quiasmas.

1915. T.H. JORGAN publicó "The Mechanism of Mendelian Heredity" correlacionó los estudios genéticos con los estudios citológicos en *Drosophila*.
1917. PLOUGH demostró que el crossing-over ocurría en -- las sinapsis.
1902. A.F. BLAKESLLE descubrió los trisómicos en *Datura*.
1923. BRIDGES descubrió duplicaciones, deficiencias y --- translocaciones.

El tercer período se inició alrededor de 1920 y continúa en la actualidad. Es una extensión del período experimental pero con énfasis en la función de los componentes celulares a nivel molecular. Este enfoque, junto con el desarrollo de técnicas microscópicas modernas (microscopia electrónica, ultramicrotomía; microscopia de contraste de fase, de interferencia, de luz polarizada y de luz ultravioleta; cinemicrografía citoquímica microscópica, radioautografía) y el fraccionamiento de las células (centrifugación diferencial), han conducido a un notable aumento en nuestro conocimiento y han proporcionado, si no claras respuestas, al menos una apreciación de -- las complejidades de la estructura y función celular.

La Citología en sí es una ciencia que busca entender a la célula como una unidad de organización física, química y biológica. Se ha caracterizado por su alianza, a través de su -- historia, primero con la Embriología, después con la Genética y posteriormente con la Física y la Química.

Algunos de los eventos históricos de particular importan-

cia ocurridos durante este tercer periodo son:

1924. R. FWULGEN y H. ROSSENBECK describieron una prueba para la presencia de DNA.
1926. A.H. STURTEVANT descubrió las inversiones.
1927. H. J. MULLER estudió la producción de mutaciones en animales mediante rayos X.
1928. L.J. STADLER estudió la producción de mutaciones en plantas mediante rayos X.
1930. SHARP, McCLINTOCK, RANDOLPH y un grupo de estudiantes graduados de Cornell (Beadle, Rhoades y Creighton) desarrollaron la citogenética de maíz, basada en los aplastados de acetocarmín de los cromosomas paquiténicos.
- HEITZ estableció los términos de "heterocromatina" y "eucromatina".
1931. H.B. CREIGHTON Y B. McCLINTOCK presentaron pruebas citológicas del !crossing-over! en maíz.
1932. M. KNOLL y E. RUSKA produjeron uno de los primeros microscopios electrónicos.
1935. F. ZERNICKE introdujo el principio de microscopia de contraste de fase.
1938. T. CASPERSON principió el desarrollo de la fotomicrografía ultravioleta para el estudio de los ácidos nucleicos.
1940. CASPERSON Y SCHULTZ hicieron medidas microscópicas cuantitativas de las proteínas y ácidos nucleicos.

1941. BEADLE Y TATUM desarrollaron un método para detectar mutaciones bioquímicas.
1944. O.L.T. AVERY, C.M. McLEOD y M. McCARTY mostraron el significado del DNA como el material hereditario. - mediante estudios de transformación en bacterias.
1946. MULLER recibió el Premio Nobel por su trabajo en genética de radiación.
1948. A. BOIVIN. R. VENDRELY y C. VENDRELY demostraron la constancia cualitativa del DNA en diferentes células del mismo organismo.
1952. R. BRIGGS y T.J. KING. hicieron transplantes nucleares en estudios embrionarios y demostraron la importancia de los núcleos en la diferenciación.
1953. J. D. WATSON y F.,E.C. CRICK propusieron un modelo para la molécula de DNA.
1956. S. OCHOA tuvo éxito en la síntesis in-vitro de poliribonucleótidos.  
A. KORNEBERG demostró la síntesis in-vitro de poli-desoxiribonucleótidos.
1958. G.W.BEADLE, E.L. TATUM y J. LEDERBERG recibieron el premio Nobel por su trabajo en el campo de la Genética.
1959. F. SANGER recibió el Premio Nobel por la determinación de la secuencia de aminoácidos en la insulina.  
OCHOA recibió el Premio Nobel por la síntesis in-vitro de poliribonucleótidos.  
KORNBERG recibió el Premio Nobel por la síntesis in-vitro de polidesoxiribonucleótidos.

1962. WATSON Y CRICK, con M.H.F. WILKINS recibieron el Premio Nobel por su modelo de molécula de DNA.
1963. NASS Y NASS encontraron DNA en las mitocondrias. GIBOR e WZAWA encontraron DNA en los cloroplastos.
1965. A. LWOFF, J. MONOD y F. JACOB recibieron el Premio Noble por la demostración del profago, síntesis de enzimas indicibles, los conceptos de RNA mensajero operón y episomas.
1966. P. ROUS y C. HUGGINS recibieron el Premio Nobel -- por su trabajo en cáncer.
1968. R. HOLLEY, H. KHORANA y M.W. NIRENBERG recibieron el Premio Nobel por la delineación del Código Genético y los mecanismos moleculares de la síntesis de proteína.
- DUPRAW y WOLFE emplearon técnicas para dispersar cromosomas interfásicos y metafásicos para observar al microscopio electrónico.
1970. Se realiza la aplicación de los flurocromos en la citología humana.

## OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE ANATOMIA VEGETAL.

- Caracterizar las células vegetales mediante la descripción de la relación entre el protoplasto y la pared celular.
- Describir la relación entre el protoplasma, las células, -- las células, los tejidos y los órganos.
- Caracterizar por su localización y función los meristemas - apical, intercalar y lateral de la planta.
- Comparar y diferenciar los cinco tejidos vegetales simples en relación a su estructura y función.
- Comparar y diferenciar los tejidos vegetales simples y los compuestos.
- Comparar y diferenciar el xilema y el floema con respecto a su estructura y función.
- Identificar por la descripción y función y en dibujos o fotografías los principales tipos celulares del xilema y del floema.
- Describir en términos generales el desarrollo del embrión - de las fanerógamas, indicando el origen y la función de las diferentes partes del embrión.
- Diferenciar entre las monocotiledóneas y las dicotiledóneas y dar ejemplos de cada una.
- Enumerar cuatro funciones generales de las raíces.
- Enumerar tres modos en los que pueden originarse las raíces
- Identificar y describir los dos tipos principales de sistemas de raíces y citar ejemplos y ventajas para la planta de cada uno.
- Comparar y diferenciar la anatomía de las raíces de monocotiledóneas y dicotiledóneas.
- Citar las funciones de partes de la raíz, como la epidermis

- la corteza, la endodermis, el periciclo y la estela.
- Identificar, comparar y diferenciar las cuatro principales zonas macroscópicas de una raíz en crecimiento.
  - Enumerar por lo menos tres funciones generales de los tallos.
  - Comparar y diferenciar la anatomía de los tallos de las monocotiledóneas y de las dicotiledóneas.
  - Describir las características externas de un tallo leñoso - identificando esas características en un dibujo apropiado.
  - Comparar y diferenciar raíces y tallos en relación a su anatomía interna y externa, identificando aquellas características propias de cada uno, así como las que tienen en común.
  - Identificar y dar ejemplos específicos de tallos especializados, como cormos, bulbos, rizomas y tubérculos, cuya actividad es el almacenamiento de alimento.
  - Describir el origen del cambium vascular y del corcho en raíces y tallos de dicotiledóneas perennes.
  - Identificar el xilema secundario, el floema secundario y el cambium vascular en un dibujo o una fotografía de una sección transversal de una raíz o un tallo de dicotiledónea perenne.
  - Describir el destino de los tejidos vegetales primarios (xilema primario, floema primario, periciclo, endodermis, corteza y epidermis) cuando se efectúa el crecimiento secundario.
  - Definir tres funciones del periciclo en una raíz de dicotiledónea perenne.

- Describir el origen y el desarrollo de los anillos de crecimiento anual, la madera de primavera y la madera de verano en un tallo de dicotiledónea perenne.
- Diferenciar entre el duramen y la albura en términos de localización, función y color.
- Describir la apariencia, constituyentes celulares, localización y función de los radios vasculares.
- Comparar y diferenciar la información obtenida acerca de la anatomía del leño (xilema secundario) en el estudio de cortes transversales, tangenciales y radiales.
- Describir la estructura externa e interna de una hoja de dicotiledónea típica, identificando las diversas partes que se pueden ver en un corte transversal amplificado.
- Comparar y diferenciar las hojas de las monocotiledóneas y dicotiledóneas en cuanto a su nervadura, presencia o ausencia de peciolo y estructura interna.
- Relacionar diversas estructuras foliares (tales como venas estomas, mesófilo y cloroplasto) con la función fotosintética de la hoja).
- Identificar una hoja en un dibujo o una fotografía ya sea de monocotiledónea o dicotiledónea, simple, pinnada o palmada, compuesta, con nervadura pinnada o palmada.
- Identificar las partes de la flor en fotografía o dibujo, señalando si las partes son esenciales o no esenciales para la formación de la semilla.
- Identificar los componentes y la función de las partes esenciales de la flor.

- Diferenciar entre un pistilo simple y uno compuesto e identificar en un dibujo los tipos de placentación que pueden presentarse en los pistilos compuestos.
- Definir el fruto desde el punto de vista de su origen y diferenciar entre varios tipos de frutos, como los carnosos (baya, drupa, pomo), secos dehiscentes y secos indehiscentes (aquenio, muez, cariopside).

### C) EL CUERPO DE LA PLANTA.

#### Organos.

Las relaciones recíprocas de hojas, tallo y raíz ha sido y todavía es, uno de los problemas fundamentales de la morfología de las plantas. Desde un principio la cuestión fue planteada en el sentido de si los órganos de la planta difieren esencialmente entre ellos o si constituyen modificaciones de un tipo básico de estructura.

La organización del cuerpo de las plantas terrestres conocidas desde más antiguo, las Psilofitales, sugiere que la diferenciación de la planta en raíz, tallo y hojas es consecuencia de un desarrollo evolutivo desde una simple estructura axial. Los órganos de la planta están en relación con la ontogenia (desarrollo de un individuo) y con la estructura adulta. La raíz y el tallo tienen muchas semejanzas de forma, estructura y método de crecimiento y en las plantas superiores tallo y raíz están dispuestos como una estructura continua. La asociación entre tallo y hojas es también muy estrecha. Estas dos partes de la planta forman una unidad, el brote, en el cual los límites entre tallo y hoja son vagos, lo mismo interior que exteriormente.

La naturaleza morfológica de las flores de las angiospermas es otro asunto que se presta a investigación y especulación. Una de las interpretaciones más en uso es la de que la flor es homóloga a un brote y las partes florales a hojas.

A pesar de la falta de una distinción absoluta entre las distintas partes de la planta, la división en las categorías morfológicas de raíz, tallo, hojas y flores, -cuando existenes comunmente utilizada por conveniencias de tipo descriptivo Tal División es también necesaria para un adecuado entendimiento de las distintas funciones de cada una de las partes - del vegetal.

Una planta vacular empieza su existencia como un simple cigoto unicelular. El cigoto se transforma en embrión y, finalmente en el esporofito adulto. Este desarrollo implica la división y diferenciación de las células, y una organización celular en complejos más o menos especializados, los tejidos y los sistemas de tejidos. El embrión de una planta con semillas (fig. 1) presenta una estructura relativamente simple -- comparada con la planta adulta. Tiene un número limitado de partes -- con frecuencia sólo un eje con uno o más cotiledones -- y sus células y tejidos están en su mayor parte poco diferenciados. Sin embargo, el embrión tiene potencialidad para un ulterior crecimiento debido a la presencia en los dos extremos del eje, del meristemo (el meristemo apical) del futuro brote de la raíz que sigue a la germinación de la semilla, la aparición de nuevos meristemas apicales puede determinar la reiterada ramificación de estos órganos. Después de un cierto periodo de crecimiento vegetativo, la planta entra en el estado reproductivo mediante el desarrollo de estructuras con esporas.,

El crecimiento de los órganos de la planta a partir de los meristemas apicales pasa por un periodo de expansión, particularmente en longitud. El crecimiento completo de las raíces y de los brotes vegetativos y reproductivos formados sucesivamente por los meristemas apicales, desde su comienzo hasta su terminación, se conoce con el nombre de crecimiento primario. El cuerpo de la planta formado por este crecimiento es el cuerpo primario y está constituido por tejidos primarios. En la mayor parte de las criptógamas vasculares y en las mono

cotiledóneas, el ciclo de vida del esporofito se realiza completamente en un cuerpo primario. Las gimnospermas, casi todas las dicotiledóneas y algunas monocotiledóneas presentan un aumento de grosor del tallo y de la raíz mediante un crecimiento secundario. De este modo un cuerpo secundario compuesto por tejid<sub>o</sub>s secundarios se añade al primario. Un meristemo especial, el cambium vascular, interviene en este engrosamiento secundario. Además se desarrolla generalmente un cambium suberoso o felógeno en la región periférica del eje y se forma una peridermis, o sea un sistema de tejido secundario que asume una función protectora, cuando la capa epidérmica primaria se rompe durante el crecimiento secundario en espesor.

#### Organización.

Las unidades morfológicas de las plantas pluricelulares, las células, se asocian de distintas maneras formando masas coherentes o tejidos. En las plantas vasculares las células son de muy distintas clases y sus combinaciones son tales que las diferentes partes de un mismo órgano pueden variar considerablemente. La disposición de las células y de los tejidos no es casual. Es posible reconocer unidades más grandes de tejidos que muestran una continuidad topográfica, una similitud fisiológica, o ambas cosas a la vez. Tales unidades de tejidos pueden llamarse sistemas de tejidos. Por consiguiente la complejidad estructural del cuerpo de la planta resulta de la variación en la forma y en la función de las células y también de las diferentes maneras de combinarse en tejidos y en sistemas de tejidos.

A pesar del tiempo que hace que los botánicos se dedican a la clasificación de las células, tejidos y sistemas de tejidos en distintas categorías, las dificultades son fundamentales. Las diferentes clases de células muestran transgresión en sus características. Algunas células vivas son capaces de mudar su función y estructura. Otras, de origen común, pueden diferir grandemente entre sí y otras, en fin, derivadas de diferentes meristemos pueden resultar esencialmente similares. Los tejidos ofrecen a su vez diversas gradaciones entre ellos, mostrando transgresiones en estructura y función. Células de un tipo determinado pueden formar un tejido coherente, presentarse en grupos, e incluso individualmente, entre otra clase de células de diferente estructura y función. No es posible, pues aplicar un criterio concreto, basado por ejemplo en la estructura, origen o función de las células, ni siquiera en la simple continuidad topográfica, para expresar las complejas correlaciones de las células de la planta en términos de categorías de células y tejidos.

A continuación se analizan los principales tejidos de una planta vascular (fig. 2). De acuerdo con la antigua pero conveniente clasificación de Sachs (1985), basada en la continuidad topográfica de tejidos, el cuerpo de una planta vascular se compone de tres sistemas de tejidos, el dérmico, el vascular y el fundamental. El sistema dérmico forma la envoltura protectora exterior de la planta y esta representado en el cuerpo primario de la planta por la epidermis. Durante el crecimiento secundario, la epidermis puede ser sustituida por otro sistema dérmico, la peridermis, con células de corcho o súber formando

un nuevo tejido protector. El sistema vascular se compone de dos principales tejidos conductores, el floema y el xilema. - Estos tejidos tienen muchos tipos de células, algunas de las cuales son peculiares de los tejidos vasculares mientras otras también se presentan en los sistemas dérmico y fundamental.

El sistema de tejidos fundamentales incluye los demás te ji dos que no forman parte de los sistemas dérmico y vascular. El parénquima es uno de los más comunes, el cual puede modifi car se como tejido de sostén de paredes engrosadas, el colén-- quima. Todavía pueden presentarse otras modificaciones de las células parenquimatosas en varias estructuras secretoras, las cuales pueden hallarse en el sistema fundamental como células individuales o como complejos celulares más o menos extensos. El sistema fundamental contiene a menudo elementos mecánicos muy especializados, dispuestos ya como tejido, el esclerénqui ma ya como células esclerenquimatosas dispersas.

Los tres órganos dispersos vegetativos, raíz, tallo y ho jas, se distinguen en la distribución de los tejidos vascular y fundamental. El sistema vascular del tallo ocupa frecuentemente una posición limitada entre la epidermis y el centro del eje. Tal disposición deja algún tejido fundamental, la corteza, entre la epidermis y la región vascular, y alguno, la médula, en el centro del tallo. En la raíz, la médula puede fal tar y la corteza desaparece comúnmente durante el crecimiento secundario. La disposición de los tejidos vasculares prima-- rios en forma de un anillo de haces, en una sección transver-

sal del tallo es una de las diversas formas de plantas vasculares.

En el estado secundario, la estructura original del sistema vascular primario puede quedar obscurecida por la interpolación de tejidos vasculares secundarios entre el xilema y el floema primarios. En la hoja el sistema vascular consta de numerosos nervios entrelazados incluidos en el tejido fundamental, el cual en la hoja se halla usualmente diferenciado como parénquima fotosintético, el mesofilo.

Los tres sistemas de tejidos del cuerpo primario derivan de los meristemas apicales. Cuando los derivados de estos meristemas se diferencian parcialmente, pueden clasificarse en protodermis, procambium y meristemo fundamental. Estos son precursores meristemáticos de los sistemas epidérmico, vascular y fundamental, respectivamente. El sistema de tejido vascular se amplía secundariamente mediante crecimiento secundario en el cambium vascular. La peridermis si existe, deriva de un meristemo separado, el felógeno o cambium suberoso.

#### Tipos Celulares.

Las células de una planta derivadas de un meristemo adquieren sus características distintivas a través de distintos cambios en su desarrollo. Algunas células evolucionan más senciblemente que otras, es decir, las células se especializan en distintos grado. Por un lado, hay relativamente pocas células especializadas con el protoplasma vivo y con capacidad para cambiar de forma y función (varias clases de células pa-

renquimatosas). Por otro lado, están las células altamente especializadas de paredes gruesas y rígidas, exentas de protoplastos vivos y son incapaces de cambios estructuras y funcionales ( varios tipos de células esclerenquimatosas y afines). Entre estos extremos existen otras células con distintos niveles de actividad metabólica y diferentes grados de especialización estructural y funcional. Las diferencias entre células y tejidos que se resumen a continuación sirven para delimitar -- las estructuras típicas, pero al evaluar las distinciones debe tenerse siempre en cuenta la presencia de formas intermedias.

Epidermis. Las células epidérmicas forman una capa continúa sobre la superficie del cuerpo de la planta en su estado primario, y presentan características especiales relacionadas con su posición superficial. La mayoría de las células epidérmicas, las epidérmicas propiamente dichas, varían de forma, pero son a menudo tabulares. Otras células epidérmicas son las células oclusivas de los estomas y varios pelos o tricomas, incluyendo los pelos radicales. La epidermis puede contener células secretoras y esclerenquimáticas. La característica más importante de las células epidérmicas de las partes aéreas de la planta es la presencia de la cutícula en la membrana externa y la cutinización de alguna o todas las demás membranas. La epidermis protege mecánicamente y también interviene en la limitación de la transpiración y en la aireación. En los tallos y -- raíces con crecimiento secundario la epidermis es comúnmente -- substituída por la epidermis.

peridermis. La peridermis comprende tejido suberoso, cambium suberoso, cambium suberoso o felógelo y la felodermis. El felógeno se presenta cerca en la epidermis, en la corteza, en el floema, en el periciclo de la raíz y produce súber hacia -- afuera y felodermis hacia dentro. La felodermis puede faltar. Las células suberosas son ordinariamente de forma tabular dispuestas de manera compacta, carecen de protoplasma en la madurez y tienen paredes suberificadas. Las células de la felodermis son generalmente parenquimatosas.

Parénquima. Las células paranquimatosas forman tejidos -- continuos en la corteza del tallo y de la raíz y en el mesofilo de las hojas. Se presentan también como cordones verticales y radiales en los tejidos vasculares. Son de origen primario -- en la corteza, la médula y las hojas, y primarias o secundarias en los tejidos vasculares. Las células parenquimatosas -- son esencialmente células vivas capaces de crecer y dividirse. Son de formas variadas, a menudo poliédricas, pero también pueden ser estrelladas o muy alargadas. Sus paredes son ordinariamente primarias, pero también pueden presentar paredes secundarias. Al parénquima incumbe la fotosíntesis, el almacenamiento de distintas sustancias, la cicatrización de las heridas y el origen de ciertas estructuras adventicias. Las células parenquimatosas pueden especializarse como estructuras secretoras o excretoras.

Colénquima. Las células colenquimatosas se presentan en -- cordones o cilindros continuos cerca de la superficie de la --

corteza en tallos y peciolo y a lo largo de las venas de las hojas. El colénquima es un tejido vivo estrechamente relacionado con el parénquima; de hecho, se le considera ordinariamente como una forma de parénquima especializado como tejido de sostén de órganos jóvenes. La forma de las células varía desde la prismática corta a la muy alargada. El rasgo más característico es la presencia de paredes primarias desigualmente engrosadas.

Esclerénquima. Las células esclerenquimatosas pueden formar masas continuas, o presentarse en cualquier parte del cuerpo de la planta, primario y secundario. Constituyen el tejido de sostén de las partes vegetales ya desarrolladas. Se distinguen dos formas de células: esclereidas y fibras. Las esclereidas pueden variar de forma desde la poliédrica hasta la alargada y a menudo ramificada. Las fibras son células generalmente largas y delgadas.

Xilema. Las células del xilema forman un tejido estructural y funcionalmente complejo, el cual, asociado al floema, se extiende de manera continua por todo el cuerpo de la planta. Tiene por misión la conducción de agua, almacenamiento y soporte. El xilema puede ser de origen primario o secundario. Las células conductoras de agua son las traquidas y los miembros de los vasos. El almacenamiento se presenta en las células parenquimatosas, que se disponen en filas verticales y también en disposición radial en el xilema secundario. Las células mecánicas son fibras y esclereidas.

Floema. Las células del floema constituyen un tejido com

plejo, que se presenta a todo lo largo de la planta junto con el xilema, pudiendo ser de origen primario y secundario. Tiene por misión el transporte y almacenamiento de sustancias nutritivas y posee también elementos de sostén. Las principales células conductoras son las células cribosas y los miembros de los tubos cribosos, ambos anucleados en la madurez. Los tubos cribosos están asociados a células parenquimatosas y a células acompañantes. Las células parenquimatosas del floema se presentan en filas verticales. El floema secundario contiene parenquima en disposición radial. Las células de sostén son fibras y esclereidas.

Elementos lactíferos. Estos peculiares elementos no forman un tejido claramente delimitado, sino que se presentan dentro de otros tejidos como sistema de tubos ramificados o anastomosados. Contienen látex y son plurinucleados. Su función no ha sido definitivamente determinada, pero son conocidos por contener gran cantidad de materias diversas. Se clasifican en dos categorías: articulados y no articulados. Los elementos lactíferos articulados se originan por la unión de células y disolución parcial de sus paredes. Los no articulados son simples células, casi siempre muy ramificadas. En general los elementos lactíferos pueden presentarse en todas las partes de la planta pero son típicos de limitadas familias. Los no articulados son de origen primario; los articulados pueden ser primarios o secundarios.

## D) LA CELULA VEGETAL.

## Protoplasto.

El concepto de que la célula es la unidad elemental de -- los organismos estructural y funcionalmente considerados, constituye la base de la llamada teoría celular, cuya formulación suele relacionarse con los nombres de Schleiden y Schwann, dos biólogos alemanes de principios del siglo pasado. Las características fundamentales de este concepto son, no obstante, más antiguas que la formulación de la teoría celular, y muchos --- otros investigadores han contribuido al conocimiento de las células como unidades de los seres vivos.

El término célula fue introducido por el microscopista inglés Robert Hooke en el siglo XVII. Hooke utilizó primero el - vocablo célula refiriéndose a las pequeñas unidades delimita-- das por membranas en una lámina de corcho. Más tarde reconoció las células en otros tejidos vegetales, viendo que las cavidades de éstas células estaban llenas de "jugos".

En ulteriores estudios, el protoplasma y sus inclusiones recibieron creciente atención, viéndose que el protoplasma era la parte esencial de la célula, mientras que la membrana no -- era un elemento indispensable. En las células vegetales la membrana celular presentaba como una secreción del protoplasto en origen y estructura; las células animales no tenían envoltura rígida.

La substancia interior de la célula recibió el nombre de protoplasma (del griego proto, primero), significando la ma

teria viva en su más simple forma, Si se tiene en cuenta que - la palabra célula puede relacionarse no sólo con la griega *ci-tos* (espacio hueco), sino con la latina *cella* (receptáculo con su contenido), no resulta en modo alguno inadecuada para designar el protoplasto con su cubierta, por lo menos por lo que -- las células vegetales se refiere.

Las partes del protoplasto fueron reconocidas una a una. En 1831, Robert Brown, un botánico Inglés, se dió cuenta de la presencia de un cuerpo esférico en cada célula y le dió el nombre de núcleo. En 1846, Hugo Von Mohl introdujo la distinción entre protoplasma y jugo celular, y en 1862, Kölliker aplicó el nombre de citoplasma al material que rodea al núcleo. Los otros componentes celulares fueron descubriéndose más tarde.

Actualmente en el protoplasto de las células vegetales se distinguen las siguientes partes (fig. 3).

Componentes protoplasmáticos: citoplasma, sustancia general del protoplasma en la cual se localizan los demás cuerpos protoplasmáticos y los materiales no protoplasmáticos; núcleo, cuerpo protoplasmático considerado como centro de las actividades de síntesis, regulación y asiento de las unidades hereditarias; plástidos, porciones organizadas del protoplasma a las que incumben ciertas actividades específicas; Mitocondrias, pequeños cuerpos aparentemente relacionados con otros elementos protoplasmáticos y de función algo incierta.

Componentes no protoplasmáticos: vacuolas, (cavidades con

jugo celular) y diversas inclusiones más o menos sólidas, tales como cristales, granos de almidón y gotitas de aceite. Las sustancias no protoplasmáticas del citoplasma y de las vacuolas constituyen materiales nutritivos o bien otros productos metabólicos y se designan como materiales ergásticos (del griego erg, que significa trabajo). Las membranas celulares pueden -- considerarse compuestas de sustancias ergásticas que no permanecen en el protoplasto, pero se presentan eventualmente en su superficie.

Al clasificar las partes del protoplasto, es corriente -- considerar a los componentes protoplasmáticos como vivos y a los no protoplasmáticos como muertos, Pero establecer una clara distinción entre constituyentes vivos y no vivos es imposible ya que las propiedades que son causa del estado vivo del protoplasma son desconocidas. Las sustancias que componen el protoplasma, tales como proteínas, grasas y agua, consideradas separadamente, carecen de vida; sólo se les puede considerar vivas cuando forman parte del protoplasma. Las sustancias no protoplasmáticas, tales como cristales, materias grasas o almidón, son sustancias muertas incluso como están incluidas en el protoplasma; no obstante, ellas o sus componentes pueden -- ser incorporadas al protoplasma vivo mediante cambios metabólicos.

Así pues, la célula puede definirse como un protoplasto con o sin cubierta (la membrana celular), con elementos protoplasmáticos y no protoplasmáticos, éstos últimos íntimamente

relacionados con las actividades vitales del protoplasto. Por conveniencia, el término célula se aplica, en los vegetales, a los restos de células muertas compuestos esencialmente de membrana celular.

En ciertos grupos de plantas inferiores no se ha observado el núcleo, pero en las superiores su ausencia es rara. Algunas células pueden contener más de un núcleo. Estas células -- plurinucleadas son difíciles de interpretar en relación con el ordinario protoplasto uninucleado. Pueden formar organismos enteros que permanecen plurinucleados toda su vida, como ocurre con ciertas algas y hongos. Otras veces, sin embargo, el estado plurinuclear es solamente una etapa en el desarrollo de un tejido u órgano, como en el endospermo de ciertas angiospermas y en el embrión de las gimnospermas. También pueden presentarse en el desarrollo de las células de considerable tamaño, tales como fibras o tubos lactíferos. Se ha dicho que en algunas estructuras plurinucleadas cada núcleo y el citoplasma contiguo representan una célula y que la estructura total es una agregación de unidades protoplasmáticas denominada cenocito -- (del griego ceno, en común).

Componentes no protoplasmáticos.

Vacuolas.- Las vacuolas (del latín vacuus, vacío) son cavidades situadas en el seno del citoplasma y ocupadas por un líquido, el jugo celular, cuya composición puede variar en las distintas células e incluso en las distintas vacuolas son incolores o pigmentadas.

El componente más importante del jugo celular es el agua con diversas sustancias, ya en solución verdadera, ya en estado coloidal. Se han identificado, en las vacuolas de las células vegetales, sales, azúcares, ácidos orgánicos y otras sustancias solubles, proteínas e incluso sustancias grasas. Los taninos se hallan con frecuencia y los pigmentos azulados y rojizos del tipo de las antocianinas también se encuentran a menudo disueltos en el líquido vacuolar. Los materiales presentes en las vacuolas se clasifican como ergásticos; se trata de sustancias de reserva que pueden ser utilizadas de nuevo por el protoplasto su debido tiempo o también productos metabólicos. El líquido vacuolar es más o menos viscoso, pero generalmente lo es menos que el citoplasma. La viscosidad del jugo celular se encuentra probablemente asociada con la presencia de coloides, los cuales, pueden a veces presentarse en forma de verdaderos geles. Las vacuolas son sustancias taníferas son con frecuencia muy viscosas. Las vacuolas y el citoplasma se hallan separados por la membrana vacuolar o tonoplasto.

Con relación al pH se han encontrado dos tipos de vacuolas: las relativamente alcalina que se tiñen de color rojo anaranjado con el rojo neutro, y las marcadamente ácidas que adquieren un color azul magenta con el mismo colorante. La concentración del jugo vacuolar varía, y cuando una sustancia se acumula por encima del punto de saturación puede cristalizar. Un aumento de la concentración puede ocurrir a consecuencia de la pérdida de agua, por ejemplo, al secarse las semillas. Artificialmente puede obtenerse una pérdida de agua en una vacuola,

poniendo células vivas en solución hipertónica. Como es bien sabido, ello provoca la plasmólisis de la célula; cuando se establecen las condiciones naturales cambiando la solución se dice que la célula ha sido desplasmolizada.

Las vacuolas varían de tamaño y forma en relación con el periodo de desarrollo y estado metabólico de la célula. En las células meristemáticas son numerosas y pequeñas, en cambio en las células adultas una sola vacuola ocupa la parte central -- del protoplasto, mientras que el citoplasma y los otros componentes protoplasmáticos quedan desplazados en posición parietal junto a la membrana celular. Algunas células meristemáticas presentan un sistema vacuolar muy extenso. Las células del cambium vascular, por ejemplo, pueden estar tan vacuoladas como las células de algunos pelos vegetales, las cuales constituyen uno de los mejores ejemplos de células vacuoladas.

Cuando una célula proviene de un tipo de célula meristemática con gran número de pequeñas vacuolas, éstas aumentan de tamaño mediante la toma de agua y se fusionan gradualmente a medida que la célula aumenta. Por consiguiente, este aumento implica también un aumento de la cantidad de jugo celular y de la extensión de sus membranas. El protoplasma puede también aumentar en cantidad. Las vacuolas son menos características en las células animales; en éstas el aumento de tamaño comporta principalmente un aumento de la cantidad de protoplasma.

Substancias ergásticas.- Las substancias ergásticas son productos metabólicos, pudiendo aparecer y desaparecer en pe-

riodos diferentes de la vida de la célula. Se trata de sustancias de reserva o productos de desecho, que resultan de la actividad celular y son usualmente de estructura más simple que los corpúsculos protoplasmáticos. Entre las más conocidas se hallan hidratos de carbono, como el almidón y la celulosa; proteínas; grasas y sustancias afines; y sustancias minerales - cristalizadas. Pueden considerarse también como tales, muchas sustancias orgánicas como taninos, resinas y gomas cauchos y alcaloides, cuya naturaleza y función no son, por lo general, bien conocidas. Las sustancias ergásticas se presentan en las vacuolas y en la membrana celular, pudiendo asociarse con los componentes protoplasmáticos de la célula:

a) Hidratos de carbono. Las principales sustancias ergásticas del protoplasto son el almidón y la celulosa. Esta es el componente más importante de las membranas celulares de los vegetales, mientras que el almidón se presenta como sustancia de reserva en el mismo protoplasto. Ambas sustancias están --- constituidas por moléculas en forma de cadena cuya unidad básica son los residuos anhidros de glucosa de fórmula  $C_6H_{10}O_5$ . La disposición de éstas unidades confiere a la glucosa y al almidón ciertas propiedades cristalinas como son, la anisotropía y la doble refracción que puede ponerse de manifiesto mediante el empleo de la luz polarizada.

Los residuos de glucosa se asocian con el agua pero más en el almidón que en la celulosa; en las membranas celulares - otras sustancias acompañan a la celulosa, además del agua. En estas combinaciones con el agua y otras sustancias, el almidón

y la celulosa muestran características coloidales, tales como embeber agua e hincharse, puestas de manifiesto con la formación de engrudos y jaleas.

La variación morfológica de los granos de almidón es tan extensa que puede utilizarse para la identificación de semillas y otras partes del vegetal que contengan almidón (fig. 4) Los granos de almidón de muchas plantas están constituidos por una serie de capas concéntricas alternativamente brillantes y mates. Estas capas se han depositado sucesivamente alrededor de un punto llamado hilo, situado en muchos casos en el centro del grano, aunque también puede ser excéntrico. Algunas Plantas presentan granos de almidón con dos o más hilos.

La disposición en capas de los granos de almidón se considera consecuencia de la periodicidad diurna a que se halla sometida la actividad del plastidio formador del grano de almidón. Se ha indicado que la parte más interna del grano es la más rica en agua, así se explicarían las grietas que tan frecuentemente se observan en los granos secos.

Los granos de almidón se forman casi exclusivamente en plastidios, principalmente en leucoplastos y cloroplastos. Estos últimos forman habitualmente almidón de asimilación, producto temporal que permanece en el plasto mientras haya exceso de hidratos de carbono en la célula; los leucoplastos producen el almidón de reserva. Un plastidio puede contener uno o más granos de almidón, los cuales pueden permanecer separados o desarrollarse juntos formando un grano compuesto.

Si el grano de almidón se forma a partir de un cloroplasto, éste permanece claramente visible incluso después de su distensión; el leucoplasto en las mismas circunstancias queda inaparente.

La acumulación de almidón en la planta se verifica en muchos sitios, pero principalmente en las semillas, en el parénquima de órganos de reserva, tales como raíces carnosas, tubérculos y rizomas.

b) Proteínas. Las proteínas son los componentes principales de los corpúsculos protoplasmáticos vivos, pero también se presentan transitoriamente como sustancias ergásticas inactivas. Pueden acumularse en forma cristalina o bien amorfa. La proteína amorfa se presenta en masas más o menos globulosas; la cristalina, a semejanza del almidón y de la celulosa, combina propiedades de la sustancia cristalina y de los coloides, por este se habla más de cristaloides que de cristales para designar a las distintas masas individualizadas de proteína cristalina.

Una masa protéica amorfa muy conocida es el gluten, que se encuentra en el endospermo del trigo combinado con el almidón. Cristaloides de proteína cuboidal se hallan en el interior de las células parenquimatosas de la región periférica del tubérculo de la patata. Proteína amorfa y cristaloides se combinan a menudo en los granos de aleurona, cuerpos ergásticos que se presentan en el endospermo, perispermo y embrión de muchas semillas.

c) Grasas y sustancias afines. Las grasas y aceites se encuentran ampliamente distribuidos por todo el cuerpo de la planta, probablemente, se presentan en pequeñas cantidades en cada una de las células. El término grasa puede emplearse para designar no sólo las grasas propiamente dichas, ésto es, ésteres de ácidos grasos y glicerina, sino también sustancias afines agrupadas bajo el calificativo de lípidos; los aceites deben considerarse como grasas líquidas. La cera, la suberina y la cutina son de naturaleza grasa y a menudo se presentan como sustancias protectoras en las membranas celulares. Los fosfátidos y los esteroides se relacionan también con las grasas.

Como inclusiones protoplasmáticas, las grasas y los aceites constituyen comunmente materiales de reserva en semillas, esporas y embriones, en células meristemáticas, y ocasionalmente, en tejidos diferenciados del cuerpo vegetativo. Se presentan también como corpúsculos sólidos, o más frecuentemente como fluídos dipuestos en gotas de diversos tamaños dispersas por el citoplasma o agrupadas en masas de mayor tamaño, Se supone que las sustancias grasas pueden ser elaboradas directamente por el citoplasma o también por los eleoplastos.

Los aceites esenciales, sustancias aromáticas muy volátiles, se encuentran muy frecuentemente en las plantas. En ciertos vegetales, como las coníferas, se hallan en todos los tejidos; en otros, se forman sólo en los pétalos (rosal), y en la piel de los frutos (naranja), corteza y hojas (canela), o frutos (nuez moscada).

d) Taninos. Los taninos, en el más amplio sentido de la palabra, son un grupo heterogéneo de derivados del fenos --- usualmente relacionado con los glucósidos. Los derivados anhi dros de los taninos, los flobáfenos, son sustancias amorfas amarillas, rojas o pardas que se observan muy claramente en - las preparaciones. Se presentan como masas granulares más o - menos finas, o como cropúsculos de diversos tamaños.

Los taninos son particularmente abundantes en las hojas de muchas plantas; en el xilema, floema y peridermis de ta--- llos y raíces en frutos verdes; en la cubierta de las semi--- llas; y en las agallas. Ningún tejido, sin embargo carece com pletamente de taninos; a veces las células que contienen tani nos se hallan asociadas con haces vasculares, frecuentemente en áreas donde el tejido vascular termina en tejidos de alma- cenamiento o en células secretoras de nectarios. Las monocoti ledóneas son notablemente pobres en taninos.

Los taninos pueden hallarse en células aisladas o bien - en formaciones especialmente denominadas sacos taníferos. En las células taníferas, el tanino se encuentra en el protoplas to y también puede hallarse impregnando las membranas, como - sucede en el tejido suberoso. Dentro del protoplasto los tani nos aparecen frecuentemente en las vacuolas o también en el - citoplasma en forma de pequeñas gotitas (vacuolas taníferas), que eventualmente pueden fusionarse.

Respecto a su función, los taninos se consideran como -- sustancias que protegen al protoplasto contra la desecación,

putrefacción y destrucción por animales; como sustancias de reserva relacionadas de manera no determinada con el metabolismo del almidón; como sustancias asociadas a la formación y transporte de azúcares; como antioxidantes; y como protector de la homogeneidad del citoplasma.

e) Cristales. En contraste con los animales que eliminan al exterior el exceso de materiales inorgánicos, las plantas los depositan casi enteramente en sus tejidos. Estos depósitos inorgánicos en los tejidos de los vegetales consisten principalmente en sales de calcio y en anhídrido silícico. Entre las sales de calcio la más frecuente es el oxalato cálcico, que se encuentra en la mayoría de familias, se encuentran romboedros y octaedros (prismáticos o bipyramidales) aislados formando estructuras compuestas, tales como drusas y esferocristales y en cristales alargados denominados estiloides ráfides (cristales agrupados en haces).

Los cristales de oxalato de calcio pueden observarse frecuentemente en las vacuolas. Otros cristales aparecen en las membranas celulares. Los cristales pueden ser más pequeños -- que las células que los contienen, o pueden ocuparlas por completo e incluso deformarlas.

Los ráfides se presentan a menudo en células notablemente grandes, las cuales, en estado adulto se convierten en estructuras muertas llenas de mucílago. Parte de la membrana celular, de estos idioblastos, permanece delgada y si es mucílago se hincha, la pared delgada se rompe el ráfide es expulsado.

Los cristales de oxalato cálcico pueden disponerse uniformemente por todo el tejido o bien acumularse en ciertas regiones del mismo.

El carbonato cálcico raramente se presenta en cristales bien formados. Las formaciones de carbonato cálcico mejor conocidas son los cistolitos (del griego cito, bolsa y litos, - piedra), que son membranas de celulosa impregnadas con este mineral. Se encuentra en el parénquima fundamental y en la epidermis, pudiendo formarse en esta última en pelos o en células alargadas especiales, los litocistes.

La sílice se deposita principalmente en las membranas celulares, pero a veces forma corpúsculos en el interior de la célula. Las gramíneas constituyen el ejemplo mejor conocido de plantas de ambos tipos de acumulación de sílice.

#### Membrana Celular.

La presencia de membranas no protoplasmáticas es considerada como la característica más importante que distingue la célula vegetal de la animal. Pocas células vegetales carecen de membrana y pocas células animales (las de los organismos inferiores) tienen cubiertas no protoplasmáticas comparables a la membrana de las células vegetales. Entre los vegetales ejemplos de células sin membrana son las esporas móviles de algas y hongos, las células sexuales de las plantas inferiores y de las superiores. No obstante, las células sexuales de las plantas superiores, durante toda su existencia permanecen incluidas dentro del citoplasma de otras células.

El término membrana celular se emplea corrientemente en la bibliografía botánica escrita en castellano y lo propio sucede en la bibliografía alemana y en algunas publicaciones antiguas en lengua inglesa; en cambio, en las publicaciones modernas escritas en inglés se utiliza el término pared celular.

#### Estructura de la Membrana Celular.

La interpretación de que la célula vegetal se compone de protoplasto y su correspondiente cubierta -la membrana celular-, concuerda con la común observación de que cada célula -de un cierto tejido tiene su correspondiente membrana.

El espesor de las membranas celulares varía según la edad y tipo de la célula (fig. 5). Generalmente, las células jóvenes tienen paredes más delgadas que las completamente desarrolladas, pero en algunas células la membrana aumenta poco de espesor después que la célula ha dejado de crecer. Sean delgadas o gruesas, las membranas son de estructura compleja, pudiendo a menudo reconocerse la presencia de capas de distinta composición química y estructura. Atendiendo al desarrollo y estructura pueden distinguirse tres partes fundamentales en las membranas celulares de los vegetales: la substancia intercelular o lámina media, y las membranas primaria y secundaria (fig. 5). La substancia intercelular une las membranas primarias de las dos células contiguas y la secundaria se dispone sobre la primaria, esto es, se halla junto a la luz o cavidad de la célula.

La lámina media es amorfa, coloidal y ópticamente inactiva. Se compone principalmente de un pectato de calcio y magnesio. En tejidos leñosos se hallan ordinariamente lignificada. La distinción entre la lámina intercelular y la membrana primaria, es frecuentemente confusa durante el crecimiento en extensión de la célula. En las fibras y traqueidas con acusado desarrollo de las membranas secundarias; la capa intercelular es extraordinariamente fina, y las dos membranas primarias de las células contiguas forman un todo con la lámina media, particularmente cuando las tres se hallan fuertemente impregnadas de lignina.

La membrana primaria es la primera membrana que se forma en el desarrollo de una célula, y en muchos tipos de células es la única. Consta de celulosa y compuestos pécticos y frecuentemente contiene en cantidad variable, polisacáridos no celulósicos y hemicelulosas. La membrana primaria puede también lignificarse, y ópticamente es anisótropa. Puesto que dicha membrana se forma antes de que la célula haya dejado de crecer, pasa a través de un periodo de crecimiento en superficie, al cual puede suceder, o temporalmente interrumpir, un periodo o periodos de crecimiento en espesor, o incluso los dos tipos de crecimiento pueden estar mezclados. Por tanto, la membrana primaria puede tener una historia compleja y también compleja estructura. Si la membrana es gruesa, presenta con frecuencia una clara laminación, indicando con ello que el crecimiento en espesor se ha verificado mediante la sucesiva oposición de capas.

Las membranas primarias están usualmente asociadas a protoplastos vivos. Las membranas de las células meristemáticas en activo crecimiento y división son primarias y lo mismo sucede con la mayoría de las células que retienen protoplasto vivo durante el periodo de madurez fisiológica. Los cambios que ocurren en las membranas primarias son, por consiguiente reversibles. Así, la membrana puede perder engrosamiento previamente adquirido y las sustancias químicas pueden ser movilizadas y reemplazadas por otras.

Como su nombre lo indica, la membrana secundaria sigue a la primaria en orden de aparición. Consta principalmente de celulosa o de mezclas variables de celulosa, polisacáridos no celulósicos y hemicelulosas, pero pueden ser modificada por acumulación de lignina y otras substancias diversas. Debido a la elevada proporción de celulosa, la membrana secundaria es fuertemente anisótropa, destaca también por la acusada complejidad estructural y ausencia de homogeneidad. Generalmente la membrana secundaria de las células traqueales y fibras constan de tres capas, con características físicas y químicas diferentes. Puede haber más de tres capas y la más interna forma solamente una banda en espiral.

Las membranas secundarias se forman después que la célula ha dejado de aumentar, por consiguiente, ellas no experimentan crecimiento en superficie como las membranas primarias. Se les puede considerar como membranas suplementarias cuya función principal es mecánica. Con frecuencia las células con --

membrana secundaria están desprovistas de protoplasto en el estado adulto (ciertas fibras, traqueidas y elementos de los vasos).

#### Estructura.

Las distintas sustancias químicas de la membrana celular se hallan combinadas, física y químicamente entre sí. Por consiguiente para determinar los distintos componentes de la membrana, así como sus relaciones recíprocas, deben emplearse diferentes métodos físicos y químicos. Ultimamente el microscopio electrónico se emplea como un instrumento más para el estudio de la membrana celular.

#### Sistema micelar e intemicelar.

La organización estructural de la membrana celular tiene como base la celulosa. Las unidades fundamentales del sistema son las moléculas de celulosa en forma de cadena de longitud variable. Estas cadenas no se hallan dispersas al azar, sino que se presentan formando agregados usualmente denominados micelas. Las cadenas están dispuestas paralelamente en una micela y los restos de glucosa dentro de la cadena se hallan uniformemente separados entre sí. Por consiguiente, el haz de moléculas de celulosa, es decir, la micela, puede compararse a un cristal cuyas unidades están ordenadas simétricamente. Las micelas y el sistema micelar no representan unidades de superficie cerrada, sino partes más voluminosas de una armazón donde las moléculas de celulosa de longitud indeterminada forman

un enrejado cristalino, por fuera del cual las rejas de la armazon se van haciendo cada vez más finas hasta quedar reducidas a las dimensiones moleculares, es decir, que en ciertos sitios la armazón tienen el espesor de una cadena de celulosa.

Demostración de la naturaleza cristalina de la celulosa.

Los estudios realizados mediante los rayos X han puesto de manifiesto que las propiedades cristalinas de la celulosa son consecuencia de la disposición ordenada de las moléculas. Las longitudes de onda de los rayos X son más pequeñas que las dimensiones de las moléculas de celulosa; por consiguiente, cuando un haz de rayos X incide sobre un bloque de celulosa, gran parte del haz lo atraviesa, pero parte de los rayos chocan contra los átomos y grupos de átomos y son desviados o difractados. Las ondas luminosas difractadas se manifiestan l como reflexiones de ondas incidentes, y cuando el haz de rayos X choca contra el material cristalino con un ángulo apropiado, las ondas desviadas en cada punto se refuerzan mutuamente, resultando difractado un fuerte haz.

Estructura Microfibrilar y Microcapilar.

La interpretación de la celulosa de las membranas celulares de los vegetales, como una combinación de los sistemas l --compenetrados, la armazón micelar y la substancia intermicellar, se refiere solamente al campo de la submicroscopía.

Las membranas contienen una matriz porosa de celulosa l --que consta de fibrillas muy finas, las microfibrillas, y de l --un sistema interfibrilar de microcapilares que contiene diver

Los componentes no celulósicos de la membrana celular.

Los microcapilares, dentro de la armazón de celulosa, -- pueden contener líquidos, lignina, ceras, cutina, suberina, -- hemicelulosas, sustancias pécticas, otros compuestos orgáni-- cos menos frecuentes e incluso cristales y sílice. Una llama-- tiva demostración de las relaciones entre los sistemas micro-- fibrilar y microcapilar puede efectuarse en membranas secunda-- rias considerablemente lignificadas. En tales membranas es po-- sible separar la lignina y dejar una matriz coherente de celu-- losa y dejar una matriz de lignina. Las dos matrices semejan como la imagen positiva y negativa de la estructura original.

Otras particularidades estructurales de las membranas.

La presencia o ausencia de membranas secundarias, el espesor relativo de las membranas primarias y secundarias y la diferenciación de la membrana secundaria en tres o más capas son causa de las más notables variaciones en el aspecto de -- las capas. Además, las membranas secundarias, particularmente la capa central ancha, presentan diversas estructuras más gro-- seras que la red microfibrilar. En las células cortadas nor-- malmente al eje longitudinal, las configuraciones más comunes son: disposición concéntrica de las capas (fig. 6), laminacio-- nes radiales y ramificadas, y combinaciones de las laminacio-- nes radiales y concéntricas. Algunas de estas disposiciones -- de las láminas vienen determinadas por la distribución de los constituyentes no celulósicos de las membranas, pero muchas -- configuraciones específicas se deben a variaciones en densi-- dad y porosidad de las diferentes partes de la matriz celuló--

sica. En muchas células traqueales y en las fibras del xilema, las partes más densas de las membranas tienen más fibrillas - por unidad de volumen y están más íntimamente unidas que las fibrillas de las partes más porosas.

A veces la disposición en capas concéntricas viene determinada por discontinuidades reales en la matriz de celulosa. En las fibras del leño de algunas gimnospermas, en las fibras gelatinosas de dicotiledóneas y en ciertas esclereidas y fibras de floema, se aprecian capas de material verdaderamente anisótropo en la celulosa. Algunas fibras de floema parecen no tener material de unión entre las láminas concéntricas de celulosa, las cuales pueden ser por este motivo fácilmente -- separadas unas de otras. Las traqueidas del leño de las gimnospermas presentan a menudo en la membrana secundaria una capa interna estriada en forma espiral.

Composición.

Las membranas celulares presentan grados distintos de -- plasticidad (propiedad de los cuerpos de quedar permanentemente deformados después de experimentar cambios de forma o tamaño), elasticidad (capacidad de recobrar el tamaño y forma iniciales después de la deformación), y fuerza de tensión en relación a su composición química y a su estructura microscópica y submicroscópica. La plasticidad de las membranas se pone de manifiesto mediante su extensión permanente en ciertos estadios del crecimiento de las células en volumen, la elasticidad, mediante los cambios reversibles de volumen (30 X 100 o

más en las células del mesofilo) en respuesta a cambios de -- turgencia. La fuerza de tensión es característica de las célu las mecánicas, particularmente de las fibras extraaxilares de las monocotiledóneas y dicotiledóneas.

Algunas de las diferencias que se presentan entre las -- membranas con respecto a sus propiedades ópticas y otras propiedades físicas, se hallan en correlación con la orientación de la microfibrillas.

Debido a su abundancia en las membranas celulares, la ce lulosa influye mucho naturalmente en las propiedades de éstas. En cuanto a las demás sustancias, unas refuerzan el efecto de la celulosa mientras otras pueden disminuirlo. La fuerza de - tensión es una de las propiedades más características de la - celulosa. La lignina, en cambio, aumenta la resistencia de -- las membranas a la presión y protege las fibrillas de celulo- sa.

Espacios intercelulares.

Aunque las células de los tejidos meristemáticos se ha-- llan generalmente formando una masa compacta durante la dife- renciación del tejido, esta íntima conexión entre las membrana nas de las células adyacentes puede quedar parcialmente rota, a causa de la aparición de espacios intercelulares. El más co mún de los espacios intercelulares se origina por la separa-- ción de las membranas celulares a lo largo de una porción más o menos extensa de su área de contacto (fig. 7). Estos son -- los espacios intercelulares esquizógenos, así llamados porque

se creyó primeramente que el mecanismo de su formación comportaba una división de la lámina media (del griego esquizo, división y géneris, origen).

El origen de los espacios intercelulares esquizógenos se explica como sigue: cuando las nuevas membranas primarias se han formado entre los dos protoplastos hermanos, la lámina media que está entre estas membranas se pone en contacto con la primitiva membrana madre y no con la lámina media que une esta membrana madre con la de la célula vecina. Se forma una pequeña cavidad en el punto de contacto entre la nueva lámina media y la membrana madre; después, la membrana madre se disuelve en la porción contigua a esta cavidad. Así la cavidad formada entre las membranas se transforma en espacio intercelular. Si existe un espacio similar entre la célula madre y su vecina la nueva cavidad y el contiguo espacio intercelular puede unirse formando un espacio mayor.

#### E) CUERPO PRIMARIO DEL VEGETAL.

Meristemos.

Meristemos y crecimiento del cuerpo de la planta.- A partir de la división de la célula huevo, la planta vascular produce generalmente nuevas células y forma nuevos órganos. Durante los primeros estadios del desarrollo embrionario, la división celular tiene lugar en todo el joven organismo, pero a medida que el embrión aumenta y se transforma en una planta independiente, la adición de nuevas células queda gradualmente restringida a ciertas partes del cuerpo de la planta, mien

tras que las demás atienden a otras actividades del vegetal. Así pues, porciones de tejido embrionario persisten en la planta durante toda su vida, por lo que la planta adulta se compone de tejidos adultos y juveniles. Estos tejidos perpetuamente jóvenes, que interesan primariamente al crecimiento de la planta, son los MERISTEMOS.

El término meristemo (del griego meristo, divisible) indica ya la actividad característica del tejido que lleva este nombre. Naturalmente, la síntesis de sustancia viva es parte fundamental en el proceso de formación de nuevas células por división. Otros tejidos vivos además de los meristemáticos -- puede producir nuevas células, pero los meristemas mantienen indefinidamente tal actividad, porque ellos no sólo aumentan el número de células de la planta, sino que se perpetúan también por sí mismos; esto es, algunas de las divisiones de los meristemas no dan lugar a células adultas, sino que permanecen meristemáticas.

Meristemas y tejidos adultos.- En la discusión precedente, los meristemas fueron definidos como tejidos formativos -- que añaden nuevas células al cuerpo de la planta y que al mismo tiempo son capaces de perpetuarse por sí mismo como tales. Así pues en los meristemas activos se presenta una continua -- separación entre las células que permanecen meristemáticas -- las células iniciales- y las que se transforman en elementos de tejidos diversos- . En este desarrollo, las células derivadas cambian gradualmente, fisiológica y morfológicamente, ad-

quiriendo características más o menos especializadas. En otras palabras, las células derivadas se diferencian en elementos es pecíficos de los distintos sistemas de tejidos. La célula que se desarrolla adquiere diferencias en dos sentidos: en primer lugar asume características que la distinguen de sus precursoras meristemáticas, y en segundo lugar diverge de las células de edad similar según las distintas líneas de especialización.

#### CLASIFICACION DE LOS MERISTEMOS.

##### a) Meristemos apicales y laterales.

Una de las más comunes clasificaciones de los meristemos se basa en su posición en el cuerpo de la planta. Divide los tejidos formativos en meristemos apicales, esto es, meristemos situados en los ápices de brotes y raíces, principales y laterales, y meristemos laterales, o sea, meristemos dispuestos pa ralelamente a los lados del órgano donde se presentan. El cambium vascular y el cambium suberoso (o felógeno) son meristemos laterales.

##### b) Meristemos primarios y secundarios.

Otra clasificación ndivide los meristemos en primarios y se cundarios según la naturaleza de las células que dan origen a estos meristemos. Si estas células provienen directamente de células embrionarias, y por tanto nunca han dejado de estar re lacionadas con los procesos del crecimiento, los meristemos se llaman primarios. En cambio si las células primero diferencia- das y funcionando como miembros de algún sistema de tejido ---

adultos adquieren de nuevo la actividad meristemática, el meristemo resultante recibe el calificativo de secundario.

c) Meristemas intercalares.

El término meristemo intercalar se emplea para designar una zona de tejido primario en crecimiento activo, algo apartada del meristemo apical. La palabra intercalar indica que el meristemo se halla situado entre regiones de tejidos más o menos diferenciadas. Los meristemas intercalares se reúnen a menudo con los meristemas apicales y laterales, basándose en su posición. Tal agrupación no es recomendable, puesto que las regiones en crecimiento intercalar contienen elementos diferenciados y además porque pueden transformarse completamente en tejidos adultos.

Crecimiento y Diferenciación.

En un segundo periodo, que en la semilla puede quedar interrumpido por la fase de la quietud, ocurre el aumento de volumen de las células, las cuales agrandan así considerablemente el tejido que han formado; pero en esas células, generalmente ya no ocurren nuevas segmentaciones. Las células así desarrolladas (sobre todo en volumen) conservan todavía una gran homogeneidad morfológica.

Al anterior, sigue un tercer periodo, durante el cual las células originariamente iguales cobran formas bastante diferentes, en relación con las funciones que habrán de realizar en los tejidos de que formarán parte.

Todo ello conduce a distinguir tres fases de desarrollo; la embrional, el crecimiento por extensión y la diferenciación. La primera fase también se puede considerar como un proceso de hiperplasia (aumento de los plastos); los dos restantes como procesos de hipertrofia.

De este modo complejo de crecimiento resulta, por una parte, el aumento de volumen del órgano y el desarrollo en él de nuevos caracteres morfológicos y funcionales que faltaban al principio.

Diferenciación.- No todas las células de un tejido meristemático en vía de alargamiento se comportan de la misma manera. Unas crecen más; otras, menos. Y así se van diferenciando las células epidérmicas de las que se convertirán en conductoras, o de las fibras, o de las que poco modificadas, constituirán los parénquimas.

Estas diversas maneras de conducirse las células se van acentuando en la fase llamada de diferenciación; los condriomas plasmáticos evolucionan hasta convertirse, gran parte de ellos, en plastidios; se aíslan gotitas de lípidos; se acumulan en los vacuolos los primeros productos de desecho de la actividad celular (alcaloides, glucósidos, etc.); el núcleo pierde preeminencia y, en algunos casos la cromatina se va resorbiendo e inicia la fase de su autólisis. Los vacuolos, confluyendo se reducen en número, pero aumentan su capacidad; la turgencia tiende a disminuir; la función de ésta, como factor de la conformación externa de los órganos se aminora, al propio tiempo

que la membrana celular alcanza mayor importancia por su robustez.

Ante todo la membrana celular aumenta su espesor, a veces en pequeña medida, por ejemplo en los parénquimas; otras veces en considerable proporción, por ejemplo en las esclereidas. Se van diferenciando, a su vez, las características del engrosamiento, de las punteaduras, etc. Y, sobre todo, se presenta -- muy notable la diferenciación química. La celulosa, que, aparte de pequeñas partículas del plasma, era el componente esencial de la membrana, se incorpora por mezcla o por esterificación, otros productos, ante todo diversas pentosas (pectina, arabinas, xilanas); se añaden también a la celulosa grupos metoxílicos, tanto más numerosas cuanto mayor es el grado de -- lignificación de la membrana; y grupos aromáticos, como la lignina; pigmentados, como las flavonas; lipídicos, como la suberina por lo que parece, la membrana rompe toda relación directa con el plasma viviente, generalmente, la cavidad celular -- queda vacía de plasma, ya que ha cumplido su misión constructiva y la membrana acaba por constituir ella sola los tejidos -- llamados mecánicos.

Factores del crecimiento.- El crecimiento está íntimamente relacionado con factores internos, sobre todo en cuando se refiere a los procesos de división y de diferenciación celular pero tienen gran importancia también los factores externos.

a) Factores abiológicos. Temperatura. Es factor esencial

de todas las manifestaciones vitales del organismo. Por debajo de  $0^{\circ}$  C. El crecimiento suele ser nulo; algunas algas que viven en las nieves se desarrollan óptimamente a una temperatura muy próxima a  $0^{\circ}$  C, y sufren padecimiento grave apenas aquella se eleva un poco.

b) Radiaciones luminosas. La luz es indispensable para el desarrollo de muchísimas plantas, pero no de todas, como ocurre con la energía térmica. Muchos talófitos pueden desenvolverse en la oscuridad todo su ciclo evolutivo. En general, sin embargo, la luz es factor de crecimiento no menos importante. En general, sin embargo, la luz es factor de crecimiento no menos importante que el calor. En primer lugar tiene importancia fundamental en la nutrición. A este propósito, cada planta tiene particularidades exigentes por lo que atañe a la luz, las hay típicamente heliófitas, y otras son heliófabas.

c) Gravedad. También la gravedad tiene notable importancia sobre el crecimiento.

La gravedad influye sobre la velocidad del crecimiento y sobre la manera de crecer. Con respecto al primer punto se ha observado que si se colocan invertidos algunos ramitos desarrollados en posición vertical y se mantienen así en condiciones favorables a su crecimiento; se alargan con velocidad atenuada, y esa atenuación alcanza a veces el 10%; este fenómeno puede observarse también sustituyendo la acción de la gravedad por la de la fuerza centrífuga.

d) Factores Químicos. En la denominación de agentes químicos pueden ser comprendidos, ante todo, los factores alimentarios, que, evidentemente, son fundamentales en una función constructiva, como es la del crecimiento. La profunda diferencia entre individuos de una misma especie, crecidos en una tierra bien abonada y en otra estéril, muestra toda la importancia del factor nutrición sobre la masa que puede alcanzar una planta y sobre su desarrollo.

e) Oxígeno. La disponibilidad de oxígeno es también factor importante de crecimiento, no sólo por la facilidad mayor de la actividad funcional de los organismos, como consecuencia de la respiración, sino también como factor morfogéno. Si se reducen las posibilidades de aflujo de oxígeno a algunos órganos, como ocurre, por ejemplo, con la base del tallo de Lythrum salicaria o algunos Epilobium en lugares inundados, se observa el desarrollo adventicio de un aerénquima por debajo de la epidermis sumergida.

f) Agua. La humedad del suelo favorece el alargamiento; la sequedad lo reduce. Y en relación con la economía del agua en las plantas tenemos las conocidas acciones morfogénas que determinan la aparición de tomentos, engrosamientos cuticulares y revestimientos aéreos en los individuos o en las razas adaptadas a los lugares secos, mientras las dilataciones superficiales de los órganos, la glabrescencia y la sutilidad de la cutícula constituyen otras tantas características de los individuos y de las razas propios de los lugares húmedos.

g) Factores osmóticos. Muchas plantas inferiores no son capaces de desarrollarse en las disoluciones de elevada concentración molecular. También las plantas superiores son sensibles a los factores osmóticos: en la velocidad de los saladares, algunas desarrollan rápidamente su organismo aprovechando los periodos de lixiviación del suelo por las lluvias, y llega a florecen y a madurar las simientes antes de que con la llegada de la sequía, aumente demasiado la concentración de las disoluciones del suelo y las incapacite para toda ulterior actividad formativa. Algunas de ellas presentan comúnmente el fenómeno de la pedantía, esto es, la floración precocísima, cuando la planta conserva todavía los cotiledones.

h) Factores biológicos. Los factores biológicos, algunos externos y otros internos, determinan gran número de acciones morfógenas.

Organización celular.

El descubrimiento de la célula apical en las criptógamas condujo a la creencia de que tales células existían también en las fanerógamas. La célula apical fue interpretada como una unidad funcional y estructural constante de los meristemas apicales que gobiernan el proceso total del crecimiento.

El estudio microscópico de todas las especies de plantas revela el mismo plan arquitectural básico, esto es: células como unidades básicas de la estructura. Todo el crecimiento y la reproducción de las plantas es resultado de la formación y maduración de nuevas células a partir de las células preexis-

tentes.

La diferencia de tamaño y estructura reflejan las funciones distintas que realizan las diversas células. Las células de nueva formación se transforman en células maduras a través del proceso complejo designado como diferenciación o maduración. En este proceso, las células asumen características estructurales específicas que se relacionan con funciones particulares. Por regla general, conservan estas estructuras y funciones durante toda la vida del órgano al que pertenecen. Los procesos que tienen lugar en la diferenciación celular comprenden especialización de las células, a saber; algunas células se transforman en sintetizadoras de alimento; otras funcionan en el transporte de materiales, y otras sirven de soporte, almacenamiento de alimento, absorción y otras funciones.

Los cuerpos de las plantas de semilla son multicelulares. Además hay un grado considerable de diferenciación en materia de estructura y función entre sus numerosas células. Entre algunos de los grupos vegetales menos especializados hay plantas que constan de una sola célula (por ejemplo, algunas algas y hongos). Estos organismos se designan como unicelulares. Con frecuencia los organismos unicelulares permanecen agrupados -- junto en agregaciones llamadas colonias. En la mayoría de las colonias no hay especialización alguna entre las células o sólo poca, y los miembros individuales de la colonia pueden proseguir sus procesos vitales, si acaso se han separado de las demás células de la colonia. En algunos tipos de colonias, las células se diferencian en grupos a saber: células vegetativas

y células reproductoras, siendo cada una de ellas necesaria para la supervivencia de la otra.

Apices.

La interpretación del ápice como una región autodeterminada es consecuencia de dos tipos de investigaciones: 1, cultivos de meristemos apicales aislados, y 2, aislamiento parcial de meristemos apicales y primordios foliares sobre plantas en crecimiento. Los estudios sobre cultivos han demostrado que -- los meristemos apicales de las raíces son capaces de formar -- cualquier elemento histológico de la raíz, pero a poca distancia desaparece esta capacidad. Los meristemos apicales del brote, incluyendo los primordios foliares más jóvenes, pueden desarrollar plantas enteras, mientras que las regiones subyacentes forman solamente masas de células vasculares.

a) Apice vegetativo del brote.

Los ápices vegetativos del brote varían en tamaño, forma y estructura citohistológica, y en su relación con los órganos laterales. Los ápices del brote de las coníferas son comúnmente reducidos y de forma cónica (fig. 8). El meristemo apical de algunas monocotiledóneas se eleva por encima de los más jóvenes primordios foliares. En muchas dicotiledóneas se eleva -- muy escasamente por encima de los primordios, y en algunos -- queda por debajo de ellos.

b) Apice floral.

En el estadio reproductivo, los ápices florales reemplazan a los vegetativos, a veces directamente, pero con mayor frecuencia mediante el desarrollo de inflorescencias. Por regla general, el meristemo floral muestra diferencias con el meristemo vegetativo, como son la manera de desarrollo y ciertas características citológicas e histológicas, pero la mayoría de los investigadores suponen que estas diferencias no son fundamentales.

La transformación del ápice vegetativo en ápice floral es fácilmente detectable, incluso a escaso aumento, mediante ciertos cambios en las características del desarrollo y forma del ápice, así como en la morfología de los órganos laterales. En algunas plantas, tal como en la soya, las inflorescencias se forman sobre ramas axilares y, por consiguiente, el primer signo de que se aproxima la floración es la producción acelerada de yemas en las axilas de los primordios florales de los brotes laterales. En muchas gramíneas, el ápice se alarga rápidamente antes de la diferenciación de la inflorescencia. Frecuentemente los ápices de las inflorescencias y de las flores son claramente más planos y anchos que el ápice vegetativo.

### c) Apice de la raíz.

El meristemo apical de la raíz, así como el del brote, muestra diferentes tipos de crecimiento y no se da una relación constante entre la estructura de la región inicial y la delimitación de los tejidos primarios del eje. En contraste con el meristemo apical del brote, el de la raíz produce células no sólo hacia el eje, sino también por fuera de él, para -

formar la caliptra; por tanto, el meristemo de la raíz no es terminal, sino subterminal. Se distingue además del meristemo del brote, en que no forma apéndices laterales comparables a las hojas y ramas.

El meristemo apical de la raíz a semejanza del brote, puede denominarse promeristemo, y, como en aquél, contrasta con los tejidos meristemáticos subyacentes. El eje de la raíz joven se halla más o menos claramente dividido en corteza y cilindro central. En estado meristemático, los tejidos de estas dos regiones se denominan meristemo fundamental y procambium, respectivamente. El término procambium puede aplicarse al cilindro central entero, si este cilindro se diferencia ulteriormente en cilindro vascular sólido. Sin embargo, muchas raíces tienen un área medular en el centro.

El término protodermis, se usa para designar la capa superficial, prescindiendo de su relación con otros tejidos, puede también aplicarse a la capa exterior de la raíz joven. Por lo general la protodermis de la raíz resulta distinta a alguna distancia del promeristemo debido a su común origen con la corteza o con la caliptra.

Los ápices de la raíz se han clasificado en tipos tomando como base la relación entre la región inicial y las regiones de los tejidos primarios. EN las plantas vasculares inferiores, todos los tejidos derivan ya de una simple célula apical (por ejemplo, equisetáceas, polipodiáceas), ya de varias células iniciales dispuestas en fila (por ejemplo, marattiáceas). Estas plantas suelen tener la misma estructura apical en la raíz

que en el brote. En las gimnospermas y angiospermas todas las regiones de tejidos primarios parecen originarse en una capa - meristemática común escasamente definida, o bien una o más de estas regiones pueden ser debidas a células iniciales separadas.

## F) CUERPO SECUNDARIO DEL VEGETAL.

### Xilema.

El sistema vascular de la planta se compone de xilema, el principal tejido conductor de agua, y floema, tejido conductor de las sustancias alimenticias. Como constituyentes del sistema vascular, el xilema y el floema son denominados tejidos vasculares. El término xilema se deriva de la palabra griega xillos, madera.

Estructuralmente el xilema es un tejido complejo que consta de diferentes tipos de células, unas vivas y otras no. Los componentes más característicos son elementos traqueales conductores de agua. Algunos de estos elementos combinan la conducción con la función de sostén. Comúnmente el xilema también contiene elementos de sostén especializados: las fibras. Además se caracteriza por la presencia de células vivas o parenquimatosas, que desarrollan diversas actividades vitales. En un cierto número de plantas, el xilema contiene tubos lactíferos. También pueden encontrarse esclereidas derivadas de elementos parenquimatosos esclerotizados.

La común asociación de fibras con otros elementos del xilema y floema determinó la introducción del término "tejido fibrovascular", refiriéndose al xilema y floema. Dicho término se emplea raramente en la actualidad.

El xilema de una planta dada aparece durante su temprana ontogenia en el embrión o en el periodo postembrionario- y se acomoda al desarrollo de los órganos de la planta mediante crecimiento continuado a partir de las células derivadas de los meristemos apicales. A consecuencia de dicho crecimiento, el cuerpo primario de la planta es atravesado por un sistema xilemático continuo (junto con el sistema floemático) cuyas características varían en los distintos tipos de plantas. El xilema que se diferencia en el cuerpo primario de la planta se denomina xilema primario. El precursor inmediato de este xilema es el procambium.

Si la planta es de tal naturaleza que después de terminar el crecimiento primario forma tejidos secundarios mediante la actividad del cambium vascular, el xilema formado por este meristemo constituye el xilema secundario. Según el tipo de planta, el xilema primario es más o menos distinto del secundario, pero en sus características más importantes ambos tipos de xilema muestran transgresión. Por consiguiente para que la clasificación en xilema primario y secundario sea útil debe concebirse en sentido amplio, relacionando los dos componentes del xilema al desarrollo de la planta como un todo, tal como se ha bosquejado anteriormente.

## Xilema Primario.

Cuando se estudia con detalle el xilema primario, pueden observarse algunas diferencias estructurales y de desarrollo - entre las partes primeramente formadas de este tejido y las -- aparecidas más tarde. Estas dos partes se han denominado protoxilema y metaxilema (del griego proto, primero, y meta, des---pués). Originariamente la distinción entre protoxilema y meta-xilema se hizo con respecto al tiempo de aparición relativo de estos dos tejidos.

El protoxilema es el tejido que aparece al empezar la diferenciación vascular y ocupa una posición característica en - el sistema vascular primario de un determinado órgano. Ordinariamente, un órgano vegetal pasa por un definido periodo de -- alargamiento poco después de su iniciación. El protoxilema alcanza el estado adulto por lo regular antes de que el órgano - haya terminado de crecer. EL metaxilema aparece después del -- protoxilema, cuando el órgano aún crece en longitud, y alcanza el estado adulto cuando ya ha terminado el crecimiento del órgano. El protxilema se caracteriza por presentar habitualmente espesamientos anulares y helicoidales en sus elementos traqueales, mientras que el metaxilema puede tener espesamientos secundarios helicoidales, escalariformes, reticulados y con puntuaciones (fig. 9). Por consiguiente, las dos partes del xilema pueden presentar transgresiones morfológicas.

Los elementos traqueales no vivos del protoxilema no pueden acomodarse al crecimiento de las células adyacentes y son

estirados y a menudo completamente destruidos. Durante este es tiramiento, la membrana primaria probablemente se rompe, mientras que la secundaria es retorcida. Los anillos se separan e inclinan y las esprias se extienden. Por el contrario, el meta xilema llega a adulto después que el órgano ha terminado el -- crecimiento de longitud, por lo que sus elementos no son des-- truidos por estiramiento. En las plantas sin crecimiento secun dario, el metaxilema constituye el único tejido conductor de - la planta adulta. cuando el crecimiento secundario es muy acu- sado, el metaxilema no suele funcionar, aunque sus elementos - traqueales permanezcan intactos. A veces quedan completamente llenos de tñlides.

#### Xilema Secundario.

A semejanza de la clasificación del xilema primario en -- protoxilema y metaxilema, la distinción entre xilema primario y secundario no es muy precisa. También aquí la clasificación es de poco valor, a no ser que se haga en relación con el cre- cimiento de la planta o de un órgano. Consideramos brevemente que el xilema primario se diferencia en conjunción con el cre- cimiento del cuerpo primario de la planta y deriva del procam- bium. El xilema secundario forma parte del cuerpo secundario - superpuesto al primario y formado por el cambium vascular.

El cambium que da lugar al xilema secundario es un meris- temo relativamente complejo que consta de células iniciales fu siformes y radiales, por consiguiente se compone de dos siste- mas el vertical y el horizontal -radiomedular-. En las dicoti- ledóneas el xilema secundario es ordinariamente más complejo

que el primario, teniendo una mayor variedad de componentes celulares. Las características estructurales de las membranas secundarias de los elementos traqueales primarios y secundarios fueron ya considerados.

La disposición de las células en secciones transversales ha tomado con frecuencia como pauta para distinguir el xilema primario del secundario. Se dice que el procambium y el xilema primario tienen las células dispuestas al azar; en el cambium y en el xilema secundario tienen las células ordenadas paralelamente a los radios del cuerpo secundario de la planta. Esta distinción es insegura, puesto que en muchas plantas el xilema primario presenta las células ordenadas radialmente como las del secundario.

La característica más segura para la separación del xilema primario y secundario de una angiosperma es la longitud de los elementos traqueales. Aunque los elementos traqueales de espesamiento helicoidal son generalmente más largos que los elementos provistos de puntuaciones del mismo xilema primario, estos elementos con puntuaciones son todavía considerablemente más largos que los primeros elementos traqueales secundarios. Esta diferencia es ciertamente tan acusada que puede hablarse de discordancia entre los dos xilemas. Esta aparente rotura en la continuidad del desarrollo puede ser determinada, no sólo por alargamiento de las células del metaxilema y falta de alargamiento comparable de las derivadas cambiales, sino también, por las posibles divisiones transversales de las células del procambium justamente antes de iniciar la actividad cambial.

## Floema.

El floema es el tejido más importante para el transporte de sustancias alimenticias de las plantas vasculares, en general, el xilema y el floema están especialmente asociados (fig. 10) constituyendo juntos el sistema vascular del cuerpo de la planta. Al igual que el xilema el floema consta de diferentes clases de células, a las que incumben distintas funciones; por consiguiente, el floema es morfológica y fisiológicamente un tejido complejo.

Los componentes básicos del floema son los elementos cribosos, varias clases de células parenquimatosas, fibras y esclereidas. En las plantas provistas de un sistema lactífero, los elementos de este sistema pueden también encontrarse en el floema. Asimismo aparecen en el floema distintos idioplastos morfológica y fisiológicamente especializados.

A semejanza del xilema, el floema se clasifica en primario y secundario, tomando como base el tiempo de aparición relativo al desarrollo de la planta o del órgano. El floema primario aparece en el embrión, y va aumentando durante el desarrollo del cuerpo primario de la planta, completando su diferenciación cuando dicho cuerpo está completamente formado. Igual que el xilema primario, el floema primario se diferencia a partir del procambium. Si la planta presenta crecimiento secundario, el cambium vascular que forma el xilema secundario hacia el interior del tallo o raíz produce floema secundario en dirección opuesta, es decir, hacia la periferia del tallo o raíz.

en protoxilema y metaxilema, el floema primario también puede dividirse en profloema y metafloema. El profloema presenta elementos adultos antes de que el órgano termine su alargamiento. El metafloema alcanza el estado adulto después que el órgano ha terminado su crecimiento, aunque puede diferenciarse durante su alargamiento. Los términos profloema y metafloema se desarrollaron paralelamente con la antes indicada terminología para el xilema.

El profloema constituye el tejido conductor de las partes de la planta en crecimiento activo, y contiene elementos cribosos provistos de las usuales características de especialización de los mismos, es decir, notoria vacualización, protoplasto anucleado y membranas provistas de áreas cribosas. Existe alguna duda al respecto de la naturaleza morfológica de los primeros elementos floemáticos de las gimnospermas, puesto que no se han observado áreas cribosas en ellos. Además, sus características protoplasmáticas son poco conocidas. En las angiospermas, los elementos cribosos han podido observarse en el profloema de las raíces, tallos y hojas de especies herbáceas y leñosas.

Los tubos cribosos del profloema sólo funcionan, aparentemente, durante un corto periodo de tiempo. En los órganos -- que se alargan con rapidez, son destruidos poco después de alcanzar el estado adulto por efecto del alargamiento de las células circundantes. Siendo células anucleadas, son incapaces de acomodarse a este activo crecimiento en longitud y se alargan pasivamente estirados como a sus células acompañantes si -

las hay. Los restos de estas células aplastadas pueden más -- tarde desaparecer completamente. Este fenómeno de destrucción de los elementos cribosos se denomina corrientemente abliteración.

En muchas dicotiledóneas las células persistentes del protofloema después que los tubos cribosos quedan obliterados se transforman en fibras. Ciertos tallos de plantas trepadoras -- que poseen un cilindro esclerenquimatoso por fuera de los cordones vasculares no forman fibras en el protofloema. En el limbo foliar y peciolo de dicotiledóneas, las células del protofloema persisten después de la destrucción de los tubos cribosos, diferenciándose a menudo en largas células con engrosa-- mientos de tipo colenquimatoso y permaneciendo no lignificadas.

Puesto que el metafloema alcanza el estado adulto después que los tejidos circundantes han competado su crecimiento en -- longitud, se conserva como tejido conductor durante más tiempo que el protofloema. Algunas dicotiledóneas herbáceas, la mayo-- ría de las monocotiledóneas y muchas plantas vasculares infe-- riores, no producen tejidos secundarios y dependen enteramente del metafloema para la conducción de las sustancias alimenti-- cias después que sus cuerpos primarios están completamente de-- sarrollados. En las especies herbáceas y leñosas con crecimiento secundario, los elementos cribosos del metafloema se con-- vierte en inactivos después que los elementos conductores se-- cundarios quedan diferenciados. En tales plantas los elementos cribosos del metafloema pueden ser parcialmente aplastados o -- completamente obliterados.

La ausencia de crecimiento secundario en las plantas persistentes, tales como los helechos, bambúes, y palmeras, plantea la cuestión de si éstas plantas poseen elementos cribosos, que a pesar de sus protoplastos anucleados, permanecen funcionales durante muchos años.

Los elementos cribosos del metafloema son ordinariamente más largos y más anchos que los del protofloema, y sus áreas - cribosas más aparentes.

El metafloema de las dicotiledóneas generalmente carece - de fibras. Si en las dicotiledóneas hay fibras en el floema -- primario, se forman siempre en el protofloema, pero nunca en - el metafloema.

#### Floema Secundario.

La disposición de las células en el floema secundario con cuerda con la señalada para el xilema secundario. Un sistema - vertical o longitudinal de células, derivado de las células -- iniciales fusiformes del cambium, es atravesado por un sistema de radios transversal u horizontal derivado de las células ini ciales radiales. Los principales componentes del sistema verti cal con los elementos cribosos (células cribosas, o miembros - de los tubos cribosos, estos últimos usualmente con células -- acompañantes), parénquima floemático y fibras del floema. Los componentes del sistema horizontal son las células parenquima- tosas de los radios.

Muchas especies leñosas de dicotiledóneas presentan una -

**REPORTE DE ANOMALIAS**

**CUCBA**

**A LA TESIS:**

**LCUCBA02740**

**Autor:  
Hernandez Soto Jose Maria**

**Tipo de Anomalia:**

**Errores de Origen:**

**Falta pagina 96**

separación del floema secundario en incrementos estacionales. aunque esta división es menos clara que en el xilema secundario. Las capas de crecimiento del floema pueden distinguirse fácilmente si las células del floema temprano se extienden fuertemente en dirección radial, mientras las del floema tardío permanecen estrechas.

Los radios del floema muestran continuidad con los del xilema puesto que ambos se originan a partir de un grupo común de células iniciales radiales en el cambium. El radio del floema junto con el del xilema constituyen el radio vasuclar. Cerca del cambium, los radios del floema y xilema con origen común, son casi siempre de la misma altura y anchura. Sin embargo, la parte más vieja del radio floemático, la cual es desplazada por la expansión del cuerpo secundario, puede aumentar de anchura a veces considerablemente. Mediante esta dilatación, los radios del floema se acomodan al aumento en circunferencia del eje ocasionado por el crecimiento secundario.

Antes de que los radios del floema se dilaten en las partes más viejas del tejido, sus variaciones de forma y tamaño son similares a las de los radios del xilema de las mismas especies. Los radios del floema son uniseriados, biseriados y multiseriados; algunos son altos y otros son bajos; en la misma especie pueden encontrarse radios pequeños y grandes, formados por una sola clase de células o por los dos tipos, procumbentes y erguidas. Los radios floemáticos no alcanzan la misma longitud que los del xilema, debido a que el cambium vascular

produce menos floema que xilema y también porque a menudo las partes externas del floema son separadas por la actividad del felógeno.

#### G) ESTRUCTURAS SECRETORAS.

##### Peridermis.

La peridermis es el tejido protector que sustituye a la epidermis cuando esta muere y se desprende. La formación de la peridermis es un fenómeno común en los tallos y raíces de las dicotiledóneas y gimnospermas que aumentan en grosor por crecimiento secundario. Desde el punto de vista estructural la peridermis consta de tres partes: 1) El meristemo felógeno; 2) El súber producido por la actividad del felógeno hacia el exterior; y 3) La felodermis, tejido parecido al parénquima cortical y constituido por células derivadas del felógeno hacia el interior de la planta. Las palabras peridermis, felógeno y felodermis derivan del griego (de peri, alrededor; dermis, piel; felo, corcho; geno, producir) y la palabra súber del latín, -- que significa corcho.

El término peridermis debe distinguirse claramente del vocablo "corteza" empleado vulgarmente. La palabra corteza tiene varios significados, pero se aplica corrientemente a todos los tejidos que quedan por fuera del cambium vascular del eje, tanto en el periodo de crecimiento primario como en el secundario. Así la "corteza" incluye el floema primario y la corteza propiamente dicha en los ejes provistos únicamente de tejidos primarios, y floema secundario, corteza propiamente dicha en can-

tividad variable y peridermis en los ejes con tejidos secundarios.

La peridermis se presenta de manera característica en la superficie de aquellas partes del vegetal que poseen crecimiento secundario en espesor continuo y pronunciado. Las raíces, - los tallos y sus ramificaciones en las gimnospermas y dicotiledóneas leñosas suministran los mejores ejemplos. En las dicotiledóneas herbáceas, la peridermis se encuentra a veces limitada a las partes más viejas del tallo o raíz. Las monocotiledóneas raramente forman un tejido protector comparable a la peridermis de las dicotiledóneas. Los órganos foliares no forman súber ordinariamente; las escamas de las yemas de invierno de algunas gimnospermas y dicotiledóneas constituyen una excepción.

En los tallos de las plantas leñosas la formación de la peridermis puede retrasarse considerablemente si se compara -- con la aparición del crecimiento secundario en los tejidos vasculares, o puede no presentarse nunca a pesar del notorio aumento en espesor del tallo. En estos casos los tejidos que quedan por fuera del cambium vascular, incluyendo la epidermis, - se acomodan al crecimiento del eje en circunferencia mediante división y crecimiento celular.

La peridermis se diferencia en las superficies del vegetal que quedan al descubierto después de la abscisión de partes de la planta, tales como hojas y ramas. El súber se forma con frecuencia alrededor de tejidos muertos o enfermos, dentro del

cuerpo de la planta y también por debajo de la superficie de las heridas (peridermis o súber de las heridas).

En contraste con lo que sucede con el cambium vascular, el felógeno es de estructura relativamente simple, pues está compuesto por un solo tipo de células. Las células felogénicas son rectangulares vistas en sección transversal y algo aplanadas radialmente. En sección longitudinal pueden ser rectangulares o algo irregulares. Sus protoplastos son vacuolados en grado variable y pueden contener taninos y cloroplastos.

Las células del súber son aproximadamente de forma prismática a menudo algo alargadas en sentido paralelo al eje longitudinal del tallo, y con diámetros radiales algo más cortos -- que los tangenciales.

#### Cambium.

El cambium vascular es el meristemo lateral que forma los tejidos vasculares secundarios. Se halla localizado entre el xilema y el floema y en tallos y raíces tienen comúnmente la forma de cilindro. Cuando los tejidos vasculares secundarios de un eje se hallan en forma de cordones discretos, el cambium puede quedar limitado a estos cordones en forma de bandas.

Las investigaciones realizadas en el cambium vascular de las coníferas han demostrado que el aumento en circunferencia del meristemo va acompañado de profundos cambios de tamaño, número y disposición de las células. Tanto las células fusiformes como las radiales aumentan de número notablemente. Las primeras aumentan mucho en sus diámetros tangenciales, mientras

que las células radiales iniciales sólo aumentan muy ligeramente en esta dimensión. En las fusiformes es también notable el aumento en longitud. El aumento en número de células fusiformes observado en las secciones transversales se debe en parte al crecimiento intensivo apical sin división, pero en la mayoría de los casos tiene lugar por divisiones oblicuas radiales seguidas de alargamiento intrusivo apical. Puesto que los radios medulares del pino forman generalmente una capa unicelular, el aumento del número de células radiales iniciales. El elevado grado de plasticidad del cambium vascular de las coníferas se pone de manifiesto también mediante la continua destrucción de células iniciales. Tanto las células fusiformes como las células radiales son continuamente desplazadas por otras células iniciales. Las desplazadas pueden transformarse en elementos del xilema y del floema. Antes de desaparecer del cambium puede tener lugar algún acortamiento de las células iniciales fusiformes.

El cambium vascular de las dicotiledóneas parece tener un grado de plasticidad similar al de las coníferas. Durante el aumento en circunferencia de una dicotiledónea tiene lugar varios cambios en la estructura de los radios, con desplazamientos mutuos de las células fusiformes y radiales. También tiene lugar la desaparición de células iniciales.

El crecimiento secundario originado en el cambium vascular se halla íntimamente relacionado con la actividad de las partes primarias del cuerpo de la planta y muestra fluctuacio-

nes relacionadas con el estado fisiológico. Las plantas herbáceas presentan comúnmente una secuencia regular que consta de fase vegetativa, fase reproductiva, muerte somática y dispersión de semillas. Entre las fases vegetativa y reproductiva, el cuerpo de la planta puede alcanzar dimensiones variables y sus tejidos vasculares pueden aumentar mediante crecimiento secundario. Este crecimiento cesa al pasar al estado reproductivo, ya que la actividad cambial está estrechamente relacionada con la fase vegetativa.

En la primavera tiene lugar una reactivación del cambium. Desde el punto de vista anatómico, el fenómeno de la reactivación puede dividirse en dos etapas: 1, expansión de las células cambiales en dirección radial (hinchazón del cambium), y 2, iniciación de la división celular. La extensión en sentido radial va acompañada del debilitamiento de las membranas radiales, de forma que una ligera fuerza exterior aplicada al tronco puede

## Lenticelas.

Las lenticelas son porciones de la peridermis estructuralmente diferenciadas, que se caracterizan por una ordenación celular relativamente floja y por una ausencia de suberificación más o menos completa.

La presencia de espacios intercelulares en el tejido de las lenticelas y la continuidad de estos espacios con los del interior del tallo ha determinado que, a semejanza de los estomas, se halla relacionado las lenticelas con el intercambio de gases. Se encuentran generalmente en tallos y raíces, pero hay excepciones como los tallos provistos de una peridermis que rodea completamente el tallo (especies de *Vitis*, *Lonicera*, *Tecoma*, *Clematis*, *Rubus*).

El nombre de Lenticelas se debe a la forma lenticular que presentan regularmente. Vistas de frente parecen masas lenticuladas de células sueltas, que sobresalen generalmente por encima de la superficie a través de una fisura en la peridermis. Según la orientación de la fisura se distinguen lenticelas transversales y longitudinales.

El tamaño de las lenticelas varía desde estructuras difícilmente visibles a simple vista, hasta las de un centímetro o más de longitud. Las lenticelas grandes alcanzan notable tamaño con el tiempo, debido a que aumentan conjuntamente con el tallo (*Betula*, *abies pectinata*, *Tamarix indica*, *Prunus avium*).

En algunas plantas las lenticelas no aumentan, pero se dividen en lenticelas más pequeñas por diferenciación de la peri

dermis ordinaria dentro de las lenticelas iniciales (*Pirus malus*, *Rhamnus fragula*).

En otros casos, por último, no varían perceptiblemente de forma ni tamaño (*Quercus suber*, *Fraxinus excelsior*, *Ailanthus*).

Las primeras lenticelas se forman, generalmente debajo de los estomas. Pueden aparecer antes de que el tallo termine su crecimiento primario y antes de que se inicie la peridermis, o bien la peridermis y las lenticelas se forman simultáneamente al terminar el crecimiento primario.

Las células parenquimatosas que se encuentran alrededor de la cámara subestomática se dividen según varios planos; la clorofila desaparece, formándose un tejido incoloro. Las divisiones iniciales del parénquima situado debajo de los estomas y las que producen hacia afuera el felógeno de las lenticelas constituyen las células complementarias, así llamadas porque complementan la peridermis.

A medida que el tejido complementario aumenta en cantidad va rompiendo la epidermis y sobresale por encima de la superficie.

Las células que quedan al descubierto mueren, y si se desprenden, son reemplazadas por otras que se desarrollan a partir del felógeno.

Mediante divisiones que producen células hacia el interior, el felógeno situado debajo de las lenticelas produce algo de felodermis.

El felógeno de las lenticelas está en completa continuidad con el formado en cualquier otra parte del tallo.

Puesto que número de células producidas en la región lenticelar es grande, en las regiones donde se ha formado súber - la lenticela sobresale por encima de la superficie de la peridermis y también se proyecta hacia el interior.

Solamente en las plantas provistas de súber en cantidades masivas pueden las lenticelas quedar por debajo de la superficie del corcho (especies de *Ulmus*, *Liquidambar*, *Quercus*).

Algunas lenticelas se forman independientemente de los estomas, ya sea al mismo tiempo que las estomáticas, ya algo más tarde.

En algunos casos, las lenticelas pueden formarse durante cierto tiempo en la parte de la peridermis que produce súber. En estos casos el felógeno deja de producir súber y formar células complementarias, las cuales se abren camino por entre -- las células de la capa de súber.

Las lenticelas formadas en la peridermis inicial pero profundas, así como las formadas en todas las peridermis subsiguientes, son independientes de los estomas. En cuanto a su -- distribución por el tallo, las lenticelas de las dicotiledóneas pueden acomodarse regularmente a los radios vasculares. En las cortezas que se separan en forma de escamas, las lenticelas se desarrollan sobre la superficie de la peridermis que queda de nuevo al descubierto (*Platanus*, *Pyrus*).

Si la corteza es adherente y agrietada como en Robinia y Brunus Domestica, las lenticelas se presentan en el fondo de las estrías.

Si el tejido suberoso es masivo, las lenticelas se continúan a través de todo el espesor del tejido, características que puede observarse fácilmente en el corcho empleado comercialmente (Quercus súber), en el cual, las lenticelas son visibles como líneas de polvo parduzco en las secciones radiales y transversales.

Las células complementarias permanecen con las membranas delgadas y no suberificadas. Absorben fácilmente la humedad, y por lo tanto, cuando el tiempo es húmedo aumentan de tamaño. En algunas especies, las células complementarias están aplanadas radialmente y firmemente unidas entre sí. En otras, son redondeadas y sólo mantienen ligera interconexión (Prunus, Pyrus Robinia, Betula, Gleditschia).

En las lenticelas con tejido complementario bastante suelto, se forman de cuando en cuando capas más compactas y firmes las capas de cierre. Con frecuencia se forma una capa de cierre al terminar la estación. Estas capas se rompen durante el crecimiento del tejido complementario.

#### H) Características Componentes y Morfológicas del Tallo.

Características, Componentes y Morfología.

Concepto.- El cuerpo vegetativo del esporofito de las ---

## Origen del Tallo.

El tallo, como parte integrante del brote, se organiza durante el desarrollo del embrión.

La diferenciación de la organización característica del embrión tiene lugar de manera gradual y varía, como es natural, entre los distintos grupos de plantas.

El embrión completamente desarrollado consta, por lo general de un eje, el eje raíz-hipocotilo, que lleva en el extremo superior uno o más cotiledones y al primordio del brote y, en el extremo inferior, el primordio de la raíz cubierto por la caliptra. El primordio de la raíz y el del brote, pueden no ser más que meristemas (meristemas apicales), o pueden presentarse como raíz embrionaria, la radícula, en el extremo inferior del hipocotilo y como brote embrionario por encima de la inserción de los cotiledones.

El brote embrionario consta de un eje con entrenudos no alargados y uno o más primordios foliares. Este brote, la primera yema, se designan comúnmente con el nombre de plúmula, y su tallo es el epicótilo. Estos términos se utilizan aquí como sinónimos para designar el primordio entero del brote que se encuentra en el embrión.

La relación estructural entre el hipocótilo y los cotiledones es comparable a la que existe entre el tallo y las hojas. Por consiguiente el comienzo en la organización del brote se encuentra en el sistema hipocótilo-cotiledón, en el cual el hipocótilo es la primera unidad del tallo y los cotiledones las

primeras hojas. Difícilmente puede considerarse al hipocótilo como un entrenudo; se encuentra situado por debajo de un nudo (el nudo cotiledónico), pero no entre nudos.

Durante la germinación de la semilla, el meristemo radical forma la primera raíz, mientras que el meristemo del brote continúa el desarrollo del primer brote mediante la adición de nuevas hojas, nudos y entrenudos. En las plantas con ejes ramificados, se forman yemas en las axilas de las hojas del primer brote, las cuales desarrollan ramas laterales.

#### Morfología Externa del Brote.

Una característica del tallo en estado primario de desarrollo es su división en nudos y entrenudos. Esta división es consecuencia de la manera de originarse las hojas en el ápice del brote y del subsiguiente crecimiento del eje que las soporta.

El ápice del brote da origen a los primordios foliares en tan estrecha sucesión que el brote joven puede considerarse como una serie de discos superpuestos provistos, cada uno de -- ellos, de una hoja o más hojas, según la disposición de éstas en la planta considerada.

Posteriormente, las bases de dichos discos crecen, por lo que las inserciones de las hoas se van separando entre sí.

En otros términos, los entrenudos se desarrollan entre -- los nudos pro crecimiento intercalar cuya duración puede ser -- más o menos larga, según la especie vegetal, las condiciones -- del medio ambiente y el tipo de tallo.

A veces los entrenudos no se desarrollan prácticamente, y las hojas permanecen apretadas sobre el eje; por ejemplo, no pueden distinguirse los entrenudos en las plantas que tienen hojas dispuestas en rosete. Sin embargo el período en roseta puede ser seguido por una extensión de los entrenudos en la parte del eje últimamente formada, generalmente como preparación para el desarrollo de las flores.

Los bulbos constan de ejes con los entrenudos no desarrollados, por lo que las hojas están muy juntas.

En muchos rizomas y en las espigas de los árboles frutales los entrenudos permanecen bastantes cortos.

En las plantas arborescentes el crecimiento secundario en mascara la división del tallo en nudos y entrenudos, así como desaparecen también las pruebas externas de la relación entre este órgano y las hojas.

Las características del tallo debidas a la alternancia de nudos y entrenudos viene influidas por la filotaxis (del griego filo, hoja, y taxis, ordenación) y por la manera de unirse las hojas al tallo. Puesto que estas características del brote tienen relación con la estructura del sistema vascular primario y su desarrollo en el tallo.

Algunas hojas tienen inserciones estrechas; otras, las tienen anchas; otras, en fin, rodean al tallo parcialmente o por completo. Cada nudo puede llevar una, dos o varias hojas; y la disposición de éstas se llama entonces alternas, opuestas (o decusada), y verticilada, respectivamente.

Una de las características más notables de la organización del brote es la disposición helicoidal de las hojas. Uniendo mediante líneas continuas imaginarias los puntos de inserción de las hojas en los sucesivos niveles del eje, se obtienen dos o más líneas espirales. Una de estas hélices puede obtenerse uniendo las hojas por orden de aparición sobre el ápice del brote.

Las fracciones filotáxicas señalan la distribución de las hojas alrededor del eje. Por ejemplo, en un brote con filotaxis de  $2/5$  será preciso recorrer una línea helicoidal continuada dando dos vueltas al tallo y pasando por la base de cinco hojas, antes de encontrar una hoja - la sexta - que se encuentra aproximadamente en la vertical del punto de partida. Si se empezó a contar desde el ápice hacia abajo, la hoja 1 se encontrará encima de la 6, la 6 sobre la 11, y así sucesivamente.

Las hojas 1, 6, 11, 16 ..., se presentan como una fila vertical en los tallos maduros, pero en su origen forman una hélice más escarpada que la que resulta de unir las hojas por orden de aparición. Sobre el brote pueden considerarse todavía otras hélices, unas más aplanadas, otras más escarpadas, algunas en el sentido de las agujas del reloj, otras en sentido contrario.

Todas estas hélices se denominan parásticas (del griego para, al lado de, y sticos, serie).

La clasificación por fracciones de la filotaxis ha sido muy criticada, debido a que no expresa propiamente la disposi-

ción de las hojas cambia, de manera que la divergencia entre las hojas sucesivas, expresada en fracciones de circunferencia, es decreciente. Además diferentes brotes de una misma planta pueden diferir por sus características filotáxicas.

Sistemas de Tejido del tallo.

La estructura primaria del tallo puede describirse de tres sistemas de tejidos: dérmico, fundamental y vascular.

Las principales variaciones en la estructura de los tallos dependen de la cantidad relativa y de la distribución espacial de los tejidos vascular y fundamental.

En algunas de las plantas vasculares inferiores y en ciertas plantas acuáticas de las angiospermas, el tejido vascular forma un cilindro sólido en el centro del eje. Sin embargo, en la mayoría de los casos el tejido vascular y el fundamental están compenetrados de maneras diversas. El tejido vascular puede disponerse, dentro del fundamental, a manera de cilindro hueco más o menos continuo, o como cilindro complejo formado por cordones unidos unos a otros, y también por cordones anastomosados dispersos por todo el eje o gran parte de él.

En las secciones transversales los entrenudos, el sistema vascular así dispuesto se presenta como un anillo de tejido vascular, como un anillo de haces, o como haces individualmente dispersos.

En los tallos por el sistema vascular en forma de cilin--

dro sólido, el tejido fundamental localizado entre la epidermis y el sistema vascular constituye la corteza.

Si el sistema vascular tiene la forma de cilindro hueco, encierra una parte de tejido fundamental, la médula. Si este cilindro está dividido en cordones, llamados haces o fascículos vasculares, los espacios situados entre los cordones y ocupados por tejido fundamental parenquimatoso, constituyen las áreas interfasciculares.

La delimitación del tejido fundamental en médula y corteza no se presenta si el tejido vascular se encuentra disperso en forma de haces. Otras desviaciones de la disposición antedicha con esta separación de corteza, médula, sistema vascular, pueden hallarse entre las distintas plantas. El floema interno de algunos grupos de vegetales queda algo separado del resto de los tejidos vasculares y puede considerarse dentro de la médula.

Ciertas familias tienen haces vasculares completos dispersos dentro de una médula bien definida. Tales haces son denominados haces medulares.

También puede encontrarse haces vasculares por fuera de la masa principal del sistema vascular, esto es, en la corteza.

En este caso se designan con el calificativo de haces corticales. Finalmente, dentro del tejido fundamental pueden diferenciarse filas individuales de elementos vasculares, como por ejemplo los tubos cribosos que atraviezan el tejido fundamental entre los cordones vasculares y la epidermis en las cucurbitá-

ceas.

La corteza de los tallos contienen típicamente mucho pa--  
rénquima con espacios intercelulares muy acusados. Algunas o -  
todas las células corticales pueden tener cloroplastos, por lo  
menos en los tallos jóvenes; entre las inclusiones más comunes  
cabe citar el almidón, los taninos y cristales.

El tejido colenquimatoso también se encuentra con frecuenu  
cia en la corteza, ya en forma de cilindros, ya dispuesto se--  
gún cordones situados cerca de la epidermis o inmediatamente -  
debajo de ella. Aparecen así mismo en la corteza, esclereidas  
y fibras, y en las gimnospermas puede formar conductos resiní-  
feros, y cavidades lisígenas. Los latísiferos corticales se enu  
cuentran en algunas de las plantas que forman latex.

La médula de los tallos es parenquimatososa. En estado adulu  
to carecen de clorofila, pero, en cambio posee leucoplastos; -  
los espacios intercelulares son muy frecuentes. Con frecuencia  
la médula empieza a desarrollarse como meristemo en fila, por  
ello, se dispone a veces en hileras longitudinales de células.

En muchas plantas, la médula se destruye parcialmente du-  
rante el crecimiento del tallo. Estos casos los entrenudos son  
generalmente vacíos, mientras que los nudos conservan la médu-  
la (diafragmas nudales). A veces también persisten en los en--  
trenudos serie de láminas horizontales de médula (Juglans, --  
Pterocarya).

Las células parénquimatosas de la médula - si estas se -  
conserva en el estado adulto - pueden mostrar variado grado de

diferenciación.

Frecuentemente, ciertas células medulares están especiali  
zadas como depósitos de cristales o taninos.

Algunas pueden desarrollar membranas bastantes gruesas, o diferenciarse en esclereidas. A veces las esclereidas se dispo  
nen según capas que atraviezan la médula horizontalmente.

Las membranas, tanto delgadas como gruesas, pueden ligni  
ficarse. Las fibras se presentan raramente (Cicadáceas).

En muchas plantas, algunas o todas las células medulares pueden carecer de contenido. Algunas estructuras especializadas como son los laticíferos o canales secretores, pueden también encontrarse en la médula. La parte externa de la médula puede ser algo diferente del resto; por ejemplo, puede tener células más pequeñas y membranas más gruesas. Esta proción externa, -- morfológicamente distinta, se designa a veces con el nombre de zona perimedular o vaina medular.

Aunque por lo general, la médula está menos diferenciada que los tejidos vasculares, e incluso menos que la corteza.

Los nudos de los tallos difieren de los entrenudos, principalmente por la disposición de los tejidos vasculares.

El sistema vascular nudal, viene complicado por la divergencia de tejido vascular hacia las hojas y ramas. Además en - algunas plantas herbáceas, las principales intercomunicaciones entre los haces orientados verticalmente se verifican por me--

dio de cordones horizontales en la región nodal. La histología de los haces vasculares puede ser algo diferente en los nudos (debido en parte a la ausencia de alargamiento), las células corticales y medulares pueden ser más cortas, y existir menos esclerénquima y más colénquima, en comparación con los entrenudos.

Parece que el grado de diferenciación de los nudos y entrenudos viene incluido por el desarrollo relativo de las hojas unidas a los nudos. Si las hojas son rudimentarias, como sucede en los tallos subterráneos, los nudos y entrenudos difieren poco entre sí.

En las plantas leñosas, la estructura primaria del tallo puede resultar más o menos modificada por la formación de tejidos secundarios. El tejido vascular aumenta por la actividad del cambium vascular.

Frecuentemente la epidermis sola o la epidermis unida a cantidades variables de corteza y floema, pueden quedar separados del resto del cuerpo de la planta por el desarrollo de la peridermis. Puesto que los tejidos secundarios se disponen uniformemente en las regiones nodales e internodales, las diferencias señaladas entre ambas no aparecen en el cuerpo secundario de la planta.

## I) LA HOJA

Sistema Vascular.

Relación entre los tejidos vasculares del tallo y de las hojas

Si el sistema vascular de un brote provisto de hojas es considerado en conjunto, la conexión íntima entre los tejidos vasculares del tallo y de las hojas resulta muy aparente.

En cada nudo, parte del sistema vascular se desvía hacia el interior de la hoja unida a dicho nudo.

Dentro de la hoja el sistema vascular adopta formas características en las distintas especies. Si los haces vasculares que divergen hacia la hoja, se siguen en dirección contraria, o sea, hacia el tallo.

Un haz vascular situado en el tallo, pero directamente relacionado con una hoja, en el sentido en que representa la parte más baja del sistema vascular de la misma, se designa como traza foliar.

Puede considerarse que una traza se extiende desde la base de una hoja hasta donde se reúne completamente con otras -- partes del sistema vascular del eje.

El concepto de trazas foliares implica que, por lo menos, una parte del sistema vascular axial se desarrolla en relación directa con las hojas.

En algunas plantas vasculares, tales como las licópsidas, las hojas son pequeñas y simples, y sus débiles trazas están unidas periféricamente a un prominente cilindro vascular caulino.

En las pterópsidas (helechos, gimnospermas y angiospermas)

por el contrario, las trazas foliares son grandes en relación al sistema vascular del eje, y desempeñan un importante papel en la constitución del sistema axial.

Algunos investigadores consideran que ciertos helechos, - por lo menos todo el sistema vascular del tallo es de origen - foliar; otros consideran al sistema axial de este grupo de --- plantas como una estructura compuesta que contiene las compo-- nentes vasculares caulinar y foliar, con la contribución de -- las trazas foliares cuya proporción varía probablemente en los distintos grupos.

En las gimnospermas y angiospermas, el sistema vascular - primario del tallo se halla claramente asociado con las hojas y se le describe a menudo, como un sistema de trazas foliares intercomunicadas. Algunos investigadores distinguen entre ha-- ces del tallo y haces de las trazas foliares, sin que implique que ambos tipos de haces correspondan a categorías morfológi-- cas distintas.

Los estudios relativos al desprendimiento de las hojas su gieren que el sistema vascular del tallo en las pterópsidas. - no depende de manera absoluta de la presencia de las hojas. -- Por consiguiente, la designación del sistema vascular del eje como un sistema de trazas foliares debe utilizarse con precau-- ción, quizás únicamente como expresión de la relación topográ-- fica entre los tejidos vasculares del tallo y de la hoja.

Crecimiento Secundario del Sistema Vascular.

El aumento de la cantidad de tejidos vasculares por medio de un crecimiento secundario realizado a partir de un cambium vascular, es característico de las dicotiledóneas y gimnospermas.

Por medio de un método especial de actividad secundaria, algunas de las monocotiledóneas aumentan también su sistema --vascular después de terminar el crecimiento primario.

Entre las plantas vasculares inferiores se presenta con --bastante frecuencia en las formas extintas, pero es bastante --raro en las formas actuales.

Se ha sugerido que la presencia de un crecimiento secundario permite el desarrollo de un gran cuerpo de la planta.

A medida que la planta se ramifica y produce mucho más hojas, el cambium, sostiene este crecimiento añadiendo nuevos tejidos vasculares.

Algunas de las monocotiledóneas, como las palmeras, alcanzan considerable tamaño con crecimiento primario únicamente, --pero no forman cuerpos vegetativos tan completos y de larga vida como muchas de las dicotiledóneas y gimnospermas.

#### I) LA HOJA

Histología de las Angiospermas.

La compleja organización morfológica y fisiológica de la epidermis foliar determina que el término y concepto del sistema del tejido epidérmico resulta inapropiado para esta parte --del cuerpo de la planta.

La epidermis foliar se compone de varios tipos de células que se encuentran en general en las partes aéreas de la planta; células epidérmicas que constituyen la parte principal del tejido epidérmico; células oclusivas de los estomas, generalmente acompañadas de células adjuntas; diversos tricomas, células silicificadas y suberosas en las gramíneas; células en forma de burbuja en varias monocotiledóneas; células fibriformes en varios grupos de planta.

Los estomas son particularmente característicos de las hojas y se presentan en una o ambas caras de la hoja pero principalmente sobre la superficie abaxial.

La epidermis pluriestratificada se encuentra frecuentemente en las hojas. Las células superficiales de tales epidermis son a menudo grandes de membranas delgadas e incoloras y se interpretan como células destinadas al almacenamiento de agua.

La estructura de la membrana de la epidermis foliar varía ampliamente. La característica más constante es la presencia de cutina en sus membranas, especialmente la externa y de capas de cutícula sobre su superficie. Las membranas de la epidermis pueden ser delgadas en las plantas que requieren un habitat moderadamente húmedo y en las plantas acuáticas. En las plantas xeromórficas, es decir en las plantas que pueden soportar ambientes secos, la epidermis puede tener membranas gruesas y lignificadas.

Mesófilo. El tejido fundamental de la hoja incluido den--

tro de la epidermis es el llamada mesófilo (del griego meso, -- en el medio, y filo, hoja).

El mesófilo se jaña generalmente especializado como tejido fotosintético. Es un parénquima vivo, lagunoso y con cloroplastos.

En las plantas dicotiledóneas de tipo mesomórfico, el mesófilo se halla comúnmente diferenciado en parénquima esponjoso y en empalizada, recibe este nombre a causa de sus células en forma alargada.

Las células en empalizada se presentan por debajo de la capa superficial epidérmica, a menos que haya una epidermis -- pluriestratificada o una hipodermis especializada en la hoja. Frecuentemente, en este tejido pluriestratificado en empalizada, las células más externas son las más largas, y las más internas las más cortas..

El grado de diferenciación varía según las especies y el habitat. La luz es uno de los factores particularmente importantes que influyen en la estructura final del mesofilo.

Un fenómeno bien conocido es el más acusado desarrollo -- del tejido de empalizada de las hojas expuestas a la luz durante su diferenciación, en contraste con las hojas que se diferencian a la sombra. También se presentan diferencias estructurales en el mesófilo de las hojas que se desarrollan a distintos niveles de la misma planta, fenómeno relacionado con las condiciones de la luz durante su crecimiento. Las hojas xeromórficas tienen el tejido en empalizada relativamente más desa

rollado que las hojas mesomórficas..

Otra característica bien conocida es la de que la estructura lagunosa del mesófilo hace posible el completo intercambio gaseoso entre el aire exterior y el tejido fotosintético. Debido a la magnitud del sistema intercelular del mesófilo, -- una extensa superficie de membrana celular queda expuesta al aire intercelular; esto es, el mesófilo tiene una gran superficie. Esta superficie se denomina superficie interna de la hoja en contraste con la superficie externa, la cual queda expuesta al aire exterior.

Los espacios intercelulares en el mesófilo son predominantemente esquizógenos. Sin embargo, en algunas plantas parte del mesófilo se destruye, dejando grandes cavidades internas.

Este procedimiento se encuentra en algunas plantas acuáticas, de habitat pantanoso.

En ciertas gramíneas se forman grandes células en el mesófilo, las cuales o bien mueren y se separan entre sí o colapsan completamente durante el desarrollo de la hoja.

El ordinario sistema de espacios intercelulares esquizógenos se presenta de manera continua a lo largo de toda la hoja.

Sistema Vascular.- La disposición de los haces vasculares, esto es, la venación, imprime una característica en la apariencia de las hojas.

Una hoja puede tener una sola vena o dos, o más. Los dos

tipos principales de venación en las angiospermas son el reticulado y el estriado. En la venación reticulada, frecuentemente entre las dicotiledóneas, los haces vasculares de distintos tamaños forman por anastomosis una red, con los haces más pequeños que divergen de los más grandes.

En las hojas con venación estriada, característica de las monocotiledóneas, los haces principales se disponen longitudinalmente, pero convergen entre sí en el ápice o en ambos extremos del limbo foliar.

La venación estriada longitudinalmente se llama frecuentemente venación paralela debido a que en la parte media de las largas hojas la venación es prácticamente paralela.

La venación estriada se encuentra también en algunas dicotiledóneas (*Plantago*, *Tragopogon*), y recíprocamente, algunas monocotiledóneas tienen venación reticulada (*aráceas*, *smilacoides*, *tacáceas*, *orquidáceas*, etc.)

Vainas de los Haces.- Los grandes haces vasculares de las hojas de las monocotiledóneas están rodeados por parénquima -- con pocos cloroplastos mientras que los haces pequeños se hallan en el mesófilo.

Las vainas de los haces de las dicotiledóneas constan -- usualmente de células alargadas dispuestas paralelamente al -- curso del haz y cuyas membranas son tan delgadas como la de las células adyacentes del mesófilo. La vaina de los haces se extiende hasta la terminación del haz y envuelve completamente -- las traqueidas terminales.

Hay pruebas experimentales de que las vainas y sus extensiones toman parte en los procesos de conducción. Se observó que una solución de ferrocianuro potásico introducida en las hojas pasaba rápidamente de las venas a las vainas y a través de las extensiones de las vainas a la epidermis, donde la solución se extendía completamente.

Todas estas observaciones apoyan al supuesto de que las vainas de los haces, sus extensiones y la epidermis constituyen conjuntamente un sistema de conducción suplementario en las hojas mesomórficas.

Desde el punto de vista del desarrollo, tanto las vainas de los haces de las dicotiledóneas como la vaina parenquimato-sa única de las panicoides, y la más externa de las dos de las pooides, parecen formar parte del tejido fundamental. La vaina interna de las pooides es probablemente de origen procambial.

Estructura de Sostén.- En muchas hojas las estructuras de sostén no están desarrolladas como en el tallo, y gran parte de la robustez de tales hojas depende de la disposición de las células y los tejidos.

EN las hojas con limbo plano, el mesófilo blando se apoya parcialmente en el sistema vascular que lo atravieza.

En las hojas de las dicotiledóneas las vainas de los haces con sus extensiones, que alcanza la epidermis, contribuyen probablemente al sostén del limbo.

Las hojas de las monocotiledóneas forman relativamente -- gran cantidad de esclerénquima, en forma de fibras, en asociación con los haces vasculares.

La epidermis ofrece considerable sostén debido a su disposición compacta y a sus membranas relativamente gruesas impregnadas de cutina y con una fuerte cutícula dispuesta encima de la superficie externa.

Estructuras Secretoras.- Las hojas llevan diversos órganos relacionados con la eliminación de agua procedente del interior, con o sin apreciable cantidad de materiales disueltos como sales y sustancias orgánicas complejas como gomas, aceites, néctar y resinas.

Puede hablarse de secreción si el término es empleado en su más amplio sentido para referirse a la liberación de materias procedentes de fluidos de las células vegetales.

Los materiales de secreción pueden salir fuera de la célula donde se han formado o bien pueden permanecer dentro, siendo eliminados sólo después de romperse la célula.

Las hojas pueden presentar muchas estructuras secretoras que también se hallan en otras partes de la planta, como son los conductos resiníferos y cavidades lisígenas.

Muchas hojas se caracterizan por la presencia de glándulas superficiales, hidatodos y gran variedad de tricomas glandulares.

Los hidatodos son estructuras que expelen agua, proceso - conocido con el nombre de gutación, eliminan agua directamente desde las traqueidas terminales de los haces.

La gutación es un fenómeno muy extendido entre las plantas pero que tan sólo se observa cuando se presentan combinadas una serie de condiciones apropiadas, tales como un activo crecimiento en las plantas.

El agua expelida en la gutación contiene sales disueltas, las cuales pueden presentarse en tal cantidad que al evaporarse el agua se acumulan sobre la superficie de la hoja.

La presencia de sales en el agua de la gutación se sospecha sea la posible causa de la enfermedad fisiológica caracterizada por la necrosis de los ápices de las hojas en ciertas plantas de interés económico. También se ha pensado esté asociada con los distintos comportamientos de insecticidas y pesticidas aplicados sobre las hojas.

Pecíolo.- Los tejidos del pecíolo son comparables a los tejidos primarios del tallo. Hay una gran semejanza entre el pecíolo y el tallo en cuanto a la estructura de la epidermis.

El parénquima fundamental del pecíolo es semejante a la corteza del tallo por la disposición de las células por el número de cloroplastos, menor en esta parte del vegetal que en el mesófilo del limbo foliar.

El tejido de sostén del pecíolo es colénquima o esclerén-

quima, pudiendo también disponerse de manera similar a la del tallo.

Los peciolos de las distintas plantas muestran considerable variedad en cuanto a la distribución de los tejidos vasculares dentro del cuerpo del peciolo.

Si el peciolo tiene solamente un haz colateral, el floema se halla sobre el lado abaxial y el xilema en el adaxial, en los haces bicolaterales el floema se presenta a ambos lados -- del xilema.

Si los tejidos vasculares se disponen en arco o círculo - en las secciones transversales, el floema se halla casi siempre orientado hacia la periferia del peciolo.

En los peciolos con diversos cordones vasculares se encuentran otras disposiciones. Si se encuentran capas endodermoides en el peciolo, pueden rodear haces aislados o bien complejos enteros de haces.

El raquis y los peciolos que sostienen los foliolos de -- una hoja compuesta son comparables en estructura a los peciolos de las hojas simples, pero la cantidad de tejidos en los peciolos es relativamente pequeña.

Desarrollo.- Las divisiones celulares en los flancos del meristemo apical inician el desarrollo de una protusión lateral, la base foliar sobre la cual se desarrolla más tarde toda la hoja.

En muchas plantas, el primordio foliar se forma tan cerca del ápice del brote que este último cambia periódicamente su forma y tamaño en relación con la extensión lateral de la base.

En algunas otras plantas se origina relativamente bajo -- respecto al cono apical, permaneciendo éste inalterado en su aspecto foliar.

En otras plantas todavía, las hojas insertas en la parte baja del cono apical son también tan pequeñas que no forman -- protrusión que merezca calificativo de base foliar.

Las dos zonas de crecimiento de los ápices de las angiospermas, la túnica y el cuerpo participan de manera variada en la formación del primordio foliar. EL grado de su participación viene determinado por la relación cuantitativa entre túnica y cuerpo y por la profundidad de las divisiones periclinales -- iniciales.

En las gramíneas, algunas de las cuales tienen una capa -- en la túnica, y otras dos, los primordios foliares se originan mediante divisiones periclinales en las dos primeras capas del ápice.

Las gimnospermas con una zonación apical precisa que la -- del complejo túnica-cuerpo, presentan variaciones similares a las de las angiospermas en la iniciación de las hojas.

Mientras la situación y orientación de las divisiones que inician los primordios foliares pueden ser fácilmente observados en las secciones, el grado de participación de las distin--

tas capas del ápice del brote en la constitución final de la hoja es difícil de juzgar.

La citoquimeras periclinales se han empleado con éxito para determinar el número de capas iniciales en los ápices del brote de ciertas dicotiledóneas, y se comprueba que son igualmente útiles para el análisis de la composición de las hojas en relación a las capas iniciales del ápice del brote.

Este tipo de estudios realizados en hojas de arándano pueden citarse como ejemplo, en la formación de esta hoja toman parte tres capas del meristemo apical, las dos capas de la túnica biseriada y la capa más externa del cuerpo.

La epidermis foliar deriva enteramente de la capa más externa de la túnica mediante divisiones anticlinales.

Las células derivadas de la segunda capa de la túnica y las del cuerpo contribuyen a la formación del mesófilo y de los tejidos vasculares.

Las derivadas de la túnica corresponden al extremo y bordes de la hoja, y las del cuerpo a su parte central.

Abscisión.

Las características de la región de abscisión varían ampliamente en las distintas plantas. Se ha intentado clasificar los métodos de abscisión atendiendo a la naturaleza de esta zona y al tiempo de desarrollo de sus características particulares.

La mayoría de los estudios sobre la abscisión de las hojas pertenecen a las dicotiledóneas, pero las monocotiledóneas coníferas y helechos han merecido también la atención de los investigadores.

En las hojas sencillas de las dicotiledóneas la zona de abscisión se presenta dentro del peciolo o en su base.

En las hojas compuestas se presenta en el peciolo de la hoja y también en la base de los distintos folíolos.

Las distintas zonas de abscisión de tales hojas son de estructura similar, aunque la de los folíolos pueden ser algo más simples.

Las características que facilitan la separación de las hojas son de dos clases:

- 1.- Peculiaridades de naturaleza histológica de la parte del peciolo donde se localiza la parte de la abscisión.
- 2.- Presencia de una capa de separación que determina la desunión entre hoja y tallo.

La zona de abscisión difiere de las partes adyacentes -- del peciolo en que presenta un mínimo de tejidos de sostén. -- Excepto los tejidos vasculares, las células son principalmente parenquimatosas; en los tejidos vasculares las células lignificativas pueden estar representadas sólo por elementos traqueales.

Una característica común de la capa de separación es la de que sus membranas celulares están químicamente alteradas -

durante la abscisión de la hoja, de tal manera que las células separadas entre sí se rompen fácilmente. Las membranas celulares aumentan su volumen y adquieren aspecto gelatinoso. La capa de separación consta por lo menos de dos filas superpuestas de células en las que tienen lugar las transformaciones químicas de las membranas celulares.

La distinción morfológica de estas capas celulares varía; unas veces, apenas pueden distinguirse del parénquima fundamental de la zona de abscisión; otras son relativamente pequeñas y tienen muchas caras o son de forma tabular.

En muchas plantas leñosas la capa de separación se prepara mediante divisiones en el tejido fundamental, en número de una, dos o varias en cada célula. La separación de las hojas - que se secan sobre la planta se realiza aparentemente mediante una rotura mecánica sin el desarrollo de una capa de separación bien definida.

La protección de la superficie que queda al descubierto después de la caída de las hojas se realiza de varias maneras. Pueden distinguirse dos fenómenos principales.

- 1.- Formación de una cicatriz, y
- 2.- Desarrollo de la peridermis debajo de la cicatriz.

Los rasgos fundamentales de la cicatrización son la deposición de sustancias que protegen la nueva superficie de las inclemencias del medio exterior y de la pérdida de agua.

Estas sustancias se localizan por debajo de la capa de -

separación en una región situada a varias células de profundidad, constituyendo la capa de protección de la zona de abscisión.

Los materiales depositados en la capa de protección suelen ser suberina y lignina. La suberina se dispone, como en las células suberosas, en forma de láminas, por el lado interno de la membrana celulósica.

La presencia de lignina se infiere de la positiva con floroglucinol y ácido hidroclicórico. Sin embargo hay algunas pruebas de que la substancia identificada como lignina puede ser goma de la herida, la cual presenta muchas de las reacciones microquímicas de la lignina. Esta goma se presenta en las membranas, en los espacios intercelulares y frecuentemente también en los elementos traqueales.

La cicatrización puede afectar al tejido fundamental sin cambios previos en dicho tejido. En otros casos se presentan divisiones previas como preparación para el desarrollo de la capa protectora.

La peridermis que se desarrolla por debajo de la capa protectora se continúa con la peridermis del tallo.

En algunas plantas la peridermis se desarrolla directamente como parte del fenómeno de abscisión.

El periodo de aparición de los distintos cambios relacionados con la caída de la hoja varía ampliamente. La capa de -

separación puede quedar preparada pronto, durante la diferenciación de la hoja, o no ser visible hasta inmediatamente antes de la abscisión.

De manera similar el proceso de cicatrización puede presentarse antes de la caída de la hoja.

El desarrollo de la cicatriz viene afectado por condiciones del medio ambiente.

Los factores internos que determinan el tiempo y características del desarrollo de la zona de abscisión en los vegetales, los concernientes a la caída de la hoja y también de --- otros órganos son desconocidos, pero las investigaciones realizadas con las sustancias del crecimiento sugieren que éstas están relacionadas de alguna manera con este fenómeno; por lo menos se ha comprobado que la aplicación de estas sustancias retrasa la abscisión.

## J) HISTOLOGIA DE LA RAIZ

Origen.

La raíz y el tallo aparecen muy relacionados, es de suponer que el primitivo cuerpo de la planta en forma de eje se diferenciaba en brote y raíz debido a los diferentes habitats y funciones de las partes aéreas y subterráneas.

Ontogenéticamente el origen de la raíz es algo variable. Las plantas con semillas poseen una radícula o simplemente un meristemo radical en el extremo de la raíz (polo radical) del

embrión, a partir del cual se desarrolla la raíz primaria de la planta después de la germinación.

en las gimnospermas y dicotiledóneas esta raíz produce generalmente, mediante alargamiento y ramificación, el sistema de raíces de la planta.

En las monocotiledóneas, la raíz primaria, derivada del meristemo radical del embrión, muere pronto por lo regular y el sistema de raíces de la planta adulta se desarrolla como estructura compuesta de numerosas raíces formadas sobre el tallo por encima del lugar de origen de la raíz primaria. Algunas de estas raíces formadas sobre el tallo pueden iniciarse en el embrión; otras, más tarde.

En las criptógamas vasculares, el sistema principal consta también de raíces que se originan sobre el tallo.

El primer meristemo apical de la raíz de las plantas con semillas se origina, no superficialmente como el del epicótilo sino más o menos profundamente en el tejido del extremo radical del embrión.

El origen profundo de las raíces laterales y el de las adventicias del tallo es aún más acusado, por Consiguiente, las raíces se originan típicamente de manera endógena, mientras que los tallos son de origen exógeno, sin embargo, considera exógena la raíz del embrión.

Las raíces que se originan en el polo radical del em----

brión y todas sus ramificaciones normales se distinguen, generalmente, de las que se forman de otras maneras mediante el calificativo de raíces adventicias, aplicado a estas últimas. Este término corresponde a raíces que se forman en las partes aéreas de la planta, en los tallos subterráneos y en las raíces relativamente viejas.

Algunos investigadores prefieren restringir la denominación de adventicias a las raíces que se forman a partir de tejidos adultos o en ciertas partes de la planta donde no deberían aparecer en condiciones normales de desarrollo.

EN este sentido estricto las raíces formadas sobre el tallo de algunas dicotiledóneas, monocotiledóneas y plantas vasculares inferiores habrían de llamarse raíces cladógenas.

#### Morfología de la Raíz.

Las raíces presentan una amplia variación morfológica y presentan diferencias estructurales y de desarrollo en correlación con sus especializaciones morfológicas más o menos pronunciadas.

La mayoría de las dicotiledóneas y gimnospermas poseen un sistema radical establecido a partir de la raíz primaria y sus ramificaciones. La raíz primaria produce las raíces laterales según secuencia acrópeta, esto es, que las raíces laterales más jóvenes se localizan más cerca del meristemo apical y las más viejas más cerca de la base.

Las ramificaciones de las raíces secundarias son las raíces terciarias. En las especies perennes, las raíces primarias y sus laterales más viejas experimentan crecimiento secundario.

En esta etapa de su desarrollo sirven para conducir sustancias alimenticias y agua y como órgano de reserva y de sostén.

La absorción se realiza principalmente por las últimas ramificaciones que se hallan en estado de crecimiento primario.

Las raíces adventicias pueden también constituir complementos normales del sistema radical en estos grupos de plantas. Muchas gimnospermas forman tales raíces a partir del hipocotilo. Algunas dicotiledóneas, particularmente las plantas con rizomas, parecen monocotiledóneas con sus raíces principalmente adventicias.

El sistema radical de las monocotiledóneas se halla principalmente compuesto de raíces adventicias formadas sobre el tallo.

Como en las dicotiledóneas, pueden presentarse ramificaciones de varios órdenes en las raíces, o bien puede faltar la ramificación.

Las raíces carecen de crecimiento secundario y varían menos de tamaño entre sí que las distintas partes de un sistema radical similar en las gimnospermas o dicotiledóneas perennes.

Ejemplos corrientes de los sistemas radicales llamados fibrosos se encuentran en las gramíneas y en los bulbos y rizo

mas de familias como las liliáceas, iridáceas y otras.

En las gramíneas, algunas de las raíces adventicias pueden originarse en el embrión, de forma que éste posee dos o -- más primordios radicales en el hipocotilo, además de la radícula terminal.

Todos estos primordios juntos son, comúnmente hablando, las raíces embrionarias.

La formación de numerosas raíces adventicias en las gramíneas está asociado con el importante fenómeno de retoñar, característico de muchos ejemplares de esta familia. Dicho fenómeno consiste en la producción de numerosas brotes de entrenudos cortos a partir de las yemas axilares y en el desarrollo de raíces adeventicias en relación con estos brotes.

Muchas raíces se desarrollan como órganos de reserva, -- con o sin crecimiento secundario anómalo. Otros sirven principalmente como órganos de sostén, tales como las raíces de los manglares y, en menor escala, las de gramíneas y juncos. Las raíces pueden estar especializadas como órganos de aireación o modificada en espinas. Ciertas trepadoras y epífitas forman -- raíces aéreas que fijan sus brotes a la superficie sobre la -- cual la planta se desarrolla.

Las micorrizas son asociaciones de raíces y hongos, --- usualmente interpretadas como simbiosis. Son frecuentes entre las gimnospermas y las angiospermas leñosas.

Las raíces micorrizas son a menudo cortas y su estructura interna se desvía algo de la de las raíces no invadidas.

El desarrollo de las raíces con nudosidades viene determinado por la entrada de bacterias por los pelos radicales - que provocan una proliferación de las células corticales. Estas raíces son particularmente características de las leguminosas, aunque también se encuentran en otras familias (podcarpáceas).

Estructuras de la Raíz.

Epidermis.

La epidermis radical consta de células alargadas, estrechamente unidas, de membranas delgadas y que suelen carecer de cutícula. Sin embargo no es rara una eventual cutinización de las membranas epidérmicas, a veces sólo en las externas que se presenta asociada con la longevidad de la epidermis.

Las membranas de la epidermis que persisten largo tiempo pueden dar señales de lignificación o estar impregnadas de sustancias de color oscuro de identidad incierta.

La epidermis radical es típicamente monoestratificada -- por ejemplo el velum de las raíces aéreas de las orquídeas tropicales y de las aráceas epífitas. El velum es una vaina -- apergamada que consta de células muertas dispuestas de manera compacta y de membranas engrosadas. Durante el tiempo seco estas células se llenan de aire, pero cuando llueve se llenan

de agua, debido a lo cual el velamen es considerado comúnmente como tejido absorbente.

Una notable característica de la epidermis radical es el desarrollo de pelos. Ordinariamente los pelos radicales quedan reducidos a una región de uno o varios centímetros de longitud cerca del extremo de la raíz. Faltan en la parte más próxima al meristemo apical y mueren en las partes más viejas de la raíz.

En cierto número de plantas se ha observado una excepcional longevidad de los pelos radicales, probablemente con una disminución de la función absorbente. Los pelos radicales varían en anchura y longitud.

En ciertas plantas todas las células epidérmicas son capaces de formar pelos radicales; en otras, sólo algunas células.

Por otra parte, el desarrollo de los pelos radicales vienen afectando su función por el medio ambiente.

Se ha señalado la formación de pelos radicales a partir de una capa subepidérmica en Citrus.

Caliptra.

La caliptra es comúnmente considerada como una estructura que protege al meristemo radical y ayuda a la raíz en su penetración del suelo durante el crecimiento.

Esta última función viene sugerida por la consistencia -

mucilaginosas de las membranas de las células más externas de la caliptra, característica que probablemente reduce la fricción entre la extremidad de la raíz en crecimiento y la tierra.

En algunas plantas las células de la caliptra son mecánicamente fuertes y posiblemente sirven para apartar las partículas duras del terreno.

Las células de la caliptra son células parenquimatosas vivas que a menudo contienen almidón. El almidón es bastante persistente, en el sentido de que no es fácilmente utilizado por la planta excepto en condiciones de extrema desnutrición.

La alteración mucilaginosas de las membranas de las células de la caliptra es probablemente comparable a la que aparece a menudo en la epidermis de las raíces jóvenes.

Las membranas mucilaginosas se encuentran entre la caliptra y la protodermis y también en las células periféricas. La condición mucilaginosas de las membranas se supone facilita la separación de la caliptra respecto de los frentes de la raíz en crecimiento y el desprendimiento de las células de la superficie externa de la caliptra. Durante el proceso de desprendimiento de las células que se separan muestran un protoplasto turgente rodeado de una membrana continua, incluso después que se hallan claramente desconectadas de la caliptra.

Las condiciones del medio ambiente influyen sobre la estructura de la caliptra. Por ejemplo, las caliptras de las raíces que se desarrollan ordinariamente en el suelo, experimentan una reducción de tamaño y pérdida de características es-

estructurales cuando se trasladan las plantas a un cultivo acuático.

Sin embargo, en las plantas verdaderamente acuáticas, la caliptra suele estar bien desarrollada, lo cual sugiere que esta parte de la raíz puede realizar otras funciones además de las de antes descritas.

Corteza.

La corteza radical, puede ser de estructura homogénea y simple, o tener variados tipos de células. El grado de diferenciación se halla aparentemente relacionado con la longevidad de esta parte de la raíz.

En las raíces de las gimnospermas y dicotiledóneas, que poseen crecimiento secundario y desprenden pronto su corteza, ésta consta principalmente de parénquima. En las raíces que conservan su corteza, como en la mayoría de las monocotiledóneas, pueden formar esclerénquima en abundancia además del parénquima.

La capa cortical más interna de las raíces de las plantas con semillas que se desarrollan sobre el suelo está diferenciada como endodermis. Algunas raíces también desarrollan una capa especializada la exodermis por debajo de la epidermis.

EL parénquima cortical de las raíces carece usualmente de clorofila, excepto en las raíces de algunas plantas acuáticas y en las raíces aéreas de muchas epífitas. En cambio, no

es raro encontrar almidón en ellas. EN la corteza radical pueden hallarse asimismo distintos idioblastos y estructuras secretoras. Si se encuentra esclerénquima, adquiere usualmente una disposición cilíndrica de varias células de espesor, ya directamente por debajo de la epidermis, ya debajo de la exodermis, o junto a la endodermis.

La corteza de las plantas vasculares inferiores consta de células parenquimatosas de membranas delgadas y células diversamente esclerotizadas.

#### Endodermis.

En las raíces se encuentra casi siempre una endodermis provista de banda de Caspary sobre las membranas anticlinales. La banda se forma durante la temprana ontogenia de la célula y forma parte de la membrana primaria.

La sustancia intercelular también resulta modificada en la región de la banda, siendo menos solubre que en las demás partes.

Una de las características más notables de las células endodérmicas es la de que su citoplasma está firmemente unido a la banda de Caspary, de forma que no se separa fácilmente de ella cuando el tejido se halla sometido a la acción de agentes plasmolíticos y otros normales que causan una concentración del protoplasma.

Sin crecimiento secundario, la endodermis experimenta usualmente ciertas modificaciones de la membrana. El desarro-

llo de las características estructurales de la membrana que -- distinguen los diferentes estadios de la diferenciación endodérmica, no se presentan simultáneamente en toda la endodermis de un determinado nivel de la raíz. Por consiguiente hay partes más o menos extensas donde la endodermis se halla parcialmente en un estadio, parcialmente en otro, y a menudo se encuentran a un mismo nivel células correspondientes a los tres estadios de desarrollo.

El paso de un estadio a otro sigue usualmente una pauta que sugiere la existencia de una relación entre este cambio y la proximidad del floema.

La banda de Caspary y las subsiguientes modificaciones de la membrana se presentan primero en el lado de los cordones floemáticos y se extienden hacia las partes de la endodermis situadas frente al xilema.

Este desigual desarrollo de la endodermis determina con frecuencia que la parte que queda frente al floema presente -- membranas gruesas, en tanto que la correspondiente al xilema -- consta de células que sólo tienen banda Caspary. Estas células se denominan de paso porque se admite que permiten el paso de una limitada proporción de material entre la corteza y el cilindro vascular.

Las células de paso o bien permanecen inalteradas mientras la raíz vive, o forman membranas gruesas como el resto de la endodermis.

## Exodermis.

La exodermis se parece a la endodermis estructural e histoquímicamente. También los factores causales del desarrollo de estos tejidos parecen ser similares, puesto que ambos muestran suberificación de las membranas celulares en las raíces y tallos subterráneos, pero no así en los tallos aéreos.

La característica más común de la exodermis es la presencia de una lámina de suberina en el lado interno de la membrana primaria.

La exodermis es común en las raíces de las gimnospermas y angiospermas y suele hallarse también en las monocotiledóneas, pero falta en la mayoría de las criptógamas vasculares.

La exodermis tiene un espesor que oscila entre una y varias capas, y a veces va acompañada de esclerenquima en las partes subyacentes de la corteza. La exodermis contiene una sola clase de células, todas alargadas y suberificadas o bien algunas son cortas y no están suberificadas (Alliu, cepa; *Asparagus officinalis*).

## Cilindro Vascular.

La parte central de la raíz está ocupada por el cilindro vascular compuesto de sistema vascular y parénquima asociado.

El cilindro vascular de la raíz está más claramente delimitado a partir de la corteza que el del brote, debido a las características anatómicas más acusadas de la raíz. Primero el tejido vascular se halla dispuesto de manera compacta y no es-

ta interrumpido por lagunas foliares; segundo, este tejido está rodeado casi siempre por una zona de tejido mono o pluries-tratificado, el periciclo; y tercero, el periciclo está rodeado por una endodermis.

#### Periciclo.

Consta de un parénquima de membranas delgadas. En las -- angiospermas el periciclo suele ser monoestratificado, pero en muchas monocotiledóneas y unas pocas dicotiledóneas es pluries-tratificado.

A veces el periciclo es monoestratificado frente al floema y algo más ancho junto al xilema. Son raras las raíces sin periciclo pero pueden encontrarse en las plantas acuáticas y - parásitas.

Puede quedar interrumpido por la diferenciación de elementos del xilema o del floema junto a la endodermis. EL periciclo puede contener latíferos y conductos secretores.

#### Desarrollo de la Raíz.

##### Raíces Laterales.

Las raíces laterales se originan a algunas distancias -- del meristemo apical y a partir de un tejido situado a cierta profundidad. Tanto en las gimnos permas como en las angiospermas, las raíces laterales se originan orginariamente en el periciclo de la raíz principal y subsiguiente crecen a través - de la corteza.

En las plantas vasculares inferiores, las raíces laterales se forman, por regla general en la endodermis, aunque pueden darse excepciones.

Durante la iniciación de una raíz lateral de una angiosperma, un grupo de células del periciclo experimenta divisiones periclinales y anticlinales, dando lugar a la formación de una protusión, el primordio de la raíz lateral; dicho primordio penetra gradualmente en la corteza.

Antes de que el primordio emerja a la superficie de la raíz principal, el meristemo apical, las regiones del tejido primario del eje de la joven raíz y la caliptra, quedan delimitados mediante adecuadas divisiones celulares.

En muchas plantas la endodermis de la raíz principal toma parte en el crecimiento inicial de la raíz lateral. A veces experimenta solamente divisiones anticlinales y forma una capa sobre la superficie del primordio. Otras veces, se divide también periclinalmente y forma más de una capa.

Antes o inmediatamente después que la raíz lateral emerja, el tejido derivado de la endodermis muere y finalmente, se desprende.

El que la endodermis tome o no parte en la formación del primordio lateral depende de la proximidad del origen de la raíz lateral al meristemo apical. Si las raíces laterales se originan bastante lejos de aquél, en el punto donde el xilema es madura y la endodermis presenta bandas de Caspary, la endo-

dermis está poco o nada relacionado con este fenómeno. Si el nuevo primordio se inicia mientras la endodermis es todavía esencialmente meristemática, ésta puede ser tan activa como el periciclo en la formación del órgano lateral.

La inserción de una raíz lateral tiene una marcada aunque localizada influencia sobre la estructura del cilindro vascular de la raíz principal.

En las plantas con crecimiento secundario, los tejidos secundarios de la raíz principal y laterales se diferencian en continuidad, y el xilema de la base de las raíces laterales se halla incluido en el xilema de la raíz principal.

#### Raíces Adventicias.

Las raíces adventicias pueden presentarse en el hipocotilo de una plántula, en los nudos y entrenudos de los tallos y en las raíces, así como formarse una conexión con las yemas o independientemente.

La mayoría de las raíces adventicias se originan endogénicamente, aunque también se conocen ejemplos de raíces de origen exógeno. Las raíces adventicias pueden formarse a partir de primordios desarrollados previamente y que permanecen en estado latente hasta ser estimulados.

Las raíces adventicias desarrolladas sobre el tallo constituyen el sistema vascular principal en las plantas vasculares inferiores, en la mayoría de las monocotiledóneas, en las

dicotiledóneas que se propagan por medio de rizomas o jerpas, en plantas acuáticas, en saprófitas y en parásitas.

Los principales aspectos histológicos del origen de las raíces adventicias pueden resumirse diciendo que tales raíces se inician casi siempre en la vecindad de los tejidos vasculares en diferenciación del órgano que los produce. Si el órgano es joven, el primordio adventicio es iniciado por un grupo de células situadas cerca de la periferia del sistema vascular. - Si es más viejo, el origen es más profundo y se localiza cerca del cambium vascular.

En los tallos jóvenes, las células que forman el primordio de la raíz derivan comúnmente del parénquima interfascicular; en los tallos más viejos, a partir de los radios vasculares.

En muchos tallos la región antiguamente definida como periciclo es, en su origen, parte del floema primario o del parénquima interfascicular situado entre dos partes del floema primario.

EL origen de las raíces adventicias en la región interfascicular, en el radio vascular o en el cambium, sitúa a la joven raíz cerca del xilema y floema del eje principal y facilita el establecimiento de la conexión vascular entre los dos órganos.

La organización del meristemo apical de la raíz adventicia, de su caliptra, y de la conexión vascular con el eje ---

principal, corre parejas con los fenómenos similares correspondientes al origen de las raíces laterales.

#### Conexión Brote-Raíz.

El estudio de la conexión entre los sistemas vasculares primarios, morfológicamente distintos del brote de la raíz en las plantas con semillas, es de interés desde el punto de vista del desarrollo, así como del filogenético. Puesto que esta conexión implica ajustes espaciales entre sistemas con partes diversas orientadas y con distintas direcciones de diferenciación en el plano horizontal, es natural que muestre algunas características intermedias o de transición entre las del brote y la raíz.

El paso de un tipo de estructura al otro, como se observa en los sucesivos niveles de la conexión raíz-brote, se denomina comúnmente "transición vascular", y la región del eje de la planta donde se presenta se designa "región de transición.

Las características básicas de esta conexión son delimitadas en forma de un sistema procambial durante el desarrollo del embrión.

La diferenciación de los elementos vasculares a partir de las células procambiales sigue la delimitación del procambium. Su secuencia y dirección viene determinada no sólo por la forma del procambium inicial, sino también por la distribución del crecimiento en las distintas partes de la plántula.

Por consiguiente, el adecuado conocimiento de la región de --- transición sólo puede lograrse si esta parte de la planta se - estudia durante todo su desarrollo.

Aunque la estructura de la región de transición es varia ble en los distintos grupos de plantas y es generalmente com- pleja. La región de transición representa una conexión, no en- tre dos órganos axiales con una disposición de tejidos algo di ferente, sino entre un órgano con un sistema vascular se desa- rrolla en relación con las hojas.

En la mayoría de dicotiledóneas y gimnospermas, se en--- cuentran características intermedias entre las de los sistemas vasculares de la raíz y del brote del sistema que conecta la - raíz y los cotiledones. En otras palabras, la transición en es- tas plantas se presenta entre la raíz y los cotiledones. Mien- tras que la raíz tiene un núcleo más o menos compacto de teji- do vascular, los niveles intermedios entre la raíz y el nudo - cotiledóneo presentan cordones que divergen encima hacia los - cotiledones.

Las características específicas de la transición vascu- lar de las monocotiledóneas se relacionan con la presencia de un solo cotiledón y la brevedad de los entrenudos más bajos, - esta última característica es probablemente la causa principal de la estrecha relación que frecuentemente se encuentra entre el epicótilo y la raíz en este grupo de plantas. Sin embargo - en alguna monocotiledóneas, al igual que las dicotiledóneas, - la transición se presenta solamente entre la raíz y el cotile-

don, con el conjunto del sistema vascular primario de la raíz - prolongado hacia el interior del único cotiledón.

La región de transición de las gramíneas es particularmente compleja, debido a que el sistema vascular de la raíz se conecta con más de una hoja por encima del escutelo, al que - muchos investigadores consideran como el único cotiledón en este grupo de plantas.

#### K) ESTRUCTURA DE LA FLOR

Estructura de la Flor.

La flor no muestra el tipo abierto e indeterminado de -- crecimiento, característico del brote vegetativo, sino que su meristemo apical cesa generalmente en su actividad, después -- que las estructuras reproductoras se han iniciado. En ciertos grupos de angiospermas considerados como primitivos, este determinado tipo de crecimiento de la flor es menos pronunciado que en las familias más avanzadas.

En los grupos primitivos, la actividad del meristemo apical es más prolongada y por consiguiente el número de partes - florales es grande e indefinido. Además estas partes se presentan sobre un eje bastante alargado, con sépalos, pétalos, estambres y carpelos sucediéndose unos a otros en sentido acrópeto en el orden indicado.

En los tipos de flores más especializados, el período de crecimiento es más corto y el número de partes florales es más

pequeño y más definido. Además el acortamiento del período de actividad del meristemo apical va asociado con el desarrollo de características que disminuyen o incluso borran las pruebas de la semejanza entre la flor y el brote vegetativo. Tales características son: Disposición Verticilada de las partes de la flor en vez de Helioidal; cohesión de sus partes dentro de un verticilo; adnación de partes de dos o más verticilos diferentes; pérdida de partes; zigomorfía (simetría bilateral) en vez de actinomorfa (simetría radial); y epiginia (ovario infero) en vez de hipoginia (ovario súpero).

Las palabras sinsépalos, simpétalos y sincarpas, se utilizan para caracterizar, respectivamente, flores con los sépalos, pétalos y carpelos unidos. Si el gineceo ocupa una posición similar al de las flores epiginas, pero no se presenta adnato al tejido no carpelar, la flor se llama perigina y el ovario súpero.

Las flores epiginas ( con ovario infero) son especialmente difíciles de interpretar morfológicamente debido a que el gineceo se halla incluido en el tejido no carpelar y se presenta inserto por debajo de las otras partes florales.

Las flores con diferentes grados de especialización forman series de tipos morfológicos. El grado de fusión de sépalos, pétalos, estambres y carpelos varía ampliamente, y la unión no aparece de manera necesaria igualmente pronunciada en los distintos verticilos de una misma flor.

El perianto puede no estar diferenciado en cáliz y corola, o los sépalos y pétalos pueden mostrar transgresión entre sí. También se encuentran formas de transición entre los pétalos y los estambres.

El Sistema Vascular.

El sistema vascular de las flores relativamente poco especializadas con ovarios súperos es comparable al del brote vegetativo en el cual los cordones divergen hacia los órganos laterales a partir del sistema axial de haces.

En una flor hipogina, con una fusión de partes relativamente pequeña, el sistema vascular puede ser más fácilmente representado por trazas dirigidas a los distintos apéndices florales.

Algunas de las más comunes desviaciones en la disposición del sistema vascular se encuentran asociadas con la fusión de partes florales.

En la mayoría de las flores los haces laterales de los carpelos adyacentes se unen entre sí. Fusiones similares tienen lugar en otros órganos florales. La reducción en el número de trazas y haces puede tener también lugar por no desarrollarse alguno de aquellos.

El sistema vascular de las flores epiginas muestra complicaciones adicionales con la posición basal del gineceo. La vascularización de tales flores ha sido frecuentemente estudiada, llegando a la conclusión que en la mayoría de las flores -

epiginas este tejido se interpreta como de origen apendicular, compuesto de bases de sépalos, pétalos y estambres que sufrieron una concrecencia durante la evolución de la flor.

En general, los elementos vasculares de los haces de las flores son comparables a los de las hojas. Los tejidos son --- principalmente primarios, aunque un cierto crecimiento secundario puede tener lugar más tarde, durante el desarrollo del fruto, particularmente en el pedicelo.

El sistema vascular de los sépalos, pétalos y carpelos - está más o menos ramificado. Los estambres raramente muestran un sistema vascular ramificado. En general la venación del periantio de las monocotiledóneas y dicotiledóneas muestra la -- misma característica distintivas que las hojas de estos dos -- grupos de plantas.

Los Sépalos y los Petalos.

Los sépalos y pétalos son semejantes a las hojas por su forma y anatomía, pero generalmente más simples en los detalles estructurales. Constan de parénquima fundamental a menudo llamado mesófilo, un sistema vascular que penetra en el parénquima fundamental y capas epiteliales sobre los lados adaxial y abaxial.

Los sépalos son generalmente verdes. La distribución de cloroplastos en los sépalos dependen de su posición. Si los Sépalos están erguidos y aplicados a los pétalos, la mayor parte de los cloroplastos se encuentra en el lado abaxial; si los sépalos están recurvados, los cloroplastos son más abundantes so

bre el lado adaxial.

El mesófilo se halla raramente diferenciado en parénquima en empalizada y esponjoso. Generalmente es de estructura simple y consta de células aproximadamente isodiamétricas flojamente dispuestas en un tejido lagunoso.

La epidermis de los sépalos presenta una aposición de cutina y desarrollo de estomas y tricomas similares a los de las hojas.

Los pétalos presentan una más amplia variedad de formas que los sépalos y se distinguen generalmente de ellos por su color.

La epidermis de los pétalos muestra ciertas peculiaridades en cuanto a la forma de las células y a la estructura de la cutícula. En la epidermis pueden desarrollarse espacios intercelulares en relación con la formación de filetes. En algunas especies las dos membranas que componen el filete están separadas y el espacio que queda entre las dos capas se llena de aire. Estos espacios se abren hacia el interior del pétalo, pero se presentan cerrados con una cutícula en el exterior del pétalo.

El color de los pétalos viene determinado por la presencia de cromoplastos o pigmentos en el jugo celular. En los pétalos jóvenes se forma a menudo almidón. Los aceites volátiles que confieren las características fragancias a las flores se presentan comúnmente en las células epidérmicas de los pétalos.

Los Estambres.

El conocido tipo de estambre con un filamento provisto - de una simple vena que lleva en el extremo superior una antera bilobulada y tetralocular, es filogenéticamente una estructura avanzada.

El tejido fundamental del filamento es un parénquima vacuolar desprovisto de un acusado sistema de espacios intercelulares. A menudo contiene pigmentos en las vacuolas. La epidermis está cutinizada y lleva tricomas en algunas especies. El - tejido fundamental de la antera y el conectivo es también parenquimatoso, pero se halla muy especializado en la proximidad de las células esporógenas.

La capa más externa, el endotecio (de las palabras griegas, interior y caja), se halla localizada debajo de la epidermis. En las anteras que en la madurez se abren según hendiduras longitudinales, el endotecio desarrolla engrosamientos secundarios a medida que el estambre se aproxima a la madurez.

La más interna de las capas parietales es el tapete, la cual se halla aparentemente relacionada con la nutrición de -- las células madre del polen. Las células del tapete se caracterizan por su protoplasto, que se tiñe densamente y por destacados núcleos.

En la mayoría de las plantas la diseminación de polen -- se realiza por dehiscencia (del griego abrirse), esto es, por abertura espontánea de la antera. La abertura o estomio, puede

ser una hendidura longitudinal localizada entre los dos lócu-- los de cada media antera. Antes de la dehiscencia puede romper se la separación entre los dos lóculos del mismo lóbulo. En al gunas plantas, las anteras no presentan dehiscencia, pero se abren mediante una ruptura y exfoliación irregular de fragmen- tos de tejido.

### El Carpelo.

El carpelo en relación al gineceo.

El gineceo puede constar de carpelos independientes o de carpelos unidos. Un gineceo epocérpico puede constar de un so- lo carpelo. Un carpelo no unido a otros se designa comúnmente como pistilo simple. Si se unen dos o más carpelos en una sola estructura, se tiene el pistilo compuesto.

La diferenciación del carpelo de las dicotiledóneas en - ovario, estilo y estigma, es también del resultado de una modi ficación filogenética de un primitivo carpelo foliforme con du plicado, tal como se encuentra en las ranales leñosas. El cie- rre del carpelo se realiza mediante el desarrollo concrescente de las superficies ventrales a lo largo de los bordes que se hallan en mutuo contacto.

Los cambios evolutivos en la estructura del gineceo de - la flor de las angiospermas implican también distintas maneras de unión de los carpelos de la misma flor. Los carpelos pueden estar unidos por sus bordes al receptáculo, crecer juntos late- ralmente en una condición plegada y cerrada, o unirse lateral- mente en una condición plegada y abierta. La unión de los car-

pelos puede presentarse durante su ontogenia, o bien unirse - desde el principio y crecer como una estructura primaria unitaria.

El estilo (del griego columna) se presenta en concomitancia - con la con la esterilización de la pared apical del carpelo.

En el gineceo apocárpico cada carpelo tiene usualmente - un estilo. En los gineceos sincárpicos los estilos de los car- pelos componentes suelen estar diversamente unidos entre sí.

El estilo y el estigma tienen peculiaridades estructura- les y fisiológicas que hacen posible la germinación del polen y el desarrollo del tubo polínico desde el estigma a los óvu- los.

Sobre el estigma la protodermis se diferencia en epider- mis glandular con células ricas en citoplasma, a menudo papi- liformes y cubiertas por una cutícula. Esta epidermis excreta un líquido azucarado. Así el estigma recuerda un nectario por su estructura y función.

Una notable característica del carpelo es que el estigma se halla conectado con el interior del ovario mediante un te- jido glandular estigmático. Este tejido se interpreta como un medio que facilita la progresión del tubo polínico a través - del estilo y ayuda a su desarrollo con sustancias alimenti- - cias.

El tejido estigmatoide y los haces vasculares constitu- yen las partes más especializadas del estilo. EL tejido funda

mental es parenquimatoso, y la epidermis externa no muestra características especiales. Lleva una cutícula y puede tener estomas.

El Óvulo.

El óvulo se desarrolla a partir de la placenta del ovario y es el lugar de formación de las macrosporas y del desarrollo del saco embrionario (gametofitos femeninos), a partir de una macrospora. Histológicamente el óvulo es bastante simple en comparación con la semilla resultante.

Comúnmente, el óvulo se diferencia en las siguientes partes: la nucela (del latín, diminutivo de nuez), cuerpo central de tejido con células vegetativas y esporógenas; uno o dos tegumentos (del latín, cubierta) que envuelgan la nucela; el fóliculo (de latín, cuerdecita), filamento por medio del cual el óvulo se une a la placenta.

El tamaño de la nucela, el número de tegumentos y la forma del óvulo son características que distinguen los óvulos en los distintos grupos de angiospermas.

El primordio ovular se origina a partir de la placenta como protuberancia cónica con un ápice redondeado. La primera célula esporógena (célula arquesporial) se hace patente, en la protuberancia todavía indiferenciada, por su tamaño y también a menudo por una cierta densidad del protoplasma.

Los óvulos de ciertas plantas muestran considerables desviaciones de la estructura hasta aquí señalada. Algunos no tie

nen tegumentos y otros tienen más de dos. Los óvulos pueden tener otras formaciones además de los tegumentos, tales como el arilo, derivados de un funículo y la carúncula protuberancia - tegumentaria situada cercad del micrópilo.

En algunas plantas el tegumento cubre tan completamente - la nucela que no existe micrópilo; en otras, por el contrario, los tegumentos nunca alcanzan el ápice de la nucela. La nucela varía de tamaño según el tipo y grupos de plantas.

Los óvulos tienen un sistema vascular conectado con el de la placenta. La presencia de haces tegumentarias es a veces -- considerada como una característica primitiva, pero tales haces se presentan en las angiospermas más especializadas, tanto como en las menos especializadas y, por consiguiente, su significación filogenética es incierta. Lo más corrientes es que halla un solo cordón que termine en la chalaza sin prolongacio-- nes por los tegumentos.

Ciertas partes del óvulo se desorganizan durante el desarrollo del saco embrionario y los materiales resultantes son - presumiblemente utilizados por el gametofito femenino en desarrollo.

Los tegumentos experimentan ciertos cambios histológicos o son desorganizados en grado variable. Es particularmente variable y frecuentemente la diferenciación de la epidermis in--terna del tegumento en el tejido nutritivo llamado tapete tegumentario, el cual consta de células alargadas que se tiñen in-

tensamente dispuestas perpendicularmente con respecto a la superficie del saco embrionario.

La significación fisiológica del tapete tegumentario no está aclarada y puede ser variable. Se sugiere alguna relación con la nutrición del embrión por la desintegración del tejido ovular situado cerca del tapete, y la persistencia del tapete hasta que el contenido del saco embrionario completa su desarrollo.

Los Nectarios.

El néctar azucarado de las flores polinizadas por los insectos es segregado, ya por estructuras especiales desarrolladas directamente sobre el receptáculo o por superficies glandulares de distintas partes florales. Tanto las estructuras diferenciadas como las superficies glandulares se denominan nectarios o glándulas.

El néctar puede ser segregado por las partes basales de los estambres o por un nectario circular situado por debajo de los estambres. El nectario puede consistir en un disco o círculo situado en la base del ovario.

En las monocotiledóneas los nectarios se presentan con frecuencia en los septos de los ovarios. Estos nectarios son cavidades recubiertas de glándulas originadas en las partes del ovario donde las paredes de éste se hallan incompletamente unidas.

En los nectarios las células parenquimatosas forman un todo compacto, mientras que en los hidatodos el tejido presenta espacios intercelulares. Ciertos nectarios ocupan una posición intermedia entre los más especializados nectarios y los hidatodos.

Sobre los nectarios se encuentra una cutícula. Los estudios realizados sobre los nectarios de Heves indican que la cutícula puede tener una composición diferente de la cutícula ordinaria; por lo menos en esta planta se ha encontrado que es isótropo, mientras que usualmente la cutícula muestra la doble refracción atribuida a la presencia de cera.

#### Origen y Desarrollo de la Flor.

El cambio de actividad vegetativa o reproductora en el meristemo apical sigue un orden que está determinado por la naturaleza de la planta. Las plantas anuales herbáceas, pasan durante una estación, a través de una secuencia ininterrumpida que comprende: crecimiento vegetativo, iniciación floral y desarrollo floral.

La iniciación floral viene influida por factores externos, pero solamente dentro de ciertos límites que dependen de la capacidad de reacción de la planta ante un determinado ambiente.

#### El Meristemo Floral.

Las flores se originan en el ápice del brote principal, o ramas laterales, o en ambos. Las ramas laterales pueden formar

ramas adicionales de orden variable antes de producir flores.

Las cuestiones pertinentes a la relación de desarrollo entre los meristemos apicales en los estadios vegetativos y reproductor y a la significación de las diferencias estructurales del meristemo en los estadios.

El ápice floral, a menudo es ancho y aplanado, lleva una cubierta relativamente delgada de su meristemo y debajo del mismo un núcleo vacuolado. Esta característica citohistológica se pone en relación con el modo de crecimiento del ápice reproductor.

Lo más notable de este crecimiento no estriba en su longitud ni en la conservación del meristemo apical, sino en la uniformidad de la expansión y en la reproducción de un limitado número de apéndices.

Organogénesis.

Para el desarrollo floral es muy adecuado el estudio y la comparación de flores en diferentes etapas de crecimiento. El cotejo con las observaciones hechas sobre material disecado -- con las efectuadas en flores seccionadas con el microtomo, suministra una idea bastante completa de los fenómenos más importantes referentes al desarrollo de la forma específica de las flores.

En relación con la estructura de la flor, sus distintas partes pueden aparecer en orden acrópeto a niveles sucesivamente

te más altos al igual que las hojas sobre un brote vegetativo, o las partes de una determinada clase pueden formarse en el mismo nivel.

Si las partes se originan según secuencia helicoidal, las hélices de cada una de ellas no se continúan generalmente unas con otras. Las partes florales o bien se originan como secuencia acrópeta continua de sepalos, pétalos, estambres y carpelos o bien esta secuencia resulta más o menos modificada.

Las partes florales pueden permanecer bien definidas al madurar, o bien unirse diversamente dentro de los verticilos.

La unión de dichas partes puede efectuarse de tres maneras:

- 1.- El verticilo se origina como estructura unitaria.
- 2.- Las partes de un verticilo o de verticilios adyacentes se unen durante la ontogenia.
- 3.- La unión de las distintas partes es resultado de la combinación de los dos fenómenos; unión congénita y ontogénica.

El desarrollo del carpelo inicialmente abierto en una estructura cerrada implica una clara unión ontogénica de los bordes de los carpelos.

La parte inferior del carpelo, sin embargo puede tener la forma de saco sin uniones desde el inicio del primordio.

Los carpelos se desarrollan en la posición morfológicamente más elevada de la flor, esto es, dentro de la cavidad del primordio caliciforme. Los dos carpelos se hacen vivibles como

dos protuberancias localizadas aparentemente debajo de los estambres.

#### Histogénesis.

Este tipo de estudios es relativamente escaso. Los sépalos y los pétalos, se originan al igual que las hojas, a partir de divisiones periclinales en una o más capas superficiales del meristemo apical.

Los estambres y los carpelos se inician justamente como miembros del perianto, sin embargo, las hojas y las partes del perianto tienen un origen algo más superficial que los estambres y carpelos.

Aunque la información de la histogénesis es muy importante para solucionar los problemas relativos a la morfología floral, esta información sola difícilmente puede dar una idea completa de las relaciones morfológicas.

#### Sistema Vascular.

La cuestión relativa a la dirección de diferenciación del procambium en la flor juega un importante papel en las especulaciones acerca de la relación morfológica entre la flor y el brote.

El supuesto de que existe diferenciación acrópeta del procambium en la flor y una diferenciación basípeta en el brote vegetativo se ha utilizado como apoyo del concepto de que la flor es una estructura única no comparable al brote.

La diferenciación de los elementos del xilema y floema en el procambium floral espera aún la investigación con técnicas modernas.

#### Abscisión de las partes Florales.

La abscisión de las partes florales ha sido menos estudiada que la de las hojas, pero el fenómeno parecer ser similar - en todas estas estructuras.

La abscisión de una estructura entera o de ciertas partes de la misma se presenta en diferentes períodos del proceso reproductivo.

El término de la floración puede ir seguido del desprendimiento parcial, de flores enteras o de inflorescencias.

Es particularmente frecuente el desprendimiento de los pétalos. los pétalos pueden caer sin marchitarse previamente. Si los pétalos no se desprenden al terminar la floración, pueden permanecer secos unidos al fruto, de manera temporal o permanente.

EN algunas monocotiledóneas el periantio permanece verde y persiste en el fruto.

Los pétalos son a menudo estrechos en las zonas de abscisión. Usualmente no precede división celular alguna a la abscisión y la capa de separación está pobremente diferenciada.

La abscisión de flores enteras es característica de plantas con flores unisexuales. Las flores estaminales se despren-

den regularmente después de la dispersión del polen.

Estas flores pueden caer individualmente o como inflorescencias enteras.

Si la fecundación no se realiza, pueden caer también flores carpelares y bisexuales. La abscisión floral puede ser inducida por tratamientos diversos. La capa de separación de los pedicelos de las flores queda preformada, en algunas especies, durante el desarrollo.

En los pedicelos se encuentran a veces surcos que no coinciden necesariamente con la zona de abscisión.

## L) ESTRUCTURA DEL FRUTO

Definición y clasificación.

Un fruto es un ovario maduro de una flor. A veces, otras partes florales están íntimamente relacionadas con el ovario maduro, y, por ende, son componentes del fruto. En muchos casos el desarrollo del fruto dependen de la polinización. EN -- ocasiones una gran cantidad de polen inactivo o muerto estimulará el desarrollo de los frutos y el ácido indolacético u --- otras sustancias reguladoras del crecimiento pueden sustituir al polen.

En el caso de la piña, la bababa y la naranja navel los - frutos se desarrollan normalmente sin polinización. Desde luego, sin polinización no puede haber fecundación, por lo que -- esos frutos carecen de semillas y, con frecuencia, son dife--

rentes de los frutos normales con semilla. Los frutos son estructuras auxiliares en el ciclo sexual de la vida y existen sólo en las plantas antofitas. Indudablemente su desarrollo ha sido un factor importante en la evolución de las plantas terrestres. Los frutos protegen a las semillas contribuyen a su diseminación y son un factor importante para regular el tiempo de la germinación. Los frutos tienen constantemente la misma estructura y, por ende, son muy importantes para clasificar a las antofitas. EN el lenguaje cotidiano, el término fruto se refiere habitualmente a una estructura comestible y jugosa, como la de una manzana, una ciruela, un durazno, una cereza, una naranja o la uva. Hay estructuras como los ejotes, la berenjena, el quingombó, la calabaza y el pepino que se denominan comúnmente "verduras". Por su parte, los "granos" de maíz, trigo avena y otros cereales no son considerados popularmente como frutos; sin embargo, todos los mencionados son frutos desde el punto de vista de la botánica.

a) Legumbre o vaina.- Este tipo de fruto característico de casi todos los miembros de la familia de las leguminosas, brota de un carpelo simple que, al madura, se escinde por lo general a lo largo de las dos suturas. En la vaina de frijol o chícharo la "cubierta" es el pericarpio y los frijoles o los chícharos son las semillas. Las vainas pueden estar retorcidas en espiral o ser curvas, como en la alfalfa. Sin embargo, hay numerosas leguminosas tales como el algarrobo, la alfalfa y el trébol, que tienen vainas indehiscentes.

c) Folículo.- Como ejemplos de folículos los frutos del eléboro negro y la magnolia. EL folículo se desarrolla a partir de un carpelo simple y se abre a lo largo de una sutura, a diferencia de las vainas que se abren a lo largo de las dos suturas.

d) Cápsula.- Las cápsulas se derivan de ovarios compuestos, o sea de ovarios que se componen de dos o más carpelos -- unidos cada carpelo produce algunas o muchas semillas. Las cápsulas tienen dehiscencia en varias formas: a) longitudinalmente. b) por medio de poros situados en la parte superior de cada carpelo. c) Por una abertura transversal.

e) Silicua.- Este es el tipo de fruto característico de los miembros de la familia de la mostaza (crucíferas). Se piensa que la silicua es un fruto seco derivado de un ovario superior formado por dos carpelos. En la madurez, el pericarpio seco se separa en tres porciones y la porción central persistente tiene semilla ligadas a ella.

f) Aquenio.- Como ejemplos de este tipo de frutos tenemos el alfortón, la fresa, y algunos miembros de la familia de las compuestas, tales como el girasol. Estos frutos se denominan comúnmente "semillas"; sin embargo, como sucede en el caso del girasol, un pericarpio roto con cuidado revela que en su interior se encuentra la semilla ligada sólo por medio de un funículo a la placenta.

g) Grano o cariósido.- Este es el fruto de la familia de las gramíneas, que incluye plantas tan importantes como el tr

go, la cebada, la avena, el centeno, el maíz y el arroz. Como en el aquenio, el grano es un fruto seco indehisciente y de una sola semilla. Sin embargo, difiere del aquenio en que el pericarpio y la cubierta de la semilla están unidos firmemente y resulta difícil separarlos, excepto por medio de procesos especiales de molienda.

h) Sámara.- Se trata de un fruto seco indehisciente que -- puede tener una sola semilla, como sucede en el olmo, el fresno y el ailando, o dos semillas, como en el arce. Esos frutos se caracterizan por tener una proyección hacia afuera de la pared del ovario que forma una estructura alada.

i) Esquizocarpo.- Es el fruto característico de las plantas de la familia de las zanahorias (umbelíferas), que incluye a las plantas tales como la chirvia, el apio y el perejil, además de la zanahoria. El esquizocarpo es un fruto seco de dos carpelos, que cuando están maduros se escinden a lo largo de la nervadura media en dos mitades indehiscientes de una sola semilla.

j) Nuez.- EL término nuez se aplica popularmente a numerosos frutos y semillas de cáscara dura. Desde el punto de vista botánico, una nuez típica es un fruto seco, indehisciente y de una sola semilla con un pericarpio duro que es la cáscara. Como ejemplos tenemos la castaña, la nuez, la nuez americana, la bellota y el tabuco o hayuco.

k) Drupa.- Como ejemplos de este tipo de fruto carnoso - tenemos la ciruela, la cereza, la almendra, el género de las -

rosáceas (la familia del rosal) El fruto del olivo es también una drupa. Este tipo de fruto se deriva de un carpelo simple - y tiene casi siempre una sola semilla.

l) Baya.- Este tipo carnoso de fruto se deriva de un ovario compuesto. Por lo general, hay muchas semillas enterradas en una carne que es el endocarpio y el mesocarpio, aunque la línea de separación sea difícil de discernir. El tomate es un ejemplo común de baya. Otro fruto parecido a las bayas es el de los miembros de la familia de las cucurbitáceas, como la sandía, la calabaza, el melón, el pepino.

m) Pomo.- Este tipo de fruto es característico de una subfamilia de las rosáceas a la que pertenece el manzano, el peral, el membrillo, el pomo se deriva de un ovario inferior. La carne es un hipanto hinchado y el corazón procede del ovario.

Pared del Fruto.

Cuando un ovario se transforma en fruto, la pared del ovario se convierte en el pericarpio (del griego peri, alrededor, y carpo, fruto).

En los frutos en copa unitarios (frutos derivados de flores sincárpicas epiginas), el pericarpio se une más o menos completamente con las partes accesorias del fruto. No existe término apropiado para designar la estructura compuesta que consta del pericarpio y partes accesorias y se aplica el término pared del fruto al pericarpio de los frutos derivados de ovarios súperos y a la combinación de pericarpio y partes no carpelares que se hayan en frutos originados a partir de ova--

rios íferos.

La pared del fruto comprende el lóculo ovárico en el cual las semillas se desarrollan. Un sistema vascular con variaciones características en los diferentes tipos de frutos se encuentra en el pericarpio y en otras partes del fruto. La disposición básica del sistema vascular, relacionada con la manera de plegarse y unirse los carpelos, ha sido ya considerada al descubrir la vascularización de la flor.

Durante el desarrollo de los frutos grandes los tejidos vasculares aumentan en cantidad mediante la diferenciación de haces adicionales vasculares dentro del parénquima fundamental.

Histología de la Pared del Fruto.

Se reconocen dos tipos estructurales de paredes de frutos, el parenquimatoso carnoso a menudo succulento y el esclerenquimatoso seco.

Con respecto a la estructura de la pared, los frutos se dividen en Secos o Carnosos.

Los secos pueden ser dehiscentes si se abren en la madurez e indehiscentes si el fruto permanece cerrado.

Paredes secas o carnosas, dehiscentes o indehiscentes se presentan en frutos derivados tanto de ovarios íferos como súperos.

Pared del Fruto Seca.

Dehiscente.- SI el ovario que se diferencia en fruto seco contiene varios óvulos presenta, por lo general, dehiscencia - en la madurez, Este fruto puede desarrollarse a partir de un - simple carpelo (folículo, legumbre) o a partir de varios carpelos unidos (cápsula).

El pericarpio de los folículos tiene por lo general una - estructura relativamente sencilla. Puede haber un exocarpio es trecho de células con membranas engrosadas y un mesocarpio y en docarpio parenquimatosos de membranas delgadas. Los tres haces vasculares longitudinales principales (uno mediano y dos laterales) y las ramas orientadas transversalmente de los haces -- principales pueden estar incluidos en una vaina esclerenquimatosa.

A medida que el fruto se acerca a la madurez, el pericarpio se seca. Aparentemente la desecación diferencial de las -- partes parenquimatosas y esclenquimatosas del pericarpio crea tensiones que determinan la abertura del folículo a lo largo - de una línea donde los bordes de los carpelos se unieron durante la ontogenia de la flor.

Indehiscente.- Cuando el ovario conteien un solo óvulo, - se desarrolla usualmente como fruto indehiscente.

El pericarpio de muchos frutos indehiscentes provistos de una sola semilla se parecen en estructura a la cubierta de una semilla.

En efecto, comúnmente la cubierta de las semillas de ta--

les frutos no adquiere características mecánicas o resulta más o menos eliminada durante el desarrollo del fruto.

Si el pericarpio y la testa (cubierta de la semilla) están adheridos, éste es un grano o cariopsis, como ocurre en la mayoría de las gramíneas.

Si la semilla está unida al pericarpio por un punto solamente, el fruto es una aquenia.

Las cariopsides de las gramíneas muestran particularidades en sus cubiertas *triticum* y *hordeum* se desarrolla la capa protectora en el pericarpio las paredes del ovario del trigo - constan de las siguientes capas: epidermis exterior, tejido parenquimatoso, clorofílico, lanucela.

Pared de Fruto Carnoso.

Los ovarios monocarpelares se transforman en frutos indehiscentes de paredes carnosas como los frutos secos la pared del fruto puede constar de la pared del ovario en donde las células conservan su protoplasto en el fruto maduro, en el fruto inmaduro la pared es consistente debido a cambios químicos en el contenido celular, la maduración de la pared del fruto va acompañada de cambios de coloración. Los frutos inmaduros tienen cloroplastos y por eso son verdes. Cuando madura el fruto desaparece la clorofila y los pigmentos carotenoides determinan coloraciones amarillas anaranjadas y rojas como el tomate, también se pueden formar antocianinas que dan coloración roja,

púrpura y azul como las cerezas, ciruelas y uvas.

La epidermis exterior puede acumular taninos. El tejido carnoso de los frutos se puede desarrollar por el aumento del tamaño de las células sin división celular como la frambuesa o con división seguida de aumento como el durazno, calabacita y manzano.

Generalmente, el fruto por ejemplo de un durazno se compone de un exocarpo con células del colénquima, el mesocarpo con células parenquimatosas y el endocarpo por esclereidas apretadas.

Abscisión.

En la abscisión de los frutos la capa de separación puede prepararse por la división celular o bien diferenciarse sin división de células. En los frutos agrupados hay a menudo dos o tres capas de separación. Primero se separan los frutos, después las partes axiales.

Algunos frutos se separan junto con sus pedúnculos (Carpinus, Salix populus, Pyrus, Tilia, Robinia).

En ciertas especies de Prunus la primera abscisión se presenta en la base del fruto, la segunda en la base del pericelo, la tercera en la base del pedúnculo.

La cicatriz dejada por el pedúnculo se resuelve gracias a una peridermis que sigue inmediatamente a la abscisión. En Castanea, Quercus y Fabus el fruto se separa del involucro sin que precedan divisiones celulares.

Las células de la base del fruto se secan después de una desclerificación de una de sus membranas y se separan de las - células de membranas delgadas todavía vivas del involucreo.

El fruto de las Umbelíferas tiene capas especiales de separación a lo largo de las cuales las dos mitades del fruto -- (los dos mericarpos) se separan en la madurez. La capa de separación consta especialmente de tejido parenquimatoso con mucho espacios intercelulares.

El tejido colapsa en la madurez, En muchas compuestas la región de abscisión de los aquenios se estrecha y su tejido -- fundamental consta de parénquima de células pequeñas.

En la madurez, las células se separan entre sí o se contraen, lo que determina la separación entre el fruto y el receptáculo.

En el manzano la abscisión varía del desarrollo del fruto también la abscisión de algunos frutos tropicales el desprendimiento del pedúnculo del fruto se realiza después de la caída de éste formando súber.

Los frutos se pueden separar con las semillas adentro todavía. La ausencia de una capa de separación existen las bayas - en las cuales las semillas se separan de la placenta después - de la rotura de ésta.

#### M) ESTRUCTURA DE LA SEMILLA.

La semilla se desarrolla a partir de un óvulo y, en la ma

durez , cosnta de las siguientes partes: el esporofito j6ven y parcialmente desarrollado llamado embri6n; cantidad variable a veces nada de endospermo y las capas protectoras, la cubierta de la semilla o testa, que deriva del tegumento o tegumentos.

El micropilo puede quedar completamente obliterado o en forma de poro ocluido. UNA cicatriz, el hilo muy permeable al agua, se presenta en la zona de abscisi6n de la semilla.

En los 6vilos anatr6picos el fun6culo es adnato al 6vulo, y la abscisi6n de la semilla se presenta en el nivel m6s bajo del fun6culo, es decir cerca de la placenta.

Embri6n.- El embri6n presenta varias caracter6sticas de desarrollo y alcanza distintos tama6os y grados de diferenciaci6n en las angiospermas.

Generalmente, los futuros 6rganos vegetativos del esporofito se inician durante el desarrollo del embri6n.

Usualmente se desarrolla una caliptra sobre el extremo de la raiz embrionaria. Cuando se inicia el embri6n por divisi6n del cigoto, lo m6s frecuente es una divisi6n transversal.

Cuando cada c6lula se divide de nuevo, puede variar la orientaci6n de las dos nuevas membranas.

Generalmente, la c6lula orientada hacia el micropilo, la c6lula proximal, se divide transversalmente. La c6lula distal puede dividirse transversal, vertical u oblicuamente. A consecuencia de ello, el embri6n de cuatro c6lulas se presenta ya -

con las células en fila ya como una estructura de tres filas - con la fila distal compuesta de dos células.

La distribución de las subsiguientes divisiones es generalmente distinta en las varias filas del embrión de cuatro células.

Además las divisiones están orientadas específicamente en las diferentes filas de forma que el embrión se diferencia en un cuerpo principal o embrión propiamente dicho y el suspensor.

El embrión en este momento se forma relativamente un cuerpo masivo, mientras que el suspensor tiene forma de pedúnculo, de longitud variable, uniseriado, o más masivo, y está unido a la pared del saco embrionario en el extremo micropilar.

El embrión joven antes de diferenciarse en un cuerpo principal recibe el nombre a veces de proembrión.

Cubierta de la semilla.- La joven testa o cubierta de la semilla se desarrolla a partir del tegumento o tegumentos y -- consta de células más o menos vacuoladas de membranas delgadas.

Durante la maduración de la semilla la testa experimenta un grado variable alteraciones estructurales.

Puede darse una variación en el contenido y estructura de la membrana, así como la destrucción de algunas o todas las capas tegumentarias iniciales.

Algunas diferencias entre las distintas plantas en cuanto a la cubierta de la semilla, pueden ser inferidas de diferen--

cias en la estructura del óvulo, tales como número y espesor de los tegumentos y disposición de los tejidos vasculares. Sin embargo algunos óvulos similares pueden llegar a ser muy diferentes durante el desarrollo.

El desarrollo de las cubiertas de las semillas se describe refiriéndose a ejemplos específicos de las siguientes clases:

- 1.- Semillas derivadas de un óvulo con dos tegumentos y provistas de una cubierta mecánicamente muy fuerte.
- 2.- Semillas derivadas de un óvulo con dos tegumentos y provistas de cubiertas débiles.
- 3.- Semilla derivada de un óvulo con un solo tegumento y cubierta débil.

Ejemplos: 1.- (*Asparagua officinalis*)

2.- (*Beta vulgaris*)

3.- (*Lycopersicum esculentum*).

En el momento de la polinización, el tegumento externo -- consta de cinco a diez capas de células, el interno solo de dos. Las células son pequeñas y están muy unidas. Durante los primeros 16 días después de la polinización la cubierta de la semilla alcanza su máximo espesor como resultado del aumento de tamaño de las células.

Cuando la cubierta de la semilla es del máximo espesor, son discernibles dos cutículas, una localizada entre los dos tegumentos interno y la nucela.

Alrededor de los 30 días después de la polinización, las células del tegumento interno se desintegran y comprimen de -- forma que las dos membranas grasas se aproximan entre sí.

La superficie externa queda cubierta con una membrana --- transparente delgada, según parece de naturaleza péctica e hidrófila. Así pues, las principales características estructurales de la cubierta de la semilla madura son:

- 1.- Epidermis de membranas engrosadas que ofrecen protección - mecánica con una membrana superficial que absorbe fácilmente el agua, y
- 2.- Una membrana cuticular gruesa que rodea al endospermo y al embrión.

Aspectos Nutrimientales en el Desarrollo de la Semilla.

La característica del desarrollo de las estructuras reproductoras femeninas en las plantas con semillas es que no sólo el gametofito se desarrolla en los tejidos del esporofito, sino que el nuevo esporofito que se origine a partir del gametofito está también sostenido por el viejo esporofito durante su crecimiento temprano.

El desarrollo de estos cuerpos gametofíticos y esporofíticos implica una activa transferencia de sustancias alimenticias del viejo esporofito a las nuevas estructuras. Esta transferencia se realiza mediante transporte de alimentos a través de los tejidos vasculares a las estructuras reproductoras próximas y también mediante una activa digestión de tejidos.

Los fenómenos de digestión que tienen lugar durante el desarrollo de la semilla se realiza por el siguiente orden cronológico. EN la esporogénesis normal, el crecimiento normal, el crecimiento temprano de una de las macrospora en un saco embrionario, implica la destrucción de las tres macrospora no funcionales. Subsiguiente el saco embrionario aumenta de tamaño a expensas de la nucela, la cual es diferida parcial o enteramente.

Durante el desarrollo del embrión pueden ocurrir varios fenómenos: formación del endospermo; parcial o completa digestión del endospermo por el embrión; digestión del parénquima de la nucela y de los tegumentos.

La simple enumeración de los fenómenos impide aclarar la complejidad de las relaciones entre los tejidos digeridos y aquellos que aparentemente utilizan los productos de la digestión. Comúnmente el desarrollo del embrión no está enteramente aclarada pero dependen de la presencia del endospermo, pero bajo ciertas condiciones el embrión es capaz de utilizar directamente el alimento suministrado por el tegumento.

NO se conoce conexión vascular alguna entre el embrión y el viejo esporofito. En las primeras etapas de desarrollo, el embrión se halla unido a la pared del saco embrionario por medio del suspensor, pero frecuentemente éste aparece arrugado antes de que el embrión haya crecido completamente.

La naturaleza exacta de la conexión entre el suspensor y

y la pared del saco embrionario, particularmente si hay plasmodesmos en esta conexión, no ha sido determinada. Probablemente el suspensor actúa principalmente como estructura de sostén.

En la transferencia del alimento desde el endospermo al embrión durante la germinación de semilla albuminosas ciertas partes del embrión pueden diferenciarse como órganos absorbentes.

En muchas semillas, el embrión no tiene tejido digestivo especializado y parece depender de la transferencia de materiales a través de su epidermis cuando, durante la germinación, recibe las sustancias alimenticias del endospermo.

## V. PROPUESTA DEL TRABAJO

Durante el curso los alumnos harán resúmenes de los temas vistos y al mismo tiempo realizarán cuestionarios con sus respectivas respuestas.

La Anatomía Vegetal y sus Características Históricas.

Para la formación de un Ingeniero Agrónomo la Anatomía Vegetal es el punto de partida, puesto que del conocimiento a fondo de las estructuras vegetales dependen el estudio de las funciones de éstos.

Es importante recalcar que si se tiene que entender a una estructura el punto principal será lo más íntimo, en este caso la célula que al mismo tiempo forma parte de un tejido el cual es miembro de un órgano y este a su vez de un sistema.

Una vez entendido cada uno de estos elementos el profesional estará capacitado para poder determinar la fisionomía, problemas y demás factores que rodean a un vegetal.

El desarrollo histórico de todo esto se puede dividir en 3 grupos o períodos. EL primero abarca de la mitad del siglo -XVII a fines del siglo XIX el cual más que nada es un periodo descriptivo, donde se usó el microscopio y se vieron por primera vez las células y su estructura por medio de la fijación, coloración y corte.

Se hacen los siguientes descubrimientos:

- Se introduce el término célula.

- Se demuestra la estructura.
- Se identifican los cloroplastos.
- El fusiónamiento celular en las plantas y animales casi es - similar.
- Los tejidos están formados por células.
- Se describe el desarrollo del tubo polínico.
- Se utiliza el yodo para la detección de almidón.
- Se menciona del movimiento Browniano.
- Se descubre el Núcleo.
- Se denota la división celular.
- Se usa la fotomicroscopía.
- Se obtiene el descubrimiento de la división celular.
- Se descubre que las células se originan solo de ellas mismas.
- EL protoplasma es la base de la vida.
- Se descubre el citoplasma.
- Los principios de la herencia.
- El aparato de golgi.
- Acidos nucléicos.
- Invención del microscopio.
- Descripción de mitosis
- Fertilización celular.
- El protoplasto como unidad de protoplasma en una célula.

El segundo periodo abarca de finales del siglo XIX y se tiene un enfoque más experimental. Y se hacen estudios de organismos vivos como el embrión y el resultado de las divisiones celulares.

El descubrimiento de la reducción de cromosomas, se toman en cuenta las leyes de Mendel, y que el núcleo es el centro de la reproducción celular.

Algunos de los descubrimientos son los siguientes:

- Los cromosomas contienen la herencia.
- Las mitocondrias establecen un papel en la respiración.
- La meiosis y la sinapsis.
- Los rayos X
- El aparato de golgi.
- Las mitocondrias.
- Acido nucleico.
- Los plasmodesmos.
- La división reductora.
- Técnicas para el cultivo de tejidos.

El tercer periodo abarca del año 1920 hasta nuestros días. Se hace principal énfasis en la composición celular a nivel molecular. Se inicia la innovación de técnicas microscópicas como lo son las de contraste, centrifugación diferencial, microscopía, etc.

Entre los descubrimientos más importantes se encuentran los siguientes:

- Se toma en cuenta a la célula como unidad biológica física y química
- Se efectuan pruebas para la presencia del DNA.
- La mutación mediante rayos X

- La citogenética del Maíz.
- La Heterogamia.
- Los microscopios electrónicos.
- Microscopía en contraste
- Microscopía ultravioleta
- Medidas microscópicas del DNA.
- Significado del DNA.
- El DNA en las mitocondrias.
- El DNA en los cloroplastos.
- RNA mensajero.
- La división nuclear y los cromosomas.

## C U E S T I O N A R I O

Cual es la importancia de la Anatomía Vegetal?

R.- Principalmente en el futuro Ingeniero Agrónomo es importante el conocimiento de todas las estructuras, funcionamiento y demás factores que pueden intervenir en el desarrollo de una planta, para conocerla mejor.

En cuantas etapas se divide el periodo histórico de la ciencia?

R.- Se divide en tres etapas que comprenden una evolución en el desarrollo y las investigaciones de las partes de la célula fundamentalmente.

Nombre como se forma un sistema a partir de la célula.

R.- Podemos determinar que un conjunto de células forman un tejido el cual a su vez forma un órgano y este es parte de un sistema

Que es la fisiología Vegetal?

R.- Es el estudio de las funciones de una planta para comprender su desarrollo, estructura, funcionamiento, etc.

Que se entiende por Fitopatología?

R.- Es el estudio de los distintos tipos de problemas que pueden afectar al desarrollo normal de un vegetal.

Porque se denomina al primer periodo como descriptivo?

R.- Porque en este periodo se hacen observaciones a nivel superficial en donde se establecen algunos conceptos generales como el de célula.

Qué años son significativos en la historia de la Citología y por qué?

R.- Los años de 1870-1880 fueron importantes pues se descubren

los cromosomas los detalles de la división celular, los -- fundamentos para la estructura, composición química y comportamiento de los protoplasmas.

Quién y en que año introdujo el término de célula?

R.- Fue R. Hooke en el año de 1665 y descubrió el corcho junto con otras células.

Los cloroplastos fueron descubiertos en que año y por quién?

R.- Los cloroplastos fueron descubiertos como cuerpos color -- verde en el año de 1679 por A. Van Leeuwenhoek.

Como están formadas las plantas según C. P. B. De Mirbel?

R.- El indica en el año de 1802 que la planta está formada por células y tubos que son continuos entre sí.

QUIÉN y en que año notó que los tejidos estaban formados por - células?

R.- En el año de 1812 Moldenhausser examinó el material vegetal celular y notó que los tejidos estaban formados por células.

En 1823 se observó el desarrollo del tubo polínico por..

R.- J. B. Amici.

En el AÑO DE 1824 Dutrochet notó que las actividades de plantas y animales son la síntesis de que proceso:

R.- Son el resultado del proceso de sus células.

EN 1828 descubrió...

R.- En este año Brown descubrió lo que se conoce como movimiento browniano.

En una planta de orquídea se descubre el núcleo por quién y en que año?

R.- R. Brown en el año de 1831 descubre el núcleo de dicha ---

planta.

Quién y en que año descubre la división celular?

R.- Fué en el año de 1835 por H. Von Mohl y además enfatiza la importancia del protoplasma.

Desde que año parte el segundo periodo del acontecer científico de la célula?

R.- Esto fué en los finales del siglo XIX y termina por el año 1920.

Cual fué la característica del segundo periodo?

R.- Lo principal en este periodo fue el enfoque experimental y por intentos para explicar la estructura celular.

En que año y que características identifican el tercer periodo?

R.- El tercer periodo inicia en el año de 1920 con la característica primordial el de la énfasis en los componentes celulares a nivel molecular. También el desarrollo de técnicas modernas en cuanto a microscopía se refiere.

En que año se descubre el microscopio ocular y el microscopio electrónico?

R.- El microscopio electrónico fue producido en el año de -- 1932 por M. Knoll y E. Ruska.

## El Cuerpo de la Planta.

Siempre se ha tratado de diferenciar las estructuras principales de las plantas (raíz, tallo, hojas) en el sentido de cual es el punto de diferenciación de el uno con el otro. EN realidad es algo que causa polémica pues las fronteras no son del todo notorias. Y esto según algunos solo se utiliza para tener una comodidad de clasificación.

También es algo que causa controversia el hecho de que -- las flores sean formaciones de hojas modificadas.

Todo esto es causado porque desde el momento que el cigoto existe se tiene en el embrión la información genética para reproducir toda una planta ya que existe en el eje de las cotiledoneas, estos tejidos aunque no muy bien definidos los tejidos de dichos órganos. Existe de la misma forma el meristemo que formará la raíz o el principio de ésta y los demas meristemos formarán lo que serán las estructuras de las plantas.

El desarrollo de las plantas se manifiesta en los meristemos en dos fasos, la primera de ellas es de acuerdo a la longitud y se conoce con el nombre de crecimiento primitivo y está constituido por tenidos primarios. La mayor parte de cotiledones tienden a tener un engrosamiento de raíz y tallo en lo que se le denomina engrosamiento secundario compuesto por tejidos secundarios inteviniendo el cambium vascular formando una peridermis que es de caracter protector de la planta.

Una planta se organiza de acuerdo a sus tejidos los cua--

les están formados por masas de células las cuales aunque complejamente constituidas delimitan a estos tejidos y esto no es casual porque muestra una similitud topográfica, que forma órganos.

Existen tipos de células las cuales pueden cambiar su morfología. Los tejidos también tienen sus transgresiones. Un grupo de células pueden formar un tejido en particular.

Se ha logrado una clasificación para los diferentes tejidos por Sachs (1875) el cual se basa en la continuidad topográfica de tejidos que son: el dérmico, el bascular y el fundamental.

El tejido dérmico se encuentra representado por la epidermis la cual tiene una transformación en el crecimiento secundario y se le denomina la peridermis con células de súber.

El sistema vascular está formado por una continuidad de tejidos conductores que son el floema y el xilema.

El sistema vascular contiene todos los demás tejidos que son parte de los otros dos y se encuentra en toda la planta -- formando los tejidos de resistencia. Contiene al colenquima, esclerenquima y otros.

Los tres tejidos se derivan de los meristemos apicales y se forma lo que se le denomina como protodermis, procambium y meristemo fundamental.

Los tipos de células se forman de acuerdo con las necesi-

dades de los órganos que se formaran evolucionando unas más -- que otras. Existiendo unas con más facilidad que otras como -- las que constan con cloroplastos vivos y son incapaces de te-- ner cambios estructurales.

Las células epidérmicas forman una capa sobre la superfi-- cie del cuerpo de la planta presentando características de --- acuerdo a su posición en formas tubulares.

Las células parenquimatosas forman tejidos en la raíz y - en el tallo son de origen primario en las hojas, son capaces - de procrear y dividirse y le incumbe la fotosíntesis y la cicatrización.

Colénquima.- Se presenta en tallos y pecioloos siendo un - tejido vivo y forma un tejido de sostén.

Esclerénquima.- Constituye el sistema de sostén en las -- plantas desarrolladas pudiendo presentarse en fibras y polídricas.

Xilema asociado que en el floema se extienden por toda la planta para transmitir el agua en toda la planta siendo las -- traqueidas las células conductoras de agua y al almacenamiento le corresponde a las células parenquimatosas disponiéndose en filas.

Floema.- Se presenta a todo lo largo de la planta y tiene como función el transporte de sustancias nutritivas y posee -- elementos de sostén.

Las principales células conductoras son las cribosas que

son anucleados.

Los elementos lactíferos son un sistema de tubos clasificados contienen lexema y son plurinucleados, su función no es determinada aún, se clasifican en articulados y no articulados, se presentan en todas las partes de la planta.

## C U E S T I O N A R I O

Cuales son los 3 órganos principales de la planta?

R.- Los 3 órganos principales de la palnta son raíz, tallo y -  
hojas.

Qué características presentan los organismos denominados psilo-  
fital.

R.- Estos organismos estaban formados de manera muy rudimenta-  
ria y se expone esto como la base para determinar las divi-  
siones en una planta.

Qué características el tallo de la raíz que los hace tan pare-  
cidos?

R.- Lo que las caracteriza es la forma como estos se mantienen  
en crecimiento formando una unidad.

Qué es en realidad una flor en las angiospermas?

R.- Una flor en estas plantas no es otra cosa más que modifica-  
ciones de las hojas.

Como empieza la existencia de una planta y desde donde?

R.- Comienza en el simple cigoto y cuenta con una versión redu-  
cida de los órganos que contendrán las plantas a formar.

Cuáles son las células más importantes para el crecimiento de  
dichos órganos?

R.- Las células más importantes para el crecimiento de los ór-  
ganos desde el principio de su vida son los meristemas api-  
cales.

Cual es la función primordial de dichas células?

R.- La función principal es el desarrollo en su fase primaria  
de los órganos.

A que se le conoce con el nombre de crecimiento primitivo?

R.- Es un ciclo de crecimiento el cual está constituido de tejidos que tienden a hacer una formación longitudinal.

En que consiste el crecimiento de tipo secundario?

R.- Al engrosamiento de la planta en sentido horizontal constituido por tejidos secundarios.

Que función tiene el cambium vascular?

R.- Desarrolla un cambium suberoso en la región periférica del tallo.

Qué tipo de asociación forman los distintos tipos de células?

R.- Forman masas denominadas tejidos.

Qué características nos pueden determinar estas formas?

R.- Estas masas homogéneas tienen características topográficas muy definidas que se pueden denominar como sistemas.

A que se debe la complejidad de la variación de la planta?

R.- A la forma y función de las células y también a las maneras de combinarse en tejidos y en sistemas.

Qué forman las células de un tipo determinado?

R.- Aparte de tejidos coherentes, presentarse en grupos o dividirse entre otras células de diferentes estructuras.

En que año se logró la clasificación que nos determina los tejidos?

R.- Fue en el año de 1875 por Sachs.

En que consiste dicha clasificación?

R.- Esta se basa en la continuidad topográfica de tejidos.

Cuales son los sistemas de tejidos según Sachs?

R.- Los sistemas de tejidos según Sachs son el Dérmico, el Vas

cular y el fundamental.

Cuál es la función del sistema dérmico?

R.- Dicho sistema forma la envoltura de la planta.

Cual es la característica del sistema vascular?

R.- Se compone de dos principales tejidos conductores el floema y el xilema.

Cuál es la característica del sistema fundamental?

R.- Este forma todos los tejidos que no forman parte del sistema dérmico y vascular. El parenquima es uno de los más comunes el cual puede ubicarse como tejidos de sostén. El colénquima y otros elementos mecánicos especializados como tejidos.

## La Célula Vegetal.

La célula es la parte considerada como la unidad y parte esencial de los seres vivos, la palabra célula tiene el significado de celda el cual fue acuñado por el microscopista Hook en el siglo XVI.

Las células vegetales comunmente tienen:

Una pared celular constituida por tres partes, el protoplasma el cual se determina que es la parte viviente de la célula y que está constituido por el interior de la membrana celular, - inclusiones encontradas en el protoplasma constituidas por vacuolas, las cuales cubren la función de almacenar el agua.

La pared celular da sostén y forma a la célula y a la --- planta en conjunto, protege al protoplasma que está en su interior entre células adyacentes se encuentra la capa intercelular o lamela media formada principalmente por carbohidratos pegajosos y gelatinosos denominadas sustancias pécticas con una capa musilaginosa que ayuda a conservar juntas las capas de la pared celular.

Dentro de la lamela media se encuentra otras capas de pared celular compuestas principalmente por celulosa, un carbohidrato que es fuerte, resistente y elástico el cual lo tiene la mayoría de las plantas siendo el constituyente de mayor abundancia de heco es el compuesto más abundante de las sustancias pecticas la pared celular contiene minerales con frecuencia -- sustancias cerosas como suberina en las paredes de las células de corcho, lignina el cual es un término que se aplica a un --

sin número de compuestos fenolucos resistentes y complejos, -- asociados con las células en especial con las células leñosas, y las fibras. Todas estas sustancias son secretadas por el protoplasma viviente. Las paredes celulares no se disuelven en -- agua pero pueden absorberla y retenerla en grandes cantidades.

Las paredes celulares no son continuas también con fre--- frecuencia presenta áreas delgadas ligaduras y perforaciones o -- plasmodesmos a través de las cuales las perforaciones se ex--- tienden de una a otra célula y filamentos de protoplasma que - facilitan la transferencia de materiales y de impulsos y radia ción a través de las puntaduras que se difunden de una célula a otra con sustancias en disolución.

Protoplasma.- Por la razón de que no es posible definir - la forma más adecuada de protoplasma y vida se ha determinado las limitaciones. EL protoplasma es de estructura compleja y - cambia su forma constantemente. La agregación de materia satura la célula y clásicamente ha sido conocido como sustancias - vivientes, es opalino y de densidad variable, de ordinario es ácido, el cual está constituido por agua y sales.

En la mayor parte de las células principalmente el protoplasma es constituido por citoplasma el cual forma todo el protoplasma metabólicamente activo.

El Núcleo.- El Núcleo es el cuerpo principal de la célula el cual está encargado de la cuestión genética de la célula. - Al núcleo lo puede integrar uno o más nucleolos, que contienen los elementos de ADN que son esenciales para el desarrollo y -

definición de una planta.

De la misma manera el núcleo está rodeado por una membrana nuclear y de un fluido nuclear. Posteriormente el núcleo se desintegra y en algunos organismos como las bacterias y las algas azul y verdes los núcleos no están rodeados por membranas.

Los cromosomas están constituidos por ácidos nucleicos y proteínas simples controlan la actividad genética metabólica y regulan la actividad reproductiva de la célula.

Los cromosomas son relativamente afines con las características de los colorantes, los núcleos también tienen proteínas. La interacción entre el núcleo y el citoplasma es importante para la vida normal de la célula.

Citoplasma.- El citoplasma es el protoplasma no nuclear, el fluido está dividido por una membrana microscópica, la membrana citoplasmática o plasmática la cual en las plantas superiores se encuentra en la pared celular, un sistema laberíntico que se divide en el citoplasma, se conecta con las vacuolas y probablemente con otras partes, este sistema de membranas el retículo endoplásmico se encuentra en partículas submicroscópicas nombradas ribosomas que son los centros de las síntesis de éstas.

El plasmodesmo.- Aquí se constituye una planta teniendo como unidad sus células en conexiones continuas lo cual la convierte en una unidad protoplasmática. Sin embargo de una célula se puede dar a emerger una sola planta con todos sus órganos.

Plastidios.- Estos elementos son peculiares en las plantas y contienen los elementos fotosintéticos, los plastidios son cuerpos elipsoidales algo aplanados aunque en las algas se encuentran en formas distintas y están rodeadas por una membrana.

## C U E S T I O N A R I O

Cual es la base de la teoría celular?

R.- La base de la teoría celular es que la célula es la unidad fundamental de los seres vivos.

Quién introdujo el término célula?

R.- El término célula fue considerado por el microscopista R. Hook en el siglo XVIII.

Cuales son los componentes de las células vegetales?

R.- Los componentes de las células vegetales son:

- membrana celular.
- Citoplastos.
- Núcleo.
- Vacuolas.
- Citoplasma.
- Citoplastos.
- Nucleolo.
- Mitocondrias.

Cuales son los componentes citoplasmáticos?

R.- Es la sustancia general del protoplasma en la cual se localizan los demás cuerpos protoplasmáticos y los materiales no protoplasmáticos.

Qué partes forman los componentes citoplasmáticos?

R.- Las partes que forman los componentes citoplasmáticos son:

- Núcleo.
- Plastidios.
- Mitocondrias.

Cuales son los componentes no protoplasmáticos?

R.- Estos son los siguientes: Vacuolas y diversas inclusiones más o menos sólidas, tales como cristales, granos de almidón, y gotas de aceite.

QUÉ es una vacuola?

R.- Son cavidades ocupadas por un líquido nombrado jugo celular

Cual es el componente más importante del jugo celular?

R.- El componente más importante del jugo celular es el agua -- con otras sustancias ya en solución verdadera, ya en estado coloidal.

Con relación al pH se han encontrado dos tipos de vacuolas, cuales son?

R.- Las relativamente alcalinas que se tiñen con un color rojo anaranjado.

Las marcadamente ácidas que se tiñen de un color azul.

QUÉ características presentan las vacuolas en los tejidos meristemáticos?

R.- Son numerosas y pequeñas. Pero cuando la toma de agua se fusiona gradualmente estas aumentan de tamaño.

QUÉ es una sustancia ergástica?

R.- Una sustancia ergástica como su nombre lo indica son productos metabólicos pudiendo aparecer y desaparecer en periodos distintos en la vida de la célula.

QUÉ son los hidratos de carbono?

R.- Las principales sustancias ergásticas son el almidón y la célulosa. Estas son sustancias más importantes de las membranas celulares de los vegetales. Mientras que el almidón

se encuentra como sustancia de reserva en el mismo protoplasto.

QUÉ son las proteínas?

R.- Las proteínas son las unidades más importantes de los corpúsculos protoplásmicos vivos. Pero también se presentan como sustancias ergásticas vivas.

QUÉ son los taninos:

R.- Estos son un grupo heterogéneo derivados del fenol usualmente relacionados con los glucósidos

QUÉ son los cristales?

R.- Son sales de calcio y anhídrido sílico que cubre la función de almacenar los nutrientes en exceso.

QUÉ es la membrana celular?

R.- Es una cubierta constituida por tres cubiertas las cuales son, celulosa,

Cómo se encuentra formada la celulosa?

R.- Esta es la unidad fundamental de la membrana y se encuentra formada por una cadena de células de longitud variable.

Como se encuentran formadas las membranas?

R.- Las membranas están formadas por una matriz porosa de células que consta de fibras muy finas, las microfibrillas y de un sistema interfibrilar.

QUÉ contienen los microcapilares?

R.- Dentro de la armazón de células pueden contener, líquidos ceras, cutinas, suberina, hemicelulosa, sustancias pecticas y otros componentes orgánicos.

Cuáles son los espacios intercelulares?

R.- El más común de los espacios intercelulares se presenta -- por la separación de las membranas celulares a lo largo de una porción más o menos extensa de su área de contacto.

## CUERPO PRIMARIO DEL VEGETAL.

A partir de la célula huevo el organismo tiene la información genética completa para poder desarrollarse pero a medida que el embrión aumenta el embrión deja en restricción a algunas células para trabajos especiales y a las células que forman este tejido se les nombra meristemáticas pues son las encargadas de este desarrollo.

Meristemo tiene el significado de divisible por la función de este de dividirse el cual no solo aumenta el número de la planta sino que asegura su propio crecimiento.

El meristemo los tejidos adultos y sus células en este desarrollo cambian fisiológica y morfológicamente. Las células que se desarrollan en los meristemas se dividen en dos los meristemas apicales y los meristemas laterales. Siendo los meristemas apicales los meristemas que se encargan de la parte del crecimiento y los meristemas laterales que se encargan de formar al cambium suberoso y vascular.

Los meristemas pueden ser primarios y secundarios: de acuerdo a las células que dan origen a estos, así si los meristemas son de origen embrionario se consideran primarios y si se dice que son de origen de tejidos se puede decir que son de tipo secundario. El meristemo intercalar es un tejido intercalar que se encuentra situado entre regiones de dos más o menos diferenciadas y estos se reúnen con los meristemas apicales y laterales.

El crecimiento y la diferenciación se considera como el desarrollo maduro de una célula para formar su función futura con las funciones que desarrollaran cada uno en sus tejidos, existiendo dos procesos en los cuales existe hipertrofia e hiperplastia.

Las células para diferenciarse se determinan de acuerdo a que unas pudieran crecer más y otras menos esto indica que se desarrollan según sus características de definición, así todas las partes de la célula se determinan y se acentúan cada vez más de acuerdo a sus funciones como los cloroplastos, las vacuolas, el núcleo, y la membrana celular.

La membrana celular se estructura en sus tres etapas principalmente, la celulosa que es el material más importante así como distintas partículas como aromáticas de la misma manera se integran pectinas, arabanos, xilinas y posteriormente en cuanto la célula cumple su función la membrana celular pasa a su segunda etapa de desempeño en la planta que es el de formar fibras.

En lo que se refiere a los factores internos se denominan los siguientes: Biológicos como son las temperaturas por ejemplo en el caso de las algas que viven en las nieves se dice -- que solo pueden vivir a temperaturas de 0° C.

Las radiaciones luminosas: esto influye en gran medida en el crecimiento de una planta por lo tanto si no existe la luz solar o cualquier otro tipo de radiación el material fotosintético

tico no puede desempeñar sus funciones.

La gravedad es un factor importante para el crecimiento de los distintos tipos de desarrollo vegetal y sobre todo en la velocidad del crecimiento.

Los factores químicos, Oxígeno, agua y factores osmóticos.

## C U E S T I O N A R I O

QUÉ función tienen los meristemas?

R.- Son los encargados del crecimiento de las diferentes etapas de la planta en forma de tejidos.

Desde que momento se considera que el meristemo tiene su aparición?

R.- El momento en que el meristemo tiene su aparición se puede considerar que es desde que el embrión comienza a desarrollarse.

En que partes del cuerpo de la planta se encuentran los meristemas?

R.- Se encuentra en las puntas de las hojas, ramas, tallos y raíces.

Cuál es su característica que pudieran tener los meristemas con los tejidos adultos o la influencia que en estos existe?

R.- La principal relación de los meristemas con los tejidos adultos, es que el meristemo proporciona la célula al cuerpo de la planta la cual se desarrolla formando los tejidos directamente.

Como se pueden clasificar los meristemas?

R.- Estos se clasifican en meristemas apicales y meristemas laterales.

Cuales son los meristemas apicales?

R.- Son los que se encuentran en la parte final de las hojas y de los demás órganos de la planta.

Cuales son los meristemas laterales?

R.- Estos meristemas se encuentran en forma lateral en los tejidos.

Cuales son los meristemas intercalares?

R.- Son meristemas que se encuentran entre regiones de tejidos más o menos diferenciadas.

En qué etapa ocurre el aumento del volúmen de la célula?

R.- En un período en el cual la semilla puede quedar por la fase de la quietud.

Qué ocurre en el tercer periodo de crecimiento?

R.- Las células iguales tornan a tener un funcionamiento de acuerdo a la posición que adoptaran en el tejido que les corresponde.

En qué fase ocurre la definción de la célula?

R.- Esta ocurre en la fase de la diferenciación en la cual las células se determinan de acuerdo a sus características principales.

En qué momento inicia la fase de autólisis?

R.- Cuando el núcleo pierde prominencia también en el momento en el que la cromatina se reabsorbe.

Explique que son los factores de crecimiento?

R.- Son factores que determinan de una manera u otra el crecimiento de las plantas y estos factores principalmente son externos e internos.

Explique los factores abiológicos?

R.- La temperatura determina en gran medida el crecimiento de acuerdo a la relación onecesidades del vegetal.

Explique los factores de radiaciones lumínicas?

R.- Estos factores son de suma importancia sobre todo en cuanto a la formación íntegra de los cloroplastos.

Determine el factor de la gravedad.

R.- La gravedad es el factor esencial para la velocidad del --  
crecimiento y sobre la manera de crecer.

Cuales son los factores químicos?

R.- Se comprenden principalmente los factores alimentarios los  
cuales son los que determinan la salud del vegetal.

En qué manera se puede determinar el factor Oxígeno?

R.- Es importante recalcarlo en el factor morfológico así como  
en la respiración y en el buen funcionamiento del vegetal.

Determine en que manera influye el agua en el vegetal?

R.- La facultad de que el suelo esté húmedo se puede denominar  
como la más importante para la alimentación del mismo, ya  
que si no existe humedad el adquirir los elementos quími--  
cos del suelo sería imposible.

Cuales son los factores osmóticos?

R.- En este factor las plantas desarrollan las distintas mane-  
ras de hacerse de alimentos como las que existen en el sa-  
ladar que desarrollan sus órganos para aprovechar lo máxi-  
mo de las lluvias.

## CUERPO SECUNDARIO DEL VEGETAL.

Xilema.= Es el sistema principal vascular de las plantas y está relacionado con el floema juntos constituyen el sistema vascular de la planta.

El xilema es el encargado del suministro de agua a toda la planta y está formado por células muertas.

El floema está constituido por los elementos encargados de la transferencia de los elementos alimenticios.

Estructuralmente el xilema es un tejido complejo que lo compone un gran número de células y componentes traqueos además tiene funciones de sostén, como las fibras además se caracteriza por la presencia de células transparentes parenquimatosas también pueden encontrarse esclereidas, etc.

El floema es el tejido principal en cuanto a la transmisión de las sustancias alimenticias por el cuerpo de la planta, los componentes básicos del floema son: elementos cribosos varias clases de células parenquimatosas fibras y esclereidas.

En general el floema ocupa una posición externa en cuanto al xilema, el floema primario aparece en el embrión y el secundario en los componentes del sistema horizontal.

EL xilema primario originalmente se encuentra en el proto xilema en el tejido donde se encuentra la definición vascular.

Xilema secundario: La diferencia entre el xilema primario

y el secundario no es muy precisa, se puede caracterizar este en el cambio que en este se encuentra como un meristemo que es realmente complejo que consta de células iniciales fusiformes y radiformes.

## C U E S T I O N A R I O

Cuales son los tejidos vasculares?

R.- Los tejidos vasculares son los constituidos por el xilema y el floema y realizan diversas funciones.

Cual es la función del xilema?

R.- La de suministrar agua a la planta y otros elementos como las proteínas y funciones de sostén.

Cual es la función del floema?

R.- La función es de introducir la materia alimenticia en el vegetal.

De que material estan formados los tejidos vasculares?

R.- Principalmente por células carentes de protoplasma las cuales se unen en tubos.

EN que etapa del vegetal aparece el xilema primario?

R.- EN la etapa embrionaria (en la semilla).

Qué es el protoxilema?

R.- Es el tejido que aparece al empezar la diferenciación vascular.

Cuando aparece el metaxilema?

R.- Cuando el órgano aún carece de longitud y alcanza el estado adulto.

Defina floema secundario.

R.- Se deriva de las células fusiformes del cambium el cual es atravesado por un sistema de radios transversal u horizontal.

En donde comienzan las células del sistema vascular?

R.- Se originan a partir de un grupo común de células iniciales radiales en el cambium.

Defina xilema secundario?

R.- Es originado por un meristemo relativamente complejo que -  
consta de células incluidas fusiformes.

## LA HOJA ESTRUCTURA Y FISIOLOGIA.

Una hoja es un crecimiento lateral de un tallo que se origina en un nudo y tiene una yema en la axila. La mayoría de -- las hojas son aplanadas y extendidas, pero los tipos modificados y especializados de la hoja no necesariamente presentan -- esa forma aplanada. La hoja común es en lo fundamental, un órgano elaborador de alimento.

## ORIGEN Y DISPOSICION.

Las hojas se desarrollan de los tejidos de crecimiento de las yemas. Se originan como protuberancias laterales del ápice del tallo y a medida que la yema crece y se expande, esas protuberancias se agrandan y se diferencian en hojas. En un tallo las hojas pueden estar dispuestas en tres formas.

Espiral o alterna: En este tipo de disposición se produce una sola hoja en cada nudo, por ejemplo, en el olmo, el manzano y el encino.

Opuesta: Aquí hay dos hojas en cada nudo, de ordinario directamente opuestas entre sí como el fresno y el arce.

Verticiladas: En una disposición en verticilo crecen en un colo nudo tres o más hojas como en la catalpa.

## Longevidad de las Hojas.

EN la mayoría de las plantas de las zonas templadas y en las regiones tropicales donde la precipitación es estacional, las hojas viven por una sola estación y caen. Estas plantas -

son desiduas. Las plantas que retienen las hojas por más de una estación de crecimiento teniendo hojas vivientes todo el año son llamadas siempre verdes. EN la mayoría de las plantas llamadas siempre verdes las hojas viven solo un año de calendario, aunque en algunas cuantas pueden persistir más de 4 años.

#### Estructura Externa de una Hoja Típica.

Una hoja típica está formada por un tallo o peciolo, que crece de un nudo, y una parte extendida, el limbo. Además en muchas hojas crecen en la base del peciolo pequeñas aletas de tejido llamadas estípulas. Estas pueden ser pequeñas y en apariencia sin función alguna o ser grandes y semejantes a hojas como el membrillo japones.

Las hojas sésiles carecen de peciolos. Las plantas con tallos fotosintéticos o las plantas parásitas sin clorofila pueden tener hojas no verdes, escamiformes y efímeras.

El limbo foliar: Los limbos planos y delgados de las hojas están adaptados para permitir una penetración fácil de la luz y del bióxido de carbono las variaciones de la forma de la hoja se utilizan comunmente en la identificación de las plantas.

Tamaño de la Hoja: Las hojas varían en tamaño desde una fracción de centímetro en *Wolffia*, de tres a 5 mts. en los bananos o aún hasta 15 mts. en algunas palmas.

Forma de la Hoja: Los limbos de las hojas varían en la --

forma desde lineal hasta casi circular en el mastuerzo, con muchas graduaciones entre estos extremos.

Nervaduras de las hojas: dos tipos de nervaduras son: Las paralelas y las reticuladas. EN las nervaduras paralelas, las venas son paralelas entre sí desde la base de la lámina hasta su ápice o paralelas entre si formando un ángulo similar con la nervadura central. En las nervaduras reticuladas las venas se ramifican muchas veces y forman una red completa en el limbo. En las hojas con nervaduras reticuladas se presentan dos tipos principales pinnadas en las cuales hay una vena central y palmeadas en las cuales varias venas del mismo grueso se ramifican en la lámina desde la terminación del peciolo. Las hojas con nervaduras paralelas son características de las monocotiledóneas y las nervaduras reticuladas son de las dicotiledóneas.

Bordes: Los bordes de las hojas pueden ser enteros, serrados en diversas formas o lobulados. Los lobulos pueden ser pinnados o palmeados. Si la hoja con su peciolo procedente de un nudo tiene un solo limbo, es simple. Si la lobulación es tan profunda que se extiende hasta la nervadura central o al peciolo, la hoja puede tener varias subdivisiones y entonces la hoja es compuesta. Un foliolo puede, a su vez estar dividido, -- formando así una hoja doblemente compuesta. Algunos helechos pueden tener hojas hasta 5 veces compuestas.

Peciolo: En general el peciolo es de forma más o menos cilíndrica, con haces vasculares que se extienden a lo largo del

mismo y que conecta las venas del limbo con el xilema y el floema del tallo. En algunas monocotiledóneas, el peciolo tiene forma de vaina que abraza al tallo. Los peciolos se doblan activamente en respuesta a estímulos de la luz y de la gravedad y pueden conservar el limbo en una posición ventajosa respecto a la incidencia de la luz.

## C U E S T I O N A R I O

Que se entiende por el nombre de hojas?

R.- Son los apendices u órganos laterales más importantes del tallo. con la cualidad de la mayor cantidad de fotosíntesis.

En que partes se divide la hoja?

R.- La hoja se divide en microfilos y macrofilos.

QUÉ función tienen los macrofilos?

R.- Son derivaciones de las ramas.

De qué tejidos está formada la hoja?

R.- De los mismos del tallo: el dérmico, el fundamental y el vascular.

Como es el crecimiento de la hoja?

R.- Es con un tipo apical definido.

De qué otro nombre se le puede denominar a las hojas?

R.- Ramificación del tallo.

Como podemos denominar a el limbo?

R.- Se le puede encontrar o denominar como el tejido fotosintético extendiéndose en forma de estructura aplanada.

Como pueden ser las hojas?

R.- Simples o compuestas.

Como podemos identificar a las hojas simples?

R.- Por que tienen un solo limbo.

Por sus diferencias taxonómicas como están clasificadas?

R.- Por su estructura interna y sus hojas estan absadas en evoluciones.

Qué determina la epidermis foliar?

R.- Que el término y concepto epidermático resulta inapropiado para el sistema de la planta.

Cuales son las diferentes tipos de células que existen?

R.- Células oclusivas, células epidermáticas, clasificadas, ad juntas, etc.

De dónde se originan las hojas?

R.- Se originan como protuberancias laterales del apice del ta llo y a medida que la yema crece se expande y se define la hoja.

Como puede ser el origen o la disposición?

R.- Espiral, alterna, opuesta o viciladas.

Como se encuentran distribuídas las hojas espirales o laterales?

R.- En este tipo de disposición se encuentra una sola hoja en cada nudo.

Y en la disposición de las hojas de tipo opuestas?

R.- Aquí hay dos hojas en cada nudo.

Las verticiladas?

R.- En una disposición de verticiclo.

Cómo está formada una hoja típica?

R.- Por un tallo o peciolo que crece de un nudo y una parte ex tendida, y el limbo.

Cual es el tamaño de una hoja?

R.- Desde una fracción de centímetro hasta 15 mts.

Cuales son los factores que pueden afectar a la transpiración?

R.- Humedad atmosférica, intensidad de la luz, movimiento del aire, temperatura del aire etc.

## FRUTOS Y SEMILLAS.

UN fruto es un ovario madura, una semilla es un óvulo maduro. Con frecuencia los frutos llevan adheridas otras partes florales. Estos frutos reciben el nombre de frutos accesorios.

Las cavidades de un fruto, dentro de las que son producidas las semillas son los "loculos". La pared de un ovario maduro es el pericarpio. Este está formado por tres capas de tejidos que no siempre son fáciles de distinguir: la capa más externa o exocarpio en general, tiene una célula de espesor. El mesocarpio o pared intermedia es más grueso que el exocarpio y contiene los tejidos conductores. El endocarpio o tejido más interno rodea a los lóculos.

Los frutos se clasifican del modo siguientes:

Frutos simples: Un fruto simple se desarrolla de un solo ovario de una flor simple.

Frutos carnosos: Estos frutitos simples en su madurez son suaves y pulposos.

Baya: Todo el pericarpio se vuelve suave y carnosos.

Drupa: El exocarpio y el mesocarpio son suaves y carnosos el endocarpio se vuelve duro y pétreo dentro del hueso de ordinario hay una semilla.

Frutos secos: En su madurez son secos y duros o papiráceos, los hay de dos clases; Dehiscentes e indehiscentes.

Frutos dehiscentes: Se abren a lo largo de una o más juntas definidas.

Capsulas: Fruto seco formado de un ovario compuesto. Legumbre: se desarrolla de un solo carpelo y se abre por dos suturas. Folículo: Se desarrolla de un solo carpelo y se abre -- por una sola sutura. Silicua. Se desarrolla de dos carpelos -- que se separan en la madurez, dejando una pared divisoria.

Frutos indehiscentes: Llegando a la madurez estos frutos no se abren por uniones o poros definidos Aquenio: una semilla fijada al ovario en un punto, la pared del ovario y la testa -- son inseparables. Una semilla cuya cubierta está fusionada con la pared del ovario y no se separa de él. Samara: un fruto formado por una o dos semillas con salientes en el pericarpio en forma de alas. Nuez: Fruto duro, de una sola semilla, que se desarrolla de un ovario compuesto. Esquizocarpo: De ordinario con dos carpelos que se separan en su madurez. Cada carpelo -- tiene una sola semilla

## C U E S T I O N A R I O

Defina a el fruto.

R.- Es un ovario maduro.

Defina los frutos accesorios.

R.- Son los frutos que aparte del ovario tienen otras partes -  
florales incrustadas.

Defina lóculo.

R.- Son las cavidades donde se producen las semillas.

Cuales son los tejidos de un fruto?

R.- Exocarpio, pericarpio, mesocarpio y endocarpio.

Defina pericarpio.

R.- Esta formado por tres capas.

Cuales son los frutos simples?

R.- Son los que se desarrollan de un ovario o flor simple.

Cuales son los frutos carnosos?

R.- Son frutos simples suaves y carnosos.

Defina la Baya.

R.- Es el fruto en el cual todo el pericarpio es suave y car  
noso.

Defina la drupa.

R.- El endocarpio y el mesocarpio son suaves y carnosos. EL en  
docarpio es duro.

Cuales son los frutos secos?

R.- En su madurez son secos o papirceos existen dehiscentes e  
indehiscentes.

Cuales son los frutos dehiscentes?

R.- Son los que se abren a lo largo de una o dos juntas diferentes.

Cuales son los frutos indehiscentes?

R.- Llegando al punto de maduración estos frutos no se abren. defina frutos agregados.

R.- Son frutos que se desarrollan de ovarios simples, separados de una sola flor.

Defina frutos múltiples.

R.- Frutos que se desarrollan de los ovarios de varias flores.

Defina frutos accesorios.

R.- Son frutos que su porción principal está formada por tejidos diferentes del ovario.

Cuántas partes de la pared del Fruto se tienen?

R.- El parenquimático carnoso, y las paredes secas.

Cual es el grado de modificación en las cubiertas de la semilla?

R.- La pared es más extensa en el pericarpio, esta condensada y consta de células de membrana gruesa.

Cuales son los elementos histológicos del fruto?

R.- Capas cuticulares, epidermis interna del pericarpio, escleridas jóvenes, etc.

## ESTRUCTURA Y ACTIVIDADES DE LA FLOR.

Una flor no es un órgano simple, sino una rama que produce, en un eje corto, parte del aspecto foliar y partes semejantes al tallo. La iniciación de la floración está determinada por el genotipo de la planta el fotoperíodo, las reservas alimenticias y con frecuencia temperaturas críticas. Se cree que antes del principio de la floración, la planta sintetiza una hormona que ha sido llamada florigen, aunque su presencia nunca se ha demostrado.

Las flores al igual que otros tipos de brotes, se desarrollan a partir de yemas. Las flores se originan de yemas florales (como la gloria de la mañana y las rosas) o de yemas mezcladas (como el castaño de la India). En una yema en crecimiento los órganos florales aparecen como protuberancias en orden basipétalo; esto es, del ápice hacia abajo. La punta de una ramilla floral no se alarga tanto como una vegetativa. Como resultado de ello, los órganos florales se encuentran apiñados en el ápice de la ramilla y no distribuidos a lo largo de ella como lo están las hojas.

Las partes de una flor completa.

Una flor completa tiene 4 clases de órganos florales. La punta de la ramilla floral en la cual están insertados estos órganos es el receptáculo. Los 4 órganos son sépalos, pétalos, estambres y pistilo.

Sépalos: Este círculo más externo de hojas, que se conoce

en conjunto como caliz, de ordinario es de color verde como el color de los petalos algunas veces. Los sépalos protegen las partes internas de la flor en la yema.

Pétalos: Este círculo de órganos queda dentro de los sépalos y se llama corola: Con frecuencia son de colores brillantes y no es raro que segreguen sustancias aromáticas y néctar.

Estambres: Estos órganos florales están situados dentro de los pétalos. Un estambre consiste en un tallo que lleva en su ápice la antera portadora del polen.

Pistilo: Esta estructura que se encuentra en el centro de la flor, puede estar compuesta por un solo órgano o varios fusionados. El órgano que lleva un óvulo es carpelo. Un pistilo tiene una base con un tallo que sale del ovario y un ligero ensanchamiento en la parte superior del estilo. Dentro del ovario se producen las semillas no desarrolladas. EN el interior del ovario los óvulos se encuentran ligados a la placenta.

#### Variaciones de las Estructuras Florales.

Las flores difieren entre sí en muchas formas. De estudios comparativos entre tipos fósiles y vivientes y de la consideración de las variaciones en complejidad, los botánicos han concluido que las variaciones florales constituyen una evidencia del grado de adelanto de una especie y proporciona cierta información respecto a sus relaciones evolutivas con otras especies.

1.- Una flor completa tiene 4 clases de partes florales. Una -

flor incompleta carece de una o más de esas partes.

- 2.- Una flor perfecta presenta tanto estambres como pistilo -- una flor imperfecta tiene estambres o pistilo, pero no ambos una planta monoica posee las flores pistiladas y las estaminadas en una planta misma.
- 3.- El número de partes florales varía en las dicotiledóneas - las partes florales se presentan en número de 5, 4, 2 y -- con menos frecuencia de 3. En las monocotiledóneas se presentan en número de tres o en sus múltiplos.
- 4.- Las partes florales pueden estar separadas o unidas en grado variable existe la connación y la adnación.
- 5.- Las flores con simetría radial están constituidas como una rueda. Las con simetría bilateral reciben el nombre de --- irregulares y pueden dividirse por un solo plano en dos mitades que son imágenes de espejo.
- 6.- En las flores hipogineas los sépalos, pétalos y estambres se encuentran insertados más abajo del ovario del cual se dice que es superior o súpero. En las perigineas el pistilo se encuentra en el fondo de un receptáculo cóncavo en cuyos bordes están insertados los sépalos, pétalos y estambres.
- 7.- Las partes de la flor pueden ser producidas en los receptáculos en espirales.
- 8.- Las flores pueden presentarse aisladas o en grupos. Las -- flores centrales tienen pequeñas corolas radiales y las -- flores marginales presenta corolas grandes y con simetría - bilateral.

## Polinización.

Es la transferencia de polen del estambre a un estigma. Esta transferencia se realiza por el viento, el agua y los animales.

Los agentes y la polinización más importantes son el viento y los insectos. La autopolinización es la transferencia del polen de un estambre al estigma de la misma flor o al estigma de la misma flor pero en otra planta. La polinización cruzada es la transferencia del polen de una antera al estigma de otra planta.

Las flores polinizadas por el viento o por otro insecto difieren en estructura. Las que son polinizadas por insectos tienen pétalos conspicuos, de ordinario despiden olores, néctar o ambos, tienen estigmas de tamaño pequeño a mediano y producen una cantidad moderada de polen que con frecuencia es pegajoso. Las flores polinizadas por el viento carecen de pétalos conspicuos. Esencialmente carecen de olor y de néctar tienen estigmas grandes, planos o vellosos y producen una gran cantidad de polen ligero y seco.

Muchas plantas poseen diversos mecanismos para asegurar la polinización cruzada, algunas de ellas son:

Flores imperfectas

Diferencias en épocas de maduración entre los estambres y el pistilo de la misma flor.

Incompatibilidad química entre el estigma y el polen. Los granos de polen no germinan sobre el estigma de la misma planta.

Dispositivos estructurales especializados.

Desarrollo de los Granos de Polen y de los Ovulos.

Granos de Polen: De ordinario una antera contiene 4 masas de tejido esporógeno, siendo cada masa precursora de un saco polínico. Las células diploides del tejido esporógeno son las células madres de las microsporas. Estas pasan por meiosis. -- Las microsporas se separan entre sí, cada una de ellas forma a su alrededor una pared gruesa y su núcleo haploide efectúa una división mitótica. El producto final es un grano de polen con dos núcleos. Uno de ellos el núcleo del tubo no desempeña alguna función conocida y posiblemente es un remanente de épocas anteriores de la evolución de las plantas con flores. El segundo núcleo pasa después por otra división mitótica para producir dos núcleos espermáticos.

Los granos de polen son de colores varios y presentan diversas modificaciones en su superficie.

Ovulos: Un ovario puede ser simple o compuesto las cavidades del ovario contienen masas salientes de tejido que forman las semillas. Cada óvulo está fijado al ovario por un tallo en una región llamada placenta.

## C U E S T I O N A R I O

Que es una flor?

R.- Es una rama que produce en un eje corto partes de aspecto foliar y partes con aspecto al tallo en pocas palabras.

Como se originan las flores:

R.- A partir de yemas florales.

Como aparecen las yemas florales?

R.- Los órganos en crecimiento aparecen como protuberancias en orden basipétalo, esto es el ápice abajo.

Cuales son las partes de una flor completa?

R.- Sépalos, estambres, pistilos, pétalos.

Defina los sépalos.

R.- Es un compuesto mayor de hojas que se conoce como caliz de ordinario es de color verde o algunas veces del mismo color de los pétalos.

Cual es la función de los sépalos?

R.- Proteger la parte interna de la flor.

Defina Pétalos?

R.- Forma parte de la corola, con frecuencia tiene colores brillantes y no es extraño que secreten olores o néctar.

Defina estambres.

R.- Están situados dentro de los pétalos. Un estambre cuenta de un tallo que en la parte superior tiene una antera con el polen.

Defina pistilo.

R.- Pudiendo estar compuesta por un solo órgano o varios órganos fusionados. El órgano más importante en la reproducción.

Como se le denomina al órgano que porta el óvulo?

R.- Carpelo.

Cuales son las partes del pistilo?

R.- Ovario, estilo, estigma.

Defina una flor completa.

R.- Como las rosas, tienen cuatro clases de partes florales.

Defina una flor perfecta.

R.- Presenta tanto estambres como pistilos pero no ambos.

Que sucede en las flores hipogineas.

R.- Como el tulipán los pétalos, sépalos y estambres se encuentran más abajo del ovario.

Donde son producidas las partes de la flor?

R.- Pueden ser originadas en ciclos o verticilos en espirales.

Defina polinización.

R.- Es la transferencia de polen de un estambre al estigma de la misma flor o a la misma planta.

Como está formado un grano de polen?

R.- De ordinario una antera contiene 4 masas de tejido esporogéno, grano de polen, tubo polínico núcleo espermático.

Como un ovario puede ser simple?

R.- Formado por un carpelo como el frijol y el chile charo.

Qué forma el tubo polínico?

R.- El grano de polen se hincha y germina.

## LA SEMILLA.

Una semilla está formada por las cubiertas de la semilla que se desarrollan de los tegumentos del óvulo; un embrión, que se origina de un óvulo fecundado o cigoto de un endospermo tejido de almacenamiento de alimentos el cual se desarrolla del núcleo endospermático del saco embrionario. EN la mayor parte de los casos la semilla comienza a digerir el alimento almacenado en el endospermo cuando se siembra la semilla. En otras semillas el embrión ingiere el endospermo antes que la semilla se separe de la planta y estos casos en la madurez no existen endospermos.

## Cubierta de la Semilla.

Esta cubierta de la semilla es fuerte y de impermeables - capas impide la evaporación excesiva de las partes internas, - con frecuencia no impide la entrada de parásitos algunas de -- las estructuras más importantes son:

Hilo o hilos: Una cicatriz que queda al separarse la semilla de su tallo.

Micropilo: Un pequeño poro cercano al hilo.

Rafe: Un encorvamiento producido por la semilla al sentarse en el funículo.

Endospermo: Las células del endosperma tiene en comosomas 3X - puesto que se desarrolla el núcleo endospermático que fue formado por la fusión de 3 núcleos: dos núcleos polares y un nudo espermático.

Frutos Agregados: Son frutos que se desarrollan de ovarios sim ples, separados de una sola flor.

Frutos múltiples: Frutos que se desarrollan de los ovarios de varias flores que son producidas cercanas entre sí en un eje común.

Frutos accesorios: Son frutos cuya porción principal está formada por tejidos diferentes al ovario. Los tipos más comu nes son: Manzanas y peras, en los cuales el fruto verdade ro son las paredes y los lóculos del corazón y la por--- ción carnosa es el receptáculo y el cáliz engrosado que - rodean el corazón. Estos frutos se llaman pomos. Fresa, - en el cual los frutos verdaderos son pequeños aquenios -- que se encuentran en la superficie de un receptáculo dulce carnoso y muy engrosado.

#### Estructura de la semilla.

Una semilla está formada por las cubiertas de la semilla que se desarrollan de los tegumentos del óvulo, un embrión, - que se origina de un óvulo fecundado o cigoto y de un endospermo, tejido de almacenamiento de alimentos, el cual se desarrolla del núcleo endospermático del saco embrionario. En la mayo ría de los casos el embrión de una semilla comienza a digerir y a utilizar el alimento almacenado en el endospermo cuando se siembra la semilla. En otras semillas el embrión digiere y absorbe el endospermo (cuando se siembra la semilla, en otras se millas) antes que la semilla se separe de la planta madre y en estos casos, en la madurez no existe endospermo.

Cubiertas de la semilla: Esta parte de la semilla de ordinario es fuerte y parcialmente impermeable al agua. Impide la evaporación excesiva del agua de las partes internas de la semilla y con frecuencia no permite la entrada de parásitos.

Las cubiertas duras pueden impedir daños mecánicos. En la superficie de la testa pueden verse varias estructuras: Hilo o hilio, Micropilo, Rafe, Endospermo; que almacena alimentos, almidón, proteínas, aceites etc. Algunas semillas son apreciadas especialmente por el almidón otras por sus proteínas por sus grasas. Las semillas de las leguminosas carecen de endospermo al madurar.

Embrión: EL embrión o planta en miniatura de la semilla, está formado por el cotiledón el epicotilo y el hipocotilo.

Cotiledón: Los cotiledones son las hojas de la semilla. - las semillas de las monocotiledóneas tiene un solo y las de -- las dicotiledoneas presentan dos. Los cotiledones digieren y - absorben alimentos del endospermo o lo almacenan.

Epicotilo: Esta es la parte del eje embrionario que queda arriba de su punto de unión con los cotiledones. El epicótilo contiene células meristemáticas que crecen para formar el tallo cuando crece la semilla. La punta del epicotilo en crecimiento se llama con frecuencia, plúmula.

Hipocotilo: Esta parte del eje embrionario queda abajo de su punto de unión con los cotiledones. Al germinar las semillas las células meristemáticas del hipocotilo se desarrollan para formar la raíz primaria. La punta del hipocotilo en creci-

miento es la radícula.

Las semillas de las diversas especies de plantas varían - en estructura. Tres tipos comunes son los siguientes:

Frijol: Una semilla madura de frijol tiene dos cotiledones --- grandes y carnosos, carece de endospermo, tiene un pequeño eje embrionario con un par de hojas pequeñas en el epi cotilo.

Ricino: Una semilla de ricino madura presenta dos cotiledones planos y pequeños, y el epicotilo y el hipocotilo cortos.

El embrión está embebido en un endospermo grande y aceitoso. En un extremo de la semilla se encuentra una estructura -- grandes y esponjosa.

Grano: Una semilla madura tiene un endospermo grande córneo y harinoso un embrión de tamaño moderado que está constituido -- por un cotiledón en forma de escudo, un epicotilo cubierto por una vaina y un hipocotilo también encerrado en una cubierta. - La testa y el pericarpio están fusionados.

Germinación de la Semilla.

En la germinación de la semilla una semilla absorbe agua y se hincha, la respiración aumenta y se presenta división celular, después de la cual, el embrión crece y se rompen las - cubiertas de la semilla.

De orginario, el hipocotilo es la primera parte del embrión que emerge de la testa. Esto es ventajoso, ya que la -- raíz joven puede inmediatamente empezar a absorber agua y los minerales necesarios para el crecimiento.

## C U E S T I O N A R I O

Como está formada una semilla?

R.- Cubierta de la semilla que se desarrollan en los tegumen  
tos, em embrión, un endospermo.

Defina endospermo.

R.- En un tejido de almacenamiento de alimentos el cual se de-  
sarrolla en el núcleo endospermático del saco embrionario.

Dónde se origina el embrión?

R.- De un óvulo fecundado o cigoto.

Nombre de las partes de la semilla.

R.- Testa, hipocotilo, pluma, cotiledones, cáscara, endospermo  
cotiledón, punta de la raíz.

Qué función tiene la cubierta de la semilla?

R.- Esta parte de la semilla de ordinario es fuerte y practicamente  
impermeable al agua.

QUÉ función tiene el Hilo?

R.- Es una cicatriz que queda al separarse la semilla de su tallo.

Defina el micropilo?

R.- Es un pequeño poro cercano al hilo.

Defina Rafe?

R.- Un bordo producido por el endoblamiento de la semilla por  
el funículo.

Que función tiene el endospermo?

R.- La de almacenar alimentos.

Defina la palabra embrión.

R.- Esta formado por el cotiledon el epicotilo y el hipocotilo

Defina a los cotiledones.

R.- Son las hojas de la semilla.

Defina epicotilo.

R.- Es la parte del eje embrionario que queda arriba de su pun  
to de unión con los cotiledones.

Defina Hipocotilo.

R.- Es la parte del eje embrionario que queda abajo de sus co-  
tiledones.

Describe la germinación de la semilla.

R.- UNA semilla absorbe el agua y se hincha, la respiración au  
menta y se presenta la respiración celular, después el em-  
brión crece y rompe las cubiertas de las semillas.

Cuáles son las condiciones externas?

R.- Humedad, oxígeno, temperatura, provisión de alimentos.

Describe los factores internos.

R.- Alimentos, haber terminado su latencia.

Cual es la vida de las semillas?

R.- Por no más de 5 a 6 años o solo 4 semanas.

Defina las auxina.

R.- SON reguladores del crecimiento.

## EL TALLO.

Las funciones principales del tallo son: la conducción de materiales, la producción y sostén de hojas y estructuras reproductoras y almacenamiento de alimentos.

EL origen y naturaleza de los tallos se encuentra situado estos términos en una planta que se reproduce por semillas, el primer tallo se desarrollo de una parte del miembro conocida - como el hipocotilo que es una continuación del hepicootilo. El epocotilo es una estructura cilíndrica con una masa de células meristemáticas y con frecuencia un par de hojas en su ápice. - En algunas plantas éste aparece solo en el suelo y el tallo se desarrolla por completo del epicotilo.

Un tallo con hojas se llama vástago. Todas las partes del tallo constituyen su sistema caular. La mayoría de los tallo crecen sobre el suelo (suelos aéreos) algunos debajo de la tie rra (tallos subterráneos). Los tallos aéreos de la mayoría de las plantas son erectos (por ejemplo el olmo) en algunas plantas son trepadores ( como el de la gloria de la mañana) y ---- otros son postrados como el pepino.

La estructura externa de los tallos aéreos se clasifican en 2 tipos: herbáceos y leñosos.

Diferencias principales entre éstos:

### TALLOS HERBACEOS

- 1.- Suaves y verdes.
- 2.- Poco crecimiento en diámetro

### TALLOS LEÑOSOS

- 1.- Duros y no verdes.
- 2.- Considerable crecimen to en diámetro.



tran situados en las yemas. EN tallos leñosos los tejidos primarios se forman al comienzo de la primera temporada de crecimiento de una rama, pero a medida que la rama crece, después de su primer año, los tejidos de nueva formación sus formas -- son por completo secundarios, esto es, se origina el cambium -- y del cambium el corcho. Los tejidos primarios de un tallo leñoso son: La epidermis, la corteza y la estela ( tejidos fibro vasculares).

La epidermis está constituida por una capa superficial -- con espesor de una sola célula, que de ordinario tiene las paredes exteriores cutinizadas e impermeabilizadas al agua.

La corteza la cual varia en espesor de las distintas clases de tallos. De ordinario contienen células forzadas de colenquima, células de parénquima y con frecuencia fibras de refuerzo o branquiesqueleto.

Los tejidos fibrovasculares con: el pericarpio, el floema el cambium el xilema los radios y la médula. El pericarpio está formado por células de colenquima y con frecuencia con células fibrosas.

## C U E S T I O N A R I O

Defina el término tallo.

R.- Tallo es la parte de la planta que sostiene las hojas, las flores y los frutos. Renuevo que echa una planta.

Cuales son las funciones principales de los tallos?

R.- La conducción de materiales, la producción y sostén de hojas y estructuras reproductoras y almacenamiento de alimentos.

Como se le nombra a la parte del embrión la cual desarrolla al tallo en las semillas?

R.- Se le nombra el epicotilo que es una continuación del hipocotilo.

Que constituye el sistema caulinar del tallo?

R.- Este sistema está formado por las ramas y las hojas junto con el mismo tallo forman este sistema dentro de la planta.

Como se denominan los tallos de acuerdo a su crecimiento?

R.- Los tallos de acuerdo a su crecimiento se denominan en aéreos, subterráneos, trepadores y postrados.

Los tallos aéreos en cuantos tipos se clasifican?

R.- Estos tallos se clasifican en herbáceos y leñosos.

Cuales son las diferencias principales entre estos dos tipos?

R.- Los tallos herbáceos son: suaves y verdes, poco diámetro, formados por tejidos primarios, en su mayoría son anuales, cubiertos por epidermis, etc.

Los tallos leñosos son: Duros y no verdes, en su mayoría son perenes, con gran diámetro, formados por tejidos secundarios, etc.

Cuales son los tejidos principales en los tallos leñosos?

R.- La corteza que forma la parte exterior del tallo y la made  
ra o xilema.

QUÉ es el cambium?

R.- El cambium es una capa de células meristemáticas que por -  
división celular originan el crecimiento del tallo en diá-  
metro.

Como se sustituyen los tejidos primarios de los tallos leñosos?

R.- Estos tejidos están formados por el crecimiento de los me-  
ristemos terminales situados en las yemas.

QUÉ es la epidermis?

R.- Es una capa exterior compuesta por una sola célula que de  
ordinario tiene las paredes exteriores cutinizadas e imper-  
meables al agua.

Determine el término corteza?

R.- Es la zona que varía en espesor en los distintos tallos.  
De ordinario contine células reforzadas de colénquima, cé-  
lulas de parenquima de almacenamiento y con frecuencia fi-  
bras de refuerzo o branquiesqueleidas.

QUÉ constituye los tejidos fibrovasculares?

R.- El periciclo, el floema, el cambium, el xilema, los radios  
y la médula.

Como está formado el periciclo?

R.- Está formado por células de parénquima y con frecuencia re-  
forzado por células fibrosas.

COMO se hace la conducción de nutrientes por el tallo?

R.- Por la función principal del xilema es conducir agua y sus  
tancias disueltas.

Cuales son los fenómenos por los cuales se explica el ascenso de la savia.?

R.- Una pudiera ser la presión de las raíces, atracción capilar, presión atmosférica, acción de las células vivas, inhibición de las paredes del xilema, etc.

Donde se efectúa el almacenamiento por parte de las células?

R.- Se efectúa en el parénquima de la corteza, de los radios y de la médula así como también en el parénquima del floema y el xilema.

Como se compone la estructura de la madera?

R.- La madera es tejido del xilema y en las angiospermas está formada por fibras de madera.

Cuales son las partes integradoras de la madera?

R.- La licnina y la celulosa, también se encuentra agua, pigmentos, aceites, almidones, gomas, etc.

Que son los anillos anulares?

R.- Son aglomerados de células del xilema el cual en los lugares donde existe una definición grande entre una estación y otra se produce el cambium en capa.

## RAICES.

### Origen de las raíces.

Una semilla contiene una planta pequeña, el embrión, una - de cuyas partes es el hipocótilo. Esta estructura o una por--- ción de ella se convierte en la primera raíz. A medida que crece la raíz primaria produce ramificaciones, llamadas raíces secundarias. De ordinario, una raíz primaria crece verticalmente hacia abajo, con sus raíces secundarias en una dirección algo horizontal. Algunas veces salen raíces de los tallos de las hojas o de otras partes de la planta. Estas raíces que se desarrollan de estructuras diferentes al hipocótilo o a la raíz primaria se llaman raíces adventicias. Las raíces del refuerzo del maíz, las raíces aéreas de la hiedra y las raíces - formadas en las estacas de tallos y de hojas son adventicias.

### Estructura Microscópica de las Raíces.

El término sistema radical se aplica a toda la masa de -- raíces subterráneas producidas por una planta. La extensión -- forma profundidad y otras características de los sistemas radicales varían en las diferentes especies de plantas y con las - diversas condiciones de crecimiento.

Los dos tipos comunes de sistemas radicales son: el fibroso y el pivotante. Un sistema radical difuso tiene varias o muchas raíces principales de ordinario delgadas o casi del mismo grosor, con numerosas ramificaciones laterales más pequeñas. - El maíz, el trigo y otras gramíneas, presentan raíces difusas

delgadas. La batata y la dalia tienen raíces difusas, la mayor de las cuales almacena alimento y se hincha. Un sistema radical pivotante tiene la raíz primaria principal conspicuamente más larga y más gruesa que todas las otras raíces del sistema.

Con frecuencia el sistema radical sobrepasa su extensión al sistema del tallo en extensión ramificada etc. Las raíces de la alfalfa alcanzan algunas veces hasta 12 metros de longitud, las de la remolacha 1.5 mts., las de acacia falsa unos 15 metros. En una planta de centeno, completamente desarrollada la longitud total de las raíces puede llegar a unos 600 Km. en un área de unos 225 metros cuadrados.

Las raíces de ordinario tienen forma cilíndrica y son incoloras de un color distinto al verde. Las raíces carecen de nudos y entre nudos. Las ramificaciones de las raíces se originan en un tejido interno de la raíz, no se originan externamente como las ramas de los tallos.

Las raíces jóvenes tienen pelos radicales, que son proyecciones frágiles de las células epidérmicas de la raíz, a simple vista aparecen como blancos y algodonosos. Estos pelos aumentan bastante la superficie de absorción de las raíces. Se ha calculado que los pelos radicales de una planta de centeno tienen una longitud total de 1,000 Km.

En el extremo de la raíz terminal no crecen pelos radicales. Esta región está cubierta por la cofia, una masa de células en forma de dedal que cubre el tejido embrionario y lo pro

tege de ser dañado por las partículas del suelo.

#### Estructura Microscópica de las Raíces.

Un conocimiento de la anatomía interna de las raíces se obtiene examinando una sección longitudinal de la raíz. Una sección transversal de la misma.

Sección longitudinal de una raíz joven. En una sección de este tipo se distinguen cuatro regiones celulares de aspecto diferente: la cofia, la región meristemática, la región de elongación y la región de maduración.

Cofia: Esta masa de células en forma de dedal está constituida por células de tamaño mediano que forman el ápice de la raíz y protegen a las células meristemáticas que se encuentran precisamente encima de ella. Las células mucilaginosas exteriores de la cofia se rompen de continuo por su contacto con las partículas de roca del suelo. A medida que las células más exteriores de la cofia son desechadas, en la región meristemática de su interior se forman nuevas células.

Región meristemática: Esta área comprende una bola de masas casi cúbicas con las paredes delgadas y protoplasma denso. Es la región en la cual se forman nuevas células por mitosis y por consiguiente se sitúan la primera fase de su crecimiento en longitud.

Región de la maduración. Esta región está situada arriba de la región de elongación. En esta región las células agranda

das se diferencian en los tejidos maduros de la raíz, xilema, floema, etc. Todas las porciones de la raíz que quedan arriba - de la región de elongación pueden comprenderse en el término - de región de maduración. La parte más joven de la región de maduración es la zona de los pelos radicales, en la cual las células epidérmicas desarrollan protuberancias que reciben ese - nombre.

En consecuencia los pelos radicales son meramente evaginaciones de las células epidérmicas que raramente pasan de unos cuantos milímetros de largo y viven no más de unos cuantos --- días o semanas. EN el extremo inferior de la zona de los pelos radicales se forman nuevos pelos aproximadamente al mismo ritmo de los pelos viejos que mueren en el límite superior de la zona pilífera. Los pelos radicales se enredan y se adhieren a las partículas del suelo. Si se arranca una planta con todo y raíz la mayor parte de los pelos de la raíz son rotos por las partículas del suelo. La mayoría de los materiales que absorbe la planta entran por los pelos radicales, los cuales pueden aumentar la superficie de absorción hasta 20 veces.

Sección transversal de una raíz a través de una zona de - maduración . En una sección de este tipo se distinguen los tejidos siguientes: Epidermis, corteza, periciclo, xilema, floe-  
ma y parénquima.

Epidermis: Esa capa superficial de células absorbe del -- suelo agua, y materiales disueltos y proporciona cierta protección a los tejidos internos de la raíz.

La corteza: Esta región se encuentra formada por células de parénquima de forma algo irregular, con muchos espacios intercelulares.

La capa más interna de células de la corteza es la endodermis, la cual de ordinario tiene sus paredes interna y lateral. Engrosadas con suberina, un material impermeable al agua. Aparentemente la endodermis funciona como una barrera para el agua, que imprime su paso hacia afuera de los tejidos que quedan en la parte interna de la endodermis.

Se piensa que la endodermis desempeña cierto papel en el desarrollo de la presión de las raíces.

Periciclo: Esta capa de células está situada en el interior de la endodermis. Por división celular el periciclo da origen a las raíces laterales, que forman su salida a través de la corteza y la epidermis.

Xilema: formado por vasos, traqueidas, etc. El xilema conduce hacia arriba el agua, minerales y con frecuencia alimentos. En la raíz el xilema está construido con una columna aflautada, con dos o muchas costillas. Si la raíz tiene 4 de estas costillas, en sección transversal se ve como los brazos de una cruz. Las raíces laterales se originan en los puntos del periciclo donde lo tocan los brazos radicales del xilema viejo de la raíz antigua.

floema: Está formado, de manera principal, por vasos cribosos y células acompañantes, en grupos que alternan con las -

bandas radicales del xilema. Su principal función es la condi  
ción hacia abajo del alimento.

Parénquima: Rodeando las bandas de xilema y de floema al-  
macenan.

## C U E S T I O N A R I O

Como se le denomina en la semila a la raíz?

R.- Hipocotilo.

A que se le conoce como sistema radical?

R.- Se aplica a toda la masa de raíces subterráneas.

Defina raíces adventicias?

R.- Son las que se encuentran en un lugar que no es bajo el --  
suelo esto tiene como consecuencia otros usos.

Cuales son los tipos de sistemas radicales existentes?

R.- Sistema radical fibroso y pivotante.

Defina sistema radical difuso?

R.- Contiene varias o muchas raíces.

Defina el pivotante?

R.- Contiene una sola raíz principal.

Nombre el sistema o tejido interno de las raíces.

R.- Es el periciclo.

COMo podemos observar microscópicamente este órgano?

R.- Cortando una sección transversal y otra longitudinal.

Que podemos encontrar en la sección longitudinal?

R.- la cofia, la región meristemática, la región de elongación  
y la región de maduración.

Defina cofia.

R.- Es un dedal que existe siempre al frende de la misma el --  
cual tiene la caracterfstica de ser mucho muy resistente -  
para abrir paso hasta en la roca.

Región meristemática.

R.- Es una masa de células casi cúbica, delgadas y protoplama

denso.

Región de elongación.

R.- Es una masa de células de formación resistente y está creciendo principalmente en longitud.

Defina a la región de maduración.

R.- Las células agrandadas son las que se diferencian de la raíz que quedan en la región de elongación.

QUÉ podemos encontrar en la sección transversal?

R.- La epidermis, corteza, periciclo, xilema, floema y parenquima.

Qué se puede definir como epidermis?

R.- Absorbe del suelo agua y minerales disueltos y funciona como protectora.

Defina la corteza.

R.- Formada por células de parenquima algo irregular, con muchos espacios intercelulares.

Defina al periciclo.

R.- Es una capa de células situada en el interior de la endodermis.

Como encontramos al parenquima en la raíz?

R.- Rodeado del xilema y el floema, almacenando alimentos y sosteniendo otros tejidos.

## LOS NUTRIENTES DEL SUELO.

La carencia de uno o más de los nutrientes del suelo requeridos por las plantas para su desarrollo normal se manifiesta en la aparición de síntomas en los cultivos.

Las deficiencias de nutrientes pueden ocurrir porque: el suelo carece de ellos, o porque tales nutrientes se encuentran aleados a otros compuestos químicos, de tal suerte que la planta no puede absorberlos. Esto último equivale a una deficiencia.

Los nutrientes esenciales son:

**Nitrógeno:** Se caracteriza por un crecimiento enclenque, hojas pequeñas, con color verde amarillento uniforme, --- muerte de las hojas inferiores, maduración temprana frutos y semillas pequeños.

**Fósforo:** Se nota un desarrollo pobre de las raíces, con un crecimiento lento de la planta. Las hojas y los tallos toman color verde muy oscuro ó púrpura.

**Potasio:** Aparición de pequeñas manchas blancas amarillosas ó café rojizas. Quemaduras en los bordes o punta de las hojas. La raíz tiene un desarrollo pobre.

**Manganeso:** Pérdida de color verde de las hojas inferiores, pero con su vevadura verde. Tallos verdes, raíces -- amacolladas.

**Azufre:** Plantas pequeñas, enclenques, tallos delgados, hojas amarillentas, muy similares a la coloración -- que toman cuando carecen de nitrógeno.

**Calcio:** Deformación de las hojas nuevas, puntos de crecimiento débiles. Tallos delgados, raíces alargadas y arracimadas.

Las características de nutrientes mayores o macroelementos no se presenta en tierras cultivadas y abonadas correctamente. Pero aún cultivos abonados pueden presentar anomalías por una alimentación baja en micronutrientes y los síntomas -- que presentan las plantas son los siguientes.

**Boro:** Enrollamiento de las hojas superiores, borde de las hojas amarillo o café.

**Manganeso:** Hojas con manchas amarillas o cafés, nervadura -- verde.

**Zinc:** Hojas chicas con puntos pequeños en los frutales.

**Cobre:** Hojas cloróticas. Marchitamiento de las hojas.

**Molibdeno:** Manchas amarillas en la fruta verde de los cítricos. Disminución de la fijación de nitrógeno en las raíces de las legumbres.

La detección de los signos es importante. Sin embargo los diagnósticos se hacen muy tarde para tomar medidas correctivas en las plantas afectadas, aunque estas pueden servir para varios cultivos.

## C U E S T I O N A R I O

Como se caracterizan los nutrimentos?

R.- Como macronutrientes y micronutrientes.

Porque ocurre la deficiencia de éstos?

R.- Porque el suelo carece de ellos o porque estos se encuentran aleados con otros impidiendo la asimilación.

Cuáles son los elementos principales del suelo?

El nitrógeno, el fósforo y el potasio.

Como se manifiesta la carencia de nitrógeno?

R.- Por un crecimiento enclenque, hojas pequeñas con color verde amarillento uniforme en las hojas.

Como se manifiesta la carencia de fósforo?

R.- Se nota un crecimiento pobre en las hojas y raíces con un crecimiento lento de la planta.

Como se manifiesta la carencia de potasio?

R.- Aparición de manchas blancas, amarillentas o café rojizas.

Cuáles son los macronutrientes?

R.- Nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre, calcio.

Qué ocasiona la deficiencia de magnesio?

R.- Pérdida del color verde en las hojas, pero con su nervadura verde, tallos débiles, raíces amacolladas.

Qué ocasiona la deficiencia de azufre?

R.- Plantas pequeñas y enclenques, Tallos delgados, hojas amarillentas similares a la coloración que toma cuando carece de nitrógeno.

Qué ocasiona la deficiencia de calcio?

R.- Puntos de crecimientos débiles, deformación de hojas nuevas, tallos delgados.

Cuales son los micronutrientes?

R.- Boro, hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno.

Que ocasiona la carencia de boro?

R.- Enrollamiento de las hojas superiores, borde de las hojas amarillo rojizos o cafés.

Que ocasiona la carencia de hierro?

R.- Hojas superiores de color amarillo pálido o blanco con nevaduras verdes.

Que ocasiona la carencia de zinc.?

R.- Hojas chicas con puntos pequeños en los frutales. Creci---  
miento enclenque del maíz.

Qué ocasiona la carencia del cobre?

R.- Hojas cloróticas, marchitamiento de las hojas superiores y muerte de las puntas.

## VI PERTINENCIAS DEL TRABAJO

Ventajas del Nuevo Esquema Educativo.

Es de gran importancia la planeación y diseño de nuevos Planes de Estudio que estén de acuerdo al permanente proceso de cambio. Por lo que la finalidad específica de la implementación de la Anatomía Vegetal es conservar, transmitir y desarrollar conocimientos científicos y sobre todo formar Ingenieros Agrónomos calificados, a efecto de que estos puedan incorporarse activamente al sistema productivo.

Se ha de lograr la evolución del programa de la Anatomía Vegetal, para la reorientación de los contenidos pedagógicos la democratización de la enseñanza e inclusive la innovación de estimular a los alumnos de la agronomía a enriquecer el aprendizaje adquirido con métodos de investigación y experimentación, con el ejercicio progresivo y sistemático de cuestionamiento racional, obteniendo una aptitud crítica que inevitablemente transforme la realidad en actividades meramente productivas.

Es indispensable cuidar en la formación del alumno muchos aspectos, pero sobre todo que con la adquisición de conocimientos de Anatomía se conjugue el desarrollo de habilidades y aptitudes que le permitan integrar en su personalidad un esquema de valor determinantes de actitudes y conductas positivas para sí mismos y para la sociedad de que forma parte. De aquí la importancia que se tiene de concebir a la -

# BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

Anatomía vegetal, como una face académica, en busca de las mejores soluciones a los problemas del campo que actualmente se afrontan, con un sentido de realidad y proyección hacia el futuro.

Esta serie de iniciativas, elevará el nivel académico, - creando además un espíritu creativo de los estudiantes y a la vez facilitará al personal docente que se inicie en la enseñanza de la Anatomía Vegetal, a establecer y fundamentar las bases para implementar los conocimientos de que a ésta materia se refieren.

Fué necesario dar prioridad al diseño de una metodología dinámica y planeación específica integral de la Anatomía Vegetal; y así lograr la formación de Agrónomo capaces de enfrentar y solucionar cualquier situación relacionado con la anatomía de las plantas.

El marco de referencia que presenta esta materia es de gran utilidad, por lo tanto el profesorado con los alumnos, - instruyendolos y creandoles iniciativa propia de superación.

## VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La importancia de la actualización de los conocimientos agronómicos, surge ante el continuo cambio manifestado en el medio ambiente natural, por lo cual se hace cada día más necesaria la modificación de los programas, por tal motivo se considera necesario una nueva planeación del programa de Anatomía Vegetal, prescindiendo sobre todo de otro tipo de material didáctico, para el desarrollo de la materia que nos ocupa; para la óptima formación de un Ingeniero Agrónomo.

De aquí el objetivo de preparar los alumnos mediante --vos y actualizados métodos del proceso educativo que proporcione de una manera sistemática y coherente, capacidades que permitan al Agrónomo desarrollar una labor productiva útil - cubriendo una gama de aplicaciones en los diversos campos tomando en consideración la vocación del alumno a fin de desarrollar sus potencialidades y favorecer así a la obtención - de satisfacciones personales y un campo más propicio para el desarrollo de su actividad económica y social que lo conduzca a una autorealización. Pues de nada les serviría la sola - adquisición de conocimiento sin las actitudes y capacidades para aplicarlos.

Es necesario afianzar e implementar el diseño de planeación del área de Anatomía Vegetal, ya que representa una importante respuesta a la obtención de recursos humanos preparados que demandan nuestros campos Mexicanos, ya que se le induce a que participe activamente para que pueda comprobar

y aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la cátedra de Anatomía Vegetal.

Se presenta este trabajo con el propósito de que tanto alumnos como maestros de la Materia lo utilicen como material de apoyo bibliográfico, complementándolo con otras citas.

## VIII B I B L I O G R A F I A

- Bloom, Benjamín, et al. 1971. Taxonomía de los OBjetivos de -  
la Educación, El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
- Castro C., 1979. Premedicina, dos sistemas de enseñanza. En --  
Respuesta a la Opinión Educativa en México. Ed. Regi  
NA DE LOS Angeles, S.A. México D.F.
- Colegio de Postgraduados. 1976. Inventario Nacional de los Re--  
cursos Dedicados a la INvestigación Científica Agro-  
pecuaria en México. 2 volúmenes, Chapingo, México.
- Colegio de Postgraduados.- 1977. Oferta y Demanda de Profeso--  
res en el Sistema Nacional de Enseñanza Agrícola Su-  
perior, en México, Chapingo, México.
- Coombs, P. H. 1970. La Planificación de la Enseñanza y la capa  
citación agrícola en el contexto de un enfoque inte-  
grado de desarrollo rural, En conferencia Mundial so  
bre Enseñanza y Capacitación Agrícolas. Copenhague.  
FAO-UNESCO=ILO.
- Documento de la Comisión 1979. Enseñanza Agrícola SUperior en  
Conferencia Mundial sobre Enseñanza y Capacitación -  
Agrícolas, Copenhague. FAO-UNESCO-ILO.
- Eanes y Mac Daniels "An Introduction to Plant Anatomy. Ed. Mc-  
Graw-Hill. New York.
- Esau. T. Anatomía Vegetal E. Omega 1976. Madrid, España.

- Garcés, C. 1977. Aspectos de la Educación Agrícola Superior en los países en desarrollo. En VII Reunión Nacional de Directores de Instituciones de Educación Agrícola Superior. Monterrey, N.L.
- Giacomantonio, Marcello. 1979. La Enseñanza Audiovisual Gustavo Gili, Col. Punto y Línea, Barcelona.
- Instituto Panamericano de Geografía e Historia y Dirección General de Estudios del Territorio Nacional. 1977. "Manual de Materiales didácticos para la enseñanza de Geografía a nivel medio", Editado por DETENAL, México, D.F.
- Jiménez, L. 1977. La Educación Agrícola Superior y su relación con la comunidades rurales de México. En VII Reunión Nacional de Directores de Instituciones de Educación Agrícola Superior, Monterrey, N.L.
- Mahtar, A.M. 1975. Estrategia Educativa en el Tercer Mundo. En Comisión Nacional de los Estados Unidos Mexicanos para la UNESCO-S.E.P. Boletín No. 18. Ed. Nacionales - México, p. 37.
- Moulin, Nelly. Concepto de Curriculum, en Revista de Educación Punto 21, Uruguay, CIEP. 1978. Vol. 4 No. 1 Nva. Serie pp. 39-44.
- Remedi, Eduardo. 1982. "Curriculum y Accionar Docente" en: "Encuentro sobre Diseño Curricular. México, ENEP Aragón 1982. 195 p. (Memoria).

- Robles, L. et-al. 1964. Educación, Investigación y Extensión - Agrícola en México. Asociación de Directores de las Escuelas Superiores de Agricultura. México.
- Rodríguez, Azucena. 1982. "Curriculum y Sistema de Enseñanza - Abierta", en: Encuentro sobre Diseño Curricular. México, ENEP Aragón. 195 p. (Memoria).
- Salomon, Gabriel. 1976. Lo que se aprende y como se enseña; la interacción entre medios, mensajes, tarea y aprendizaje. Revista de Tecnología Educativa. Vol. 2 No. 2. México.
- Stevens F.F. t Mertenst. R. 1980. Anatomía Vegetal Ed. Limusa. México.
- Zertuche, R.F. 1977. Informe del Centro de Apoyo Didáctico en Reunión Naciola de Directores de Instituciones de -- Educación Agrícola Superior. Monterrey, N.L.