

APARTADO I: HISTOLOGÍA VEGETAL

TEMA 1: PARED CELULAR

Se define como una estructura semirrígida, que puede expandirse con el crecimiento y que permite el paso de sustancias por transporte pasivo. Va a determinar la forma y textura del tejido, y va a tener funciones protectoras y de sostén, en células vivas o muertas.

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

–Agua: en cantidades considerables, relativamente libre (circula por microcapilares), o asociada a sustancias hidrófilas.

–Celulosa: polímeros de restos de glucosa unidos por puentes de hidrógeno, cristalina y relativamente hidrófila. Su lugar de síntesis es motivo de discusión:

*En estudios autoradiográficos se sugiere que la celulosa se sintetiza en la membrana plasmática.

*En estudios inmunocitoquímicos señalan el complejo de golgi, dado que la enzima B 1–4 glucano–sintetasa se encontraba allí.

Sin embargo, el enzima de síntesis se produce y empaqueta en el complejo de golgi, y emigran a la membrana plasmática, que es su verdadero lugar de síntesis.

–Hemicelulosas: grupo heterogéneo de polisacáridos, ramificados, formados por diferentes tipos de azúcares: galactosa, glucosa, fructosa, xilosa...

–Sustancias Pécicas: polímeros del ácido galacturónico. Sustancias amorfas, plásticas y muy hidrófilas, por lo que su función es mantener a la célula hidratada. Se sintetizan en el complejo de golgi, igual que las hemicelulosas.

–Lignina: funciona como complejo estructural, ya que forma redes tridimensionales que atrapan a la celulosa. Es rígida, y su proceso de impregnación se denomina lignificación. Generalmente, en este estado la célula muere.

–Compuestos Grasos: en y sobre la pared celular, como la cutina (epidermis), suberina (peridermis, en el súber), ceras (cutícula). Por su naturaleza química, estas sustancias actúan disminuyendo la transpiración y protegiendo la planta.

MORFOLOGIA DE LA PARED:

En una pared desarrollada, existen:

–Lámina media: cemento de unión entre paredes celulares, une células para formar tejidos. Se compone principalmente de sustancias pécicas, de una manera amorfa, sin ordenación molecular. Se forma en la telofase, cuando vesículas procedentes del golgi se disponen en la placa ecuatorial y allí se fusionan. En este proceso, cisternas del retículo endoplásmico quedan atrapadas y forman plasmodesmos.

–Pared celular primaria: se depositan a ambos lados de la lámina media celulosa, hemicelulosa, y sustancias pécicas, de manera amorfa las dos últimas. La celulosa se sitúa un 30% ordenada y el 70% de forma

desordenada.

Dado que se forma esta pared antes de que la célula acabe de crecer, la pared sufre crecimiento en espesor y superficie, y por tanto está asociada a células vivas.

–Pared celular secundaria: cuando la célula deja de crecer, se depositan gran cantidad de celulosa que se dispone con una orientación ordenada. Son paredes suplementarias, cuya principal función es mecánica, característica de células no vivas en la madurez, que generalmente se lignifican.

ULTRAESTRUCTURA DE LA PARED:

Las células se disponen en la pared de la siguiente manera: 60 o 70 cadenas se reúnen en la microfibrilla, que se observa a microscopía electrónica, y que es la unidad básica de la celulosa. Estas microfibrillas se rodean de cadenas no ordenadas y hemicelulosas. El conjunto formará la fibrilla de celulosa.

En la pared existen dos sistemas: sistemas de fibrillas de celulosas, y los microcapilares, que formarán la matriz no celulósica de la pared.

FORMAS DE CRECIMIENTO:

La pared celular puede sufrir dos tipos de crecimiento:

–En espesor: se da en la pared secundaria y en la primaria, y puede ser por aposición de material capa a capa, o por intususcepción, en donde el material se deposita intercalándose con el ya existente.

–En superficie: en el caso de la pared celular primaria (nunca en la secundaria), también es por depósito de material, pero no influye en el espesor de la pared. Generalmente afecta a toda la pared, aunque también se da de forma parcial.

INTERCOMUNICACIÓN CELULAR:

–Plasmodesmos: comunicaciones protoplasmáticas entre células vecinas. Se encuentran en todas las células vivas de vegetales superiores, comunicando los protoplasmas de ambas células. Se observó que la membrana plasmática de una célula es continua con la de la vecina. En el interior hay una cisterna del retículo endoplásmico llamado desmotúbulo, que comunica los retículos de ambas células. A través de los plasmodesmos se establece la circulación de líquido y sustancias. Los plasmodesmos se encuentran de dos maneras:

*Por toda la superficie.

*Agrupados en zonas determinadas (campo de poros primario) con la pared celular deprimida y atravesada por un grupo numeroso de plasmodesmos, en un punto donde se ha inhibido el posterior depósito de pared primaria. Se forman durante la división celular o de novo, durante los reajustes celulares de la diferenciación de tejidos o en injertos.

–Poros o punteaduras: cuando se deposita la pared secundaria sobre un plasmodesmo.

*Simple: la misma longitud que el campo de poros.

*Areolada: en donde la pared secundaria se arquea sobre la cavidad. En ocasiones, se generan engrosamientos de lámina media y pared celular y se forman toros. El toro actúa de válvula de las diferencias de presión ante células vecinas.

TEMA 2: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ORGANISMO VEGETAL

ORGANIZACIÓN HISTOLÓGICA:

Los vegetales han cambiado su organización histológica para adaptarse al medio. En las talófitas (algas) no encontramos verdaderos tejidos. En las inferiores (clorofíceas), no existe especialización de tejidos. En las superiores, en cambio, sí existe una cierta diferenciación. En las criptógamas vasculares hay una diferenciación de diversos tejidos.

Es en las cormófitas donde existe una verdadera especialización en tejidos. Mientras que en las talófitas el agua llega a todas las células, en una planta terrestre se debe desarrollar un sistema vascular, representado por dos tejidos (xilema y floema), un sistema de protección que evite la desecación y que favorezca el intercambio de gases (epidermis y peridermis), y un sistema de sostén (colénquima y esclerénquima).

CONCEPTO DE TEJIDO:

Un tejido es un grupo de células con el mismo origen, estructura y función. Se dividen en dos tipos:

- Tejidos simples, formados por un sólo tipo celular (parénquima y clorénquima).
- Tejidos compuestos, compuestos por varios tipos de células (xilema, floema, epidermis,...)

Dependiendo de su función, se clasifican:

- Meristemáticos: división celular.
- Parénquima: fotosíntesis y almacenamiento.
- Colénquima y esclerénquima: de sostén.
- Xilema, floema: conducción.
- Epidermis, peridermis: protección.
- Glándulas, pelos, etc.: secretores.

Estos tejidos se organizan en órganos:

- Órganos vegetativos: raíz, tallo y hojas.
- Órganos reproductivos: semilla, fruto, flor.

SISTEMAS:

Existen dos tipos de meristemas:

- Primarios: elongación del vegetal. La planta presenta cuerpo primario, con crecimiento primario. Un vegetal crece en altura mediante los cuerpos primarios.
- Secundarios: crecimiento en espesor. No todas las plantas presentan crecimiento secundario.

Existen tres sistemas de tejidos bien diferenciados:

- Sistema dérmico, representado en crecimiento primario por la epidermis, y en crecimiento secundario por la peridermis.
- Sistema fundamental, representado por el parénquima, colénquima y esclerénquima.
- Sistema vascular: en el crecimiento primario, representado por xilema y floema primarios, y en crecimiento secundario por el xilema y floema secundarios.

DISPOSICIÓN DE LOS TEJIDOS:

- Sistema dérmico: con una posición superficial en los órganos.
- Sistemas vascular y fundamental: Varían su posición según el órgano en el que se encuentran.
- *Tallo: el sistema vascular forma un anillo continuo o haces dispuestos entre la epidermis y el eje central de la planta. El sistema fundamental forma un córtex entre la epidermis y el cilindro vascular, y una médula en posición central.
- *Raíz: no tiene médula. El sistema vascular está en posición central, y el fundamental forma el córtex.
- *Hoja: el sistema vascular está representado por los nervios de la hoja. El sistema fundamental, denominado mesófilo, ocupa el espacio entre los nervios.

TEMA 3: TEJIDOS MERISTEMÁTICOS

Tanto animales como vegetales proceden de una célula llamada cigoto que se divide. Estas células se diferencian y se especializan para formar los tejidos. Sin embargo, en los vegetales, se conservan durante toda la vida una zonas embrionarias denominadas meristemas, y que son responsables de su crecimiento permanente.

Las células meristemáticas se perpetúan a sí mismas dando lugar al dividirse a una célula meristemática (célula inicial) y a otra célula que se diferencia, denominada célula derivada de la inicial.

Las diferenciadas tienen capacidad de dediferenciación, regresando a su estado meristemático.

CLASIFICACIÓN DE MERISTEMAS:

- Meristemas primarios: causan el crecimiento en longitud de la planta. Pueden ser apicales, se encuentran en los ápices de brotes y raíces, tanto en la rama principal como en las laterales. Su origen se remonta al embrión. En el embrión nos encontramos con un polo apical y otro basal. Los meristemas apicales se dividen en:
 - Caulinares: en el polo apical del embrión y que originarán el tallo y hojas, y los órganos reproductores.
 - Radical: procede del polo basal del embrión y originará la raíz.

Los meristemas primarios pueden ser también intercalares, que se encuentran en la base de los entrenudos y su crecimiento se denomina crecimiento intercalar. En una planta joven, ocupa todo el entrenudo. En una adulta, sólo la base.

- Meristemas secundarios: se encuentran en los laterales de tallos y raíces, y producen el crecimiento en espesor del vegetal. Existen dos tipos: El cambium vascular, que origina un crecimiento en espesor de los tejidos vasculares, y el cambium suberoso o felógeno, que aumentará la corteza del vegetal, originando la

peridermis.

CARACTERÍSTICAS DE CÉLULAS MERISTEMÁTICAS:

Son indiferenciadas, pequeñas, generalmente isodiamétricas, con un núcleo grande y con lámina media y pared celular primaria delgada. Presentan proplastidios, y muchas y pequeñas vacuolas, menos cantidad de retículo endoplásmico que una célula diferenciada, y más cantidad de ribosomas (esto es así porque la célula no tiene necesidad de exportar proteínas). Se disponen de manera compacta y sin espacios intercelulares.

DIVISIÓN Y TABICACIÓN DE CÉLULAS MERISTEMÁTICAS:

Con respecto a la división, todas las células de un tejido meristemático se encuentran en división, pero de una manera asíncrona. En el caso de la raíz, existe una asincronía uniforme, es decir, son constantes los porcentajes de células que se encuentran en cada fase de la división. Esto se llama estado de cinética de equilibrio.

En el tallo, se producen variaciones debido a las condiciones ambientales. Se presentan los llamados ritmos circadianos, y los porcentajes varían.

Dependiendo de la tabicación nos encontramos con diferentes tipos de meristemas. La tabicación es la formación de la placa celular. Según los planos de tabicaciones, no encontramos con:

- Meristemas en fila, con planos paralelos entre sí. Originará cilindros, y es típico del córtex de la raíz y del córtex y médula del tallo.

- Meristemas en lámina: Se forman por dos planos perpendiculares entre sí. Típicos de las hojas de angiospermas.

- Meristemas en masa: según tres planos de tabicación paralelos entre sí. Son típicos de órganos reproductores.

Según la superficie del vegetal, están clasificados:

- Tabicación anticlinal: según planos perpendiculares a la superficie del vegetal, y son típicos de meristemas primarios.

- Tabicación periclinal: paralelo a la superficie del vegetal, típico de meristemas secundarios.

MERISTEMOS APICALES:

Tienen forma de cono, y por ello también se llaman conos vegetativos. Se encuentran en el ápice del tallo. Sin embargo, en la raíz están en posición subterminal, protegidos por la capa llamada cofia o caliptra.

Durante el siglo XIX se intentó averiguar el número de células que componen el meristema apical, y su posterior diferenciación en tejidos. Existen dos teorías:

- Teoría de la célula apical de Nageli: sólo válida para criptógamas vasculares. Existe una sólo célula tetraédrica apical, que se divide según planos paralelos de sus caras, originando células que se diferenciarán en distintos tejidos.

- Teoría de los histógenos de Hanstein (fanerógamas). Existen tres zonas de células iniciadoras (histógenos). Cada zona da diferentes tejidos. Se llaman Dermatógeno (epidermis), Periglema (córtex), Pleroma (resto de

tejidos).

En el siglo XX se propuso la teoría llamada túnica–corpus de Schmidt, según la cual en el meristemo apical hay dos zonas diferentes debido a las diferencias de los planos de tabicación, habiendo células iniciales en la parte central del ápice que se dividen anticlinal y periclinalmente (corpus) y la zona más externa, llamada túnica, que se divide anticlinalmente. La parte más externa de la túnica origina la epidermis, y el resto de capas de la túnica origina el córtex. Y el corpus origina el resto de tejidos.

Los meristemos apicales se denominan de tres formas:

- Protodermis: origina la epidermis.
- Procambium: origina tejidos vasculares primarios.
- Meristema fundamental: origina el resto de tejidos.

MERISTEMAS SECUNDARIOS:

Producen el crecimiento en espesor de la planta:

–Cambium vascular: crecimiento en espesor de tejidos vasculares secundarios (xilema y floema secundarios). No existe en la mayoría de las criptógamas vasculares y en la mayoría de las monocotiledóneas. Existen dos tipos celulares:

*Células fusiformes, que originan los elementos conductores del xilema (tráqueas y traqueidas) y las del floema (cribosas y elementos de los tubos cribosos), y las fibras del esclerénquima (leñosas del xilema y liberiam del floema). También originan el parénquima axial.

*Células radiales: células pequeñas e isodiamétricas. Originan el parénquima radiomedular.

Existen dos tipos de cambium: cambium estratificado, y no estratificado.

El cambium se encuentra en forma de cilindro o de haces, denominado cambium fascicular, y siempre origina xilemas secundarios hacia el interior y floema secundario hacia el exterior.

–Cambium suberoso o felógeno: origina el crecimiento en espesor de la corteza del vegetal. Origina súber hacia el exterior y felodermis hacia el interior.

TEMA 4: TEJIDOS PARENQUIMÁTICOS

El parénquima está formado por células que presentan el menor grado de diferenciación, y se considera el tejido fundamental, de relleno, de la planta. Las células se pueden encontrar en masas continuas formando el tejido parenquimático, y se encuentran en el córtex de la raíz, en el córtex y médula del tallo, en el mesófilo de la hoja y flor, en la pulpa de los frutos y en el endosperma de la semilla. También se encuentran asociadas a los tejidos vasculares, como parte del xilema y floema primarios y secundarios.

Es el precursor de los otros tejidos, y también se considera un tejido primitivo puesto que tiene capacidad de desdiferenciación. Tiene múltiples funciones:

- Intervenir en la fotosíntesis.
- Elaborar y almacenar sustancias.

- Secreción.
- Excreción.
- Regeneración y restauración de tejidos.
- Conduccion y transporte de agua y sustancias a corta distancia.

ORIGEN Y ESTRUCTURA CELULAR: Se encuentra durante el crecimiento primario de la planta: el parénquima de las masas continuas procede del meristemo fundamental. El parénquima vascular procede del procambium. En el crecimiento secundario el parénquima vascular se origina del cambium vascular y el que está en masa, se origina de la división de células parenquimáticas del cambium interfascicular o del felógeno, formando la felodermis.

Sus células son parecidas a las meristemáticas: vivas, con lámina media y pared primaria fina, muy vacuolizadas y con forma isodiamétrica. Hay células alargadas y estrelladas, en menor proporción. Los espacios intercelulares son variables, pudiendo haber grandes espacios o simplemente carecer de ellos.

TIPOS DE PARÉNQUIMA SEGÚN LA ACTIVIDAD DE LA CÉLULA:

- Parénquima clorofílico: interviene en la fotosíntesis, y sus células tienen gran cantidad de cloroplastos. También se le llama clorénquima. Se encuentra en el mesófilo de la hoja, donde adopta dos formas: Parénquima en empalizada, y lagunar. También se encuentra en el córtex de los tallos verdes.
- Parénquima de reserva: sus células sintetizan y almacenan sustancias que se encuentran en disolución (sustancias nitrogenadas o azúcares) o de forma particulada, (gracias al almidón).
- Parénquima aerífero: formado por células redondeadas con grandes espacios intercelulares, típico de plantas acuáticas.
- Parénquima acuífero, con células con mucílagos en las paredes, teniendo capacidad de retener el agua, típico de plantas xerófitas.

TEMA 5: TEJIDOS MECÁNICOS O DE SOSTÉN

Las células engrosan y endurecen sus paredes par aumentar su resistencia mecánica. Existen dos tipos de tejidos de sostén:

COLÉNQUIMA: Formado por un sólo tipo celular, de células vivas, presentando una pared celular primaria engrosada pero no lignificada, haciendo que las células sean plásticas, de paredes extensibles. Las células colenquimáticas se parecen a las parenquimáticas, ya que pueden reanudar la actividad meristemática. No tienen pared celular secundaria.

Origen y localización: en las primeras etapas, se origina a partir del meristema fundamental. En etapas posteriores, se origina a partir de células del parénquima.

El colénquima se localiza en tallos, partes florales, frutos y hojas, pero nunca en la raíz ni en los tallos de muchas monocotiledóneas. El colénquima sólo se encuentra durante el crecimiento primario, ya que en el secundario se sustituye por el esclerénquima. Se localiza debajo de la epidermis, o bien separado por una o dos capas de parénquima. Es el tejido que da maleabilidad a la planta.

En los tallos se puede encontrar formando un cilindro completo, en puntos equidistantes, o bien en las

costillas, como en la calabaza.

En las hojas se localiza a ambos lados de las venas.

El colénquima se clasifica según el grosor de su pared celular primaria:

- Colénquima anular o uniforme: si el engrosamiento ocurre en toda la pared.
- Colénquima laminar: Los engrosamientos son mayores en las paredes paralelas a la superficie del vegetal.
- Colénquima angular: engrosamiento en los ángulos de convergencia. Proporciona mayor resistencia mecánica.
- Colénquima lagunar: los engrosamientos se realizan alrededor de los espacios intercelulares.

ESCLERÉNQUIMA: Las células del esclerénquima engrosan y endurecen su pared porque se lignifican. Presentan pared celular secundaria y sus células mueren. El esclerénquima se encuentra en el crecimiento primario y secundario. Es un tejido de sostén, pero de tejidos adultos. Existen dos tipos celulares:

- Fibras de esclerénquima: de forma alargada y con punteaduras poco manifiestas.
- Esclereidas: con formas variadas y punteaduras patentes.

Dentro de las fibras, son células más largas que anchas, de extremos puntiagudos y lumen estrecho. Las fibras de esclerénquima se unen unas a otras y forman las fibras textiles.

Se encuentran en el córtex en forma de haces, asociadas al xilema y floema, formando casquetes encima del haz o dispersas entre los tejidos, o bien formando tejidos completos debajo de la epidermis. Hay dos tipos de fibras:

- Fibras xilares, de pared relativamente gruesa (leñosas). Si están en el xilema primario, proceden del procambium, y si aparecen en el secundario, proceden de las células iniciales fusiformes del cambium vascular: Fibrotraqueidas y Fibras libriformes (de pared celular más gruesa. Si están tabicadas se llaman Fibras septadas).
- Fibras extraxilares: se encuentran fuera del xilema.

*Fibras del floema o liberianas.

*Fibras corticales, en el córtex y proceden del meristema fundamental.

*Fibras perivasculares: rodeando los haces vasculares, y proceden del meristema fundamental.

Las esclereidas se llaman también células pétreas, de pared muy engrosada, muy lignificada y con muchas punteaduras. A veces se encuentran asociadas a xilema y floema. Generalmente se encuentran a solas o en grupos, en el córtex de la raíz, córtex y médula del tallo, mesófilo de la hoja, pulpa de fruto y cubierta de semillas. La cáscara de la nuez está formada por masas de esclereida.

Su origen: la de córtex y médula se origina a partir del parénquima del meristemo fundamental o del felógeno. Las de la cubierta de las semillas proceden de la protodermis. Las esclereidas asociadas a xilema y floema derivan del procambium o cambium vascular.

Existen varios tipos de esclereidas:

- Braquiesclereidas: isodiamétricas, con campos de punteaduras radiales, se encuentran en la corteza de tallos y en la pulpa de frutos.
- Macroesclereidas: más largas que anchas, se encuentran en la cubierta de muchas semillas.
- Osteoesclereidas: están en las cubiertas de las semillas y en las hojas de dicotiledóneas.
- Astroesclereidas: en forma de estrella. Se encuentra sobre todo en las hojas.
- Tricoesclereidas: con forma de pelo, y se encuentra en las hojas de, por ejemplo, el olivo.

DIFERENCIAS ENTRE EL COLÉNQUIMA Y EL ESCLERÉNQUIMA:

- Las paredes del colénquima son plásticas, extensibles. Las del esclerénquima son elásticas.
- El colénquima sólo tiene pared celular primaria, sin lignificar. El esclerénquima tiene pared celular secundaria y lignificada.
- Las células de colénquima están vivas. Las de esclerénquima, no.
- El colénquima sólo se encuentra en los cuerpos primarios de la planta, mientras que el esclerénquima se encuentra en los primarios y secundarios.
- El colénquima no se encuentra en la raíz, mientras que el esclerénquima se encuentra en todos los órganos.
- El colénquima no se asocia a los tejidos vasculares, y el esclerénquima sí.

TEMA 6: TEJIDOS CONDUCTORES

Existen dos tipos de tejidos vasculares: xilema, por donde circula el agua y las sales minerales, y el floema, por donde circulan las sustancias elaboradas desde sus lugares de síntesis al resto de la planta.

El xilema constituye la parte más dura de la planta. Está constituido por células que en su mayor parte son duras y lignificadas, por lo que sus fósiles están muy bien documentados.

CLASIFICACIÓN: el xilema se clasifica según su origen y su posición en el cuerpo primario o secundario. Así tenemos un xilema primario, que se desarrolla en las fases tempranas: en el embrión o en el periodo postembrionario. Se desarrolla a partir del procambium, y en las fases tempranas se desarrolla un protoxilema, y más tarde un metaxilema.

Si la planta tiene crecimiento secundario, aparece el xilema secundario. Se origina a partir del cambium vascular.

TIPOS CELULARES DEL XILEMA: Dentro del xilema tenemos unos elementos conductores o traqueales, en dos tipos: Traqueidas o Elementos de los vasos.

Tenemos también elementos no conductores, que son las fibras de esclerénquima o xilares, y el parénquima.

Los elementos conductores son células que presentan pared celular secundaria engrosada, lignificada, y, por tanto, son células muertas. Las traqueidas son células alargadas, de extremos puntiagudos, y tienen como

característica gran cantidad de punteaduras en sus paredes laterales. Por ello, el agua circula lateral y longitudinalmente. Las traqueidas se asocian de forma lateral. Las traqueidas se encuentran tanto en el xilema primario como en el secundario, pero es el único elemento conductor en criptógamas vasculares, gimnospermas y en el orden ranales.

Los elementos de los vasos son células más cortas que se unen longitudinalmente para formar tráqueas o vasos. Las tráqueas se encuentran también en el xilema primario y secundario de angiospermas, excepto en el orden ranales. En los vasos encontramos punteaduras en las paredes laterales, y perforaciones en las paredes transversales. Esta perforación es la inhibición de lámina media y pared celular primaria. El grupo de perforaciones se denomina lámina o placa perforada. Hay diferentes tipos:

- Escalericorde: perforaciones alargadas y paralelas.
- Reticuladas: perforaciones formando retículos, mallas.
- Foraminada: perforaciones circulares.
- Simple: una única perforación grande.

ESTRUCTURA DE LA PARED SECUNDARIA: Sus paredes forman figuras características: en forma de anillos (engrosamiento anular), en forma de hélice (helicoidal), en forma de malla geométrica (reticulada), y punteado (en donde hay engrosamiento en todas partes excepto en las punteaduras).

Estos engrosamientos evolucionan de xilemas más jóvenes a más adultos, y así los espesamientos anulares y helicoidales son característicos de tejidos jóvenes que están creciendo, ya que permiten el crecimiento por estiramiento de la hélice o separación de los anillos.

CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS NO CONDUCTORES: Las fibras de esclerenquima se denominan fibras xilares y representan los elementos de sostén de los vasos. Las fibras de esclerenquima derivan del procambium o de las células fusiformes del cambium vascular.

En cuanto al parénquima, está intercalado con el tejido, asociado a los elementos traqueales, mediante punteaduras semi–areoladas.

Existen diferencias según se encuentre en el xilema primario o secundario. El parénquima del xilema primario se origina del procambium, son células alargadas y paralelas al eje del vegetal, porque todos derivan del procambium. Sin embargo, el parénquima del xilema secundario se origina de los dos tipos de meristemo. Así, hay dos tipos:

- Parénquima axial: son células alargadas y paralelas al eje de la planta. Se originan del procambium.
- Parénquima radiomedular: se origina de las iniciales radiales del cambium vascular. Se disponen transversales a las del otro tipo de parénquima.

Cuando los elementos traqueales dejan de ser activos, las células parenquimáticas invaden y destruyen a las células a las células conductoras. Se forman entonces estructuras llamadas tílides, prolongaciones de la célula parenquimática que penetra en el elemento traqueal.

XILEMA PRIMARIO: Se origina del procambium. Se forma primero un protoxilema que es el xilema que aparece durante la diferenciación celular. Los elementos conductores presentarán engrosamientos de su pared secundaria que serán anulares y helicoidales ya que permiten el crecimiento de la planta. El protoxilema es un tejido transitorio cuyas células se colapsan con el crecimiento y son aplastadas por las células vecinas y la

formación del metaxilema. En el protoxilema nos encontramos escasos elementos conductores y mucho parénquima.

El metaxilema se diferencia mientras la planta se está alargando pero adquiere sus características una vez que la planta ha dejado de crecer. Su función comienza cuando la planta deja de crecer. Los engrosamientos de la pared secundaria serán reticulados y punteados.

El metaxilema presenta mayor número de tráqueas que son también de mayor diámetro, presentan traqueidas, parénquima y fibras de esclerénquima. Es el tejido conductor más especializado de las plantas con crecimiento primario. En plantas con crecimiento secundario el metaxilema llega a ser no funcional, aunque se conserva. En sus elementos traqueales aparecerán las tílides.

La situación del protoxilema y del metaxilema es característico de los distintos organismos. Así, en la raíz el protoxilema aparece en la zona más externa y el metaxilema en la zona interna. Este xilema se denomina xilema exarco y presenta una diferenciación centripeta.

En el tallo ocurre al revés. El protoxilema está en la zona interior y el metaxilema en la zona exterior. Hay una diferenciación centrifuga, y es un xilema endarco.

XILEMA SECUNDARIO: Va a formar el cuerpo secundario de la planta. Deriva del cambium vascular. Mientras que en el xilema primario las células se disponen al azar, en el xilema secundario vamos a encontrar una ordenación de sus células en dos sistemas:

- Sistema axial o vertical: se disponen paralelas al eje longitudinal. Encontramos: traqueidas, tráqueas, parénquima axial, fibras y esclereidas.

- Sistema radiomedular u horizontal: encontramos el parénquima radiomedular, algunas traqueidas, algunas fibras y nunca encontramos tráqueas. En este sistema las células se disponen perpendiculares al eje longitudinal y van a formar los radios que pueden ser uniseriados (formados por una sola capa de células), o multiseriados.

Diferencia entre el xilema secundario de angiospermas y gimnospermas:

- Gimnospermas: el xilema secundario no presenta tráqueas, presenta poco parénquima, especialmente axial y los elementos de este xilema suelen tener el mismo tamaño, es decir, es un xilema homogéneo. El cambium vascular tiene una actividad periódica y así en secciones transversales de tallos o raíces vamos a poder observar los anillos de crecimiento que le distinguen bien ya que el leño temprano es menos denso que el leño tardío. En corte transversal vamos a poder conocer la edad de una planta contando los anillos de crecimiento (son diferentes en la actividad del cambium en primavera y en otoño).

FLOEMA: Transporta productos de la fotosíntesis, azúcares y materias orgánicas, desde su lugar de producción hacia las zonas de consumo. La palabra floema significa corteza tierna, y no presenta sus paredes lignificadas. El floema presenta un doble origen: El floema primario deriva del procambium, y el secundario del cambium vascular.

TIPOS CELULARES: casi todos los tipos celulares del floema presentan protoplasma vivo.

- Elementos conductores o elementos cribosos, que van a ser de dos tipos: células cribosas y elementos de los tubos cribosos.

- Elementos no conductores:

*Células parenquimáticas: que pueden ser típicas o especializadas (estas últimas divididas en células acompañantes y células albuminíferas).

*Fibras y esclereidas.

Elementos conductores o cribosos: son de dos tipos, células cribosas, menos especializadas, y tubos cribosos, que presentan mayor especialización. Los elementos cribosos presentan protoplasma vivo en la madurez.

La célula cribosa es más primitiva que el tubo criboso y además también son mas primitivas las células que presentan morfología más alargada.

–Células cribosas: Son células alargadas de extremos puntiagudos que presentan protoplasma vivo y solamente pared primaria. Esta pared primaria es más gruesa que la pared de las células parenquimáticas vecinas. En estas paredes primarias vamos a encontrarnos con áreas cribosas que se definen como áreas delgadas de la pared provistas de plasmodesmos a través de los cuales se comunican los protoplasmas de los elementos cribosos vecinos. Las áreas cribosas son un campo de poros primario en el que en cada plasmodesmo se deposita calosa que es un polímero de la glucosa unida formando cadenas en espiral.

–Elementos de los tubos cribosos: son células que se disponen longitudinalmente para formar tubos cribosos. En las paredes vamos a encontrar: áreas cribosas en sus paredes laterales y placas cribosas en las paredes transversales. Las placas cribosas son áreas cribosas que presentan mayor tamaño y además los plasmodesmos que la forman también presentan mayor anchura. Pueden ser simples (formados por un área cribosa) o compuestos (formados por varias áreas cribosas). En la madurez los tubos cribosos carecen de núcleo aunque conservan el protoplasma vivo. En este protoplasma se forman depósitos de sustancias mucilaginosas que se denominan témpanos de mucílagos que evitan la exudación de líquido durante una herida. Los tubos cribosos aparecen solamente en la angiospermas y excepcionalmente en algunas gimnospermas y criptógamas vasculares.

Células acompañantes: Son células muy especializadas que se originan de la misma célula madre de los elementos de los tubos cribosos, a los que están asociadas. Existen entre ellas relaciones fisiológicas y funcionales. Son células que presentan núcleo y un citoplasma rico en orgánulos. Se unen a los tubos cribosos mediante cepas de poros primarios.

Células albuminíferas: son células que van acompañando a las células cribosas. Son células pequeñas con núcleo y que almacenan en su citoplasma proteínas, hidratos de carbono y en general sustancias de reserva diferentes al almidón. Están asociadas a las células cribosas.

Células parenquimáticas típicas: Su función es el almacenaje de sustancias de reserva. En el floema estas células mueren, al morir los elementos cribosos. Al igual que en el xilema, vamos a encontrarnos que las células parenquimáticas del floema primario van a ser células originadas del procambium y que presentan morfología alargada en el sistema vertical. En el floema secundario nos encontramos con dos tipos de parénquima:

–Parénquima axial: que se origina de las células fusiformes del cambium vascular y que forman dos tipos de células parenquimáticas:

*Fusiformes: si presentan igual longitud que las células iniciales de las que derivan.

*Parénquima radiomedular: si las células iniciales fusiformes sufren división transversal antes de la diferenciación a parénquima.

–Parénquima radiomedular: que deriva de las células iniciales radiales del cambium vascular.

Fibras y esclereidas: Las fibras que están asociadas al floema se llaman fibras liberianas.

FLOEMA PRIMARIO: En él se forma primero un protofloema y después un metafloema. En las zonas de la planta que se están alargando el protofloema es el primer tejido conductor. Cuando el protofloema deja de ser funcional aparece el metafloema.

El metafloema es un tejido conductor de las plantas que sólo poseen crecimiento primario, como son las criptógamas vasculares inferiores y las monocotiledóneas.

En las plantas con crecimiento secundario el metafloema se sustituye por el floema secundario. Sin embargo, este metafloema no se destruye, simplemente deja de ser funcional. El metafloema se diferencia del protofloema en que sus elementos cribosos presentan mayor tamaño.

FLOEMA SECUNDARIO: Se dispone en dos sistemas:

–Sistema axial: las células del floema se disponen de manera ordenada y paralela al eje longitudinal de la planta. Encontramos los elementos cribosos, el parénquima axial y las fibras cribosas.

–Sistema radiomedular: las células del floema se disponen radiales o transversales al eje longitudinal de la planta. Encontramos parénquima radiomedular.

DIFERENCIAS ENTRE FLOEMA SECUNDARIO DE GIMNOSPERMAS Y ANGIOSPERMAS:

–Gimnospermas: el sistema axial esta formado por células cribosas, células albuminíferas, parénquima y fibras. El sistema radiomedular está formado por parénquima. En casos excepcionales también encontramos células albuminíferas.

–Angiospermas: el sistema axial está formado por tubos cribosos, células acompañantes, parénquima y fibras. El sistema radiomedular está formado por parénquima.

TEMA 7: TEJIDO PROTECTOR

El tejido protector recubre externamente la planta, y tiene su crecimiento primario, que es la epidermis. El tejido protector primario es la hipodermis. En todas las raíces y en algunos tallos nos encontramos con un tejido protector del cilindro vascular que es la endodermis.

Si la planta presenta crecimiento secundario, la epidermis se transforma en peridermis y ésta se origina a partir del cambium suberoso o felógeno.

EPIDERMIS: Falta en la caliptra y no esta diferenciada en los meristemos apicales. Se origina a partir de la protodermis. Su función depende de la zona en que se encuentre:

–Partes aéreas: protección, limita la transformación y va a facilitar el intercambio gaseoso.

–Raíz: protección y absorción.

En la mayoría de las plantas la epidermis está formada por una sola capa de células. Esto se llama epidermis monoestratificada. En las raíces aéreas y en algunas hojas la epidermis es multiestratificada y se denomina velamen.

En la epidermis hay distintos tipos celulares: células epidérmicas típicas, células oclusivas de los estomas, y tricomas, que son pelos radicales en las raíces.

–Células epidérmicas típicas: Tienen su origen en la protodermis. Normalmente tienen forma isodiamétrica o alargada, aunque en algunos casos, en hojas y pétalos, encontramos células epidérmicas de contorno ondulado. No presentan espacios intercelulares. Solamente las células oclusivas presentan espacios entre ellas.

Presentan protoplasma vivo y contienen proplastidios, es decir, plastos que no están diferenciados aún en cloroplastos. Los proplastidios contienen clorofila y almidón. Presentan estas células una gran vacuola y generalmente solo presentan pared celular primaria. En estas paredes pueden observarse plasmodesmos que se encuentran en la pared dorsal (ectodesmos) y estas van a servir para la secreción de sustancias. Por encima de la lámina media va a haber engrosamientos de sustancias pécticas y a esta capa se le llama capa de pectinas. Encima de esta capa se encuentra otra que se llama cutícula. La cutícula está formada por una sustancia grasa que es la cutina y se encuentra en tallos, hojas y porciones maduras de la raíz. Esta cutícula es fina en plantas acuáticas y en plantas con intenso intercambio gaseoso y es gruesa en plantas de climas secos ya que la cutícula es impermeable al agua y sirve para proteger de la desecación a los tejidos internos.

Algunos autores diferencian entre la cutícula formada por cutina y otra capa que se dispone debajo de la cutícula: capa cuticular formada por cutina y microfibrillas de celulosa. Pero, además, en las partes aéreas hay a menudo depósitos de cera y estos van a dar un aspecto brillante a hojas y frutas. Las ceras y la cutina se sintetizan en la célula, y se liberan estas sustancias por los ectodesmos y se polimerizan en la superficie.

ESTOMAS: La comunicación entre las zonas profundas del tallo y las hojas con el exterior se realiza por unas aberturas conocidas como los estomas, formadas por la abertura u ostiolo y por unas células que limitan esa abertura y que son las células oclusivas que presentan una forma de riñón y van a abrir o cerrar el ostiolo que se comunica además con una cámara subestomática que comunica el exterior con el mesófilo de la hoja. Asociadas a las células oclusivas encontramos unas células llamadas células anexas acompañantes que participan en los cambios de presión osmótica durante el movimiento de apertura y cierre. El conjunto de estomas y células anexas forman el complejo estomático. Los estomas se localizan en las partes verdes de las plantas, en el tallo y son más abundantes en las hojas.

Si una hoja presenta estomas por las dos caras se llama hoja anfiestomática. Si sólo tiene estomas en el haz se llama hoja periestomática y hoja hipoestomática si sólo tiene estomas en el envés.

Si una hoja es paralelinervia presenta los estomas a lo largo de los nervios y si la hoja presenta nerviaciones reticuladas los estomas están dispersos. Los nervios de la hoja son los haces conductores. Las células oclusivas pueden estar al mismo nivel que las células epidérmicas o hundidas y sobresalir de las células subepidérmicas.

–Regulación y mecanismo de apertura y cierre: la apertura del estoma se produce cuando se despolimeriza el almidón, este sale de los cloroplastos y va al citoplasma. Esto provoca una penetración de K^+ , provoca un aumento de la presión osmótica y esto hace que la célula se hinche. Los factores que regulan la apertura y cierre son variadas pero el más importante es la luz. Influye la cantidad de agua en la planta y la concentración de CO_2 .

El mecanismo de cierre y apertura depende de la morfología de la célula oclusiva, y el caso más típico es que la célula oclusiva presenta una pared heterogénea, esto es, la pared posterior es más delgada que el resto. Cuando la célula hincha, aparta las células oclusivas y se infla la pared delgada. Este tipo de mecanismo es característico de las coníferas. En el caso de gramíneas las células oclusivas presentan una forma alargada y de extremos abultados y en estos extremos la pared celular es más delgada, cuando la célula se hincha lo hace por ese extremo separando las partes medias. La parte media de células oclusivas se abren.

–Origen de los estomas: se originan a partir de la protodermis, así una célula de la protodermis se diferencia y se transforma en la célula madre de las células oclusivas. Esta célula madre se divide por mitosis y origina dos células que al crecer y diferenciarse se transforman en células oclusivas.

–Clasificación de los complejos estomáticos: esta clasificación se realiza dependiendo de la morfología de las células anexas. En dicotiledóneas encontramos cuatro tipos de complejos estomáticos:

*Complejo anomocítico: donde las células anexas o no existen o se confunden con las células epidérmicas vecinas. Típico de ranunculáceas.

*Complejo Anisacítico: o de células irregulares, presentan tres células anexas una de las cuales es más pequeña que las otras dos. Típica de crucíferas.

*Complejo diacítico: o de células atravesadas, formada por dos células anexas que rodean a las células oclusivas de modo que sus paredes hacen contacto y estas paredes hacen un ángulo recto o perpendicular a las células oclusivas.

*Complejo paracítico: o de células paralelas, varias células anexas que se disponen paralelamente a las células oclusivas. Típicas de rubiáceas.

En monocotiledóneas el complejo estomático se denomina Actinacítico, las células anexas se encuentran formando una cadena radiada alrededor de las células oclusivas.

TRICOMAS: son pelos que se forman a partir de la protodermis de una célula llamada tricoblasto, y para la formación de los pelos puede ocurrir que los tricoblastos se alarguen o que se dividan y así encontramos distintos tipos de tricoma o pelo. Los tricomas los encontramos en todas las partes de la planta y con diversas funciones:

–Función de protección frente a la iluminación excesiva, frente a los cambios de temperatura y frente a la evaporación excesiva.

–Función de soporte, como en el caso de las plantas trepadoras.

–Función de secreción, con pelos glandulares, puede secretar sustancias de protección o perfume para atraer a los insectos polinizadores.

–Función de absorción de agua, con pelos llamados radicales.

Distintos tipos de tricomas:

–Tricomas no glandulares.

–Tricomas glandulares.

–Pelos radicales.

Tricomas no glandulares: presentan una función en el crecimiento primario desconocida pero parece que son pelos de protección y además previenen la pérdida de agua. Pueden ser:

–Unicelulares: derivan de un tricoblasto que se ha alargado. Tipos:

*Papilas con forma cónica o de papila y que aparecen en los pétalos.

*Alargadas simples con forma más o menos ciliforme.

*Alargadas enrolladas: presentan su porción terminal en forma de hélice.

*Ramificadas: se ramifican sin perder sus características unicelulares.

*Estrelladas o con forma de estrella.

–Pluricelulares (derivan de los tricoplastos por mitosis). Pueden ser:

*Simples: una única fila de células.

*Ramificados: con una o varias plumas.

La forma de los pelos glandulares sirve para realizar estudios taxonómicos ya que cada planta tiene un pelo característico. Ejemplo: la ortiga tiene un pelo urticante, formado por una base pluricelular envuelta en carbonato cálcico y una célula urticante envuelta en sílice. Esta diferencia de envolturas provoca la fractura del pelo.

Entre los tricomas glandulares distinguimos:

–Pelos radicales: proyecciones de las células epidérmicas, se pensaba que era por donde las raíces absorbían el agua, pero hoy se sabe que el flujo del agua es igual en los pelos radicales que en el resto de la epidermis y la función de los pelos radicales es el aumento de la superficie de absorción. Además los pelos radicales favorecen la captación de agua a larga distancia. El pelo se origina a partir de un tricoblasto que es normalmente más pequeño que las células epidérmicas vecinas. El tricoblasto se alarga por la zona de la pared más delgada. La célula se vacuoliza y el núcleo se relaja a la porción terminal, formándose así el pelo radical. Además estas células secretan sustancias mucilaginosas que tienen un papel amortiguador durante el rozamiento que sufre el pelo al penetrar en la tierra.

HIPODERMIS: Formada por una o varias capas de células que se sitúan debajo de la epidermis. Las células hipodérmicas no se originan de la protodermis sino por diferenciación de las células más externas del parénquima cortical.

ENDODERMIS: Es la capa más interna de la corteza, se presenta solamente en todas las raíces y en algunos tallos, formada por una única capa de células de aspecto hipodérmico. Su función es proteger al cilindro vascular. Está formada por dos tipos de células:

–Unas células que presentan un engrosamiento parcial de su pared y este engrosamiento en forma de U se debe a depósitos de lignina y suberina. La función es no permitir la entrada de agua al cilindro. Este engrosamiento de la pared se llama Estría de Caspary.

–Entre estas células encontramos las células de paso que presentan una pared delgada y permiten el paso de sustancias de la corteza al cilindro central.

PERIDERMIS: Este tejido se origina del cambium suberoso o felógeno, éste se diferencia del cambium vascular por estar formado por un sólo tipo de células, las cuales se dividen periclinalmente formando filas de células radiales hacia el exterior originando la llamada súber, corcho o feloma, y hacia el interior generando felodermis.

Las células de súber son células que en su madurez se suberifican y por tanto mueren, son células prismáticas que no dejan espacios intercelulares entre ellas y su función es controlar la transpiración y evitar la penetración de hongos y parásitos. El felógeno está formado por células parenquimáticas, células vivas y que presentan células no suberificadas. En cada crecimiento estacional el felógeno produce un número desigual de células de súber y de felodermis. Además cada año se van a formar 20 capas de súber y una o dos capas de felodermis. En árboles se originan diferentes felógenos y por ello llamamos ritidoma al conjunto de tejido que

queda aislado por la actividad del felógeno. Llamamos cabeza secundaria al conjunto de tejidos que queda en el exterior del cambium vascular, como el floema primario y floema secundario, el córtex y la peridermis, forman la cabeza secundaria.

Lenticelas: aberturas o poros de forma lenticular en donde encontramos células parenquimáticas que se abren camino entre el resto de los tejidos. Estas células permiten el paso del aire y gases, y la expulsión de vapor de agua. El meristemo que forma estas células es el mismo que forma el súber, es el felógeno que en determinados puntos de su recorrido produce hacia afuera una determinadas células sin suberificar, éstas empujan a la epidermis y la desgarran, realizándose esto justo debajo de un estoma. Destruyen la epidermis formando un poro.

TEMA 8: TEJIDOS GLANDULARES

Los tejidos glandulares están ampliamente localizados en la planta y atendiendo a su posición, encontramos unas estructuras secretoras externas, dentro de las cuales encontramos los tricomas glandulares, los nectarios, los osmóforos y las hidetodos.

Dentro de las estructuras secretoras internas, tenemos: idioblastos, las cavidades secretoras y los laticíferos.

TRICOMAS GLANDULARES: pueden ser uni o pluricelulares, en los últimos formado por un pedúnculo o una cabeza uni o pluricelular. Es la cabeza la que constituye la porción secretora. Pueden secretar aceites volátiles, resinas, gel y mucílagos, y el paso de estas sustancias al exterior se puede realizar por permeabilidad por poros o por cutina. Ejemplo: en plantas insectívoras que secretan mucílagos que atrapan a los insectos y enzimas digestivas que los destruyen.

NECTARIOS: pueden ser superficies glandulares o glándulas especializadas. Si son superficies glandulares puede ser la epidermis la secretora o serlo células que se sitúan debajo de la epidermis. Secretan néctar líquido y azucarado que sirve para atraer a los insectos. Pueden ser:

- Nectarios florales, situados en las flores.

- Nectarios extraflorales, que se encuentran en las partes vegetativas.

OSMOFOROS: glándulas que producen el olor de las plantas mediante la secreción de aceites volátiles. Pueden ser células epidérmicas o células situadas debajo de las células epidérmicas.

HIDETODOS: segregan una solución acuosa que puede poseer sustancias orgánicas e inorgánicas y por ello regulan el agua de la planta. Formadas por una epidermis, una epidermis formada por células parenquimáticas con grandes espacios intercelulares, que permiten el paso del xilema hasta la epidermis, que varían formados por células suberificadas y por xilema.

IDIOBLASTOS: Son células secretoras con múltiples formas: alargadas, isodiamétricas, formando sacos o tubos y pueden ser ramificadas o no. Estas células contienen diversas sustancias como cristales o aceites.

CAVIDADES SECRETORAS: canales que contienen diversas sustancias como gomas, mucílagos o resinas. Ejemplo: conductos resiníferos típicos de coníferas y distribuidas por todas las plantas. Estos conductos son tubos rodeados por células. Estas células segregan el contenido al interior de la cavidad.

LATICIFEROS: células o grupos de células que segregan un líquido llamado látex. Encontramos dos tipos:

- No articulados: o células laticíferas que se forman por crecimiento de células individuales. En algunas plantas estas células laticíferas se dividen. Son células sin tabicación y se convierten en células

multinucleadas.

–Articulados: constan de una cadena longitudinal de células que pueden permanecer intactas o pueden perforar sus paredes transversales mediante vasos. En su interior hay un látex líquido lechoso cuya función no se conoce, se pensó que era material nutritivo, de reserva o de defensa por su mal sabor. Contenía subproductos del metabolismo y por ello su función más probable es que sea el sistema excretor de la planta.

TEMA 9: ÓRGANOS VEGETATIVOS

RAIZ:

MORFOLOGÍA: es la primera de las partes embrionarias que surge de la semilla con forma alargada y geotropismo positivo.

FUNCIÓN: fija la planta al suelo y es la encargada de absorber el agua y las sustancias alimenticias. Hay raíces con función de almacenamiento de sustancias de reserva (zanahoria). Constituye la porción inferior de la planta y se desarrolla normalmente por debajo de la superficie del suelo, también hay raíces aéreas, raíces de plantas acuáticas.

ORIGEN DE LAS RAICES: existen dos tipos que se diferencian por el origen:

–Raíces primarias: que pueden tener su origen en el meristemo apical radical y que forma la raíz principal. Puede tener su origen en la endodermis o periciclo y forma las raíces laterales.

–Raíces secundarias: o adventicias se pueden formar de otros tejidos internos de la raíz o bien del tallo.

En la naturaleza las gimnospermas y la mayoría de dicotiledóneas presentan raíces primarias (raíz principal y secundarias), las raíces laterales se pueden ramificar y se llaman raíces de primer orden, de segundo orden y de tercer orden. Monocotiledónea y algunas dicotiledóneas presentan siempre raíces adventicias.

Todos los tallos pueden presentar raíces adventicias, pero sólo por la manipulación del hombre, en la naturaleza no.

ESTRUCTURA: la estructura interna de la raíz es simple con relación a la del tallo, debido a tres factores:

–Gran uniformidad del hábitat subterráneo con respecto al aéreo.

–Falta de nudos y entrenudos debido a que no presentan hojas.

–Retención de las características estructurales primitivas, ya que su evolución filogenética está retrasada con respecto al tallo.

ESTRUCTURA PRIMARIA DE LA RAIZ: La raíz está formada por una epidermis, un córtex y un cilindro vascular central, protegidos por el tejido llamado cofia o caliptra.

–Cofia o caliptra: situada en el exterior de la raíz, protege el meristemo radicular y ayuda a que la raíz en crecimiento penetre en el suelo. La cofia está formada por células parenquimáticas vivas y estas van a segregar un mucopolisacárido, excretado a través de la pared, con función lubricante. En la cofia encontramos las células estancocistes, que contienen estancocisnos que son granos de almidón. Estos granos se sitúan en la parte interior de las células. Se cree que están implicados en el control del crecimiento geotrópico de la raíz, son la responsables de transmitir el impulso gravitatorio.

La cofia está formada por células que se están produciendo continuamente y se forman a partir del meristemo radicular. La cofia se encuentra en todas las raíces excepto en las plantas parásitas y en plantas acuáticas donde la cofia degenera pronto en el desarrollo.

–Epidermis o rizodermis: estas células epidérmicas tienen paredes delgadas y carecen de cutina por lo general. Carecen de estomas y presentan pelos radicales. Generalmente es uniseriado (sólo una capa de células), pero también hay epidermis en raíces aéreas que eran multiestratificadas y se llaman velamen, el cual está formado por un grupo de varias capas de células epidérmicas que en la madurez están muertas, son de paredes muy gruesas y se disponen de manera compacta.

–Corteza: va a estar formada generalmente por células parenquimáticas, es el caso de dicotiledóneas y gimnospermas, pero en monocotiledóneas además presentan esclerénquima. La corteza en raíces es más ancha que en el tallo. Las células parenquimáticas no presentan cloroplastos pero en raíces de plantas acuáticas y en raíces aéreas, si los presentan. Podemos encontrar en el córtex células secretoras, laticíferas y conductos resiníferos. En las raíces nunca hay colénquima.

–La capa más externa de la corteza es la exodermis que posee tejido protector subepidérmico, formado por una o dos capas de células que suberifican la pared. La capa más interna del córtex es la endodermis.

–Cilindro vascular central: formado por tejidos vasculares y por parénquima asociado, y rodeando al cilindro vascular y parénquima hay una capa de células denominadas periciclo. El periciclo está formado por células parenquimáticas de paredes delgadas. En la mayoría de monocotiledóneas es monoseriada y en gimnospermas consta de varias capas de células. Las células del periciclo conservan su actividad meristemática y originan los primordios de la raíces laterales y originan el felógeno y parte del cambium vascular en plantas con crecimiento secundario.

–Disposición de haces vasculares en raíces primarias:

En la raíz los cordones de xilema y floema se disponen en igual número y alternos. Los cordones de floema siempre aparecen separados y se concentran en la periferia vascular. Los cordones de xilema pueden estar aislados o extendiéndose hacia el centro del cilindro. Dependiendo del número de cordones hay cuatro tipos de raíces:

*Raíces con dos cordones de xilema: diarcas.

*Raíces con tres cordones de xilema: triarcas.

*Raíces con cuatro cordones de xilema: tetarcas.

*Raíces con mas de cuatro cordones de xilema: poliarcas.

Gimnospermas y dicotiledóneas tienen pocos cordones de xilema. Las monocotiledóneas son poliarcas.

–Disposición del xilema: en la raíz el protoxilema se encuentra en la periferia (xilema exarco).

En el tallo los vasos o tráqueas son más grandes cuanto más cerca del procambium, y más pequeños más lejos de éste.

–Formación de la raíces laterales: En criptógamas vasculares las raíces laterales se forman a partir de la endodermis, una célula de la endodermis situada frente a un haz xilemático se empieza a dividir y forma el primordio de la raíz lateral. Este primordio penetra en el córtex y sale al exterior. En el caso de las fanerógamas, se origina del periciclo de las raíces laterales. Así una célula de periciclo se divide

tangencialmente originando tres células que originan los distintos de tejidos.

La formación de raíces laterales es una formación endógena a partir de tejido interno de la raíz, pero la formación en el tallo de hojas y ramas es a partir del meristemo apical caulinar y es una formación por vía exógena.

Existen dos teorías:

*Que las raíces laterales secretan sustancias que digieren células de la epidermis y corteza a medida que avanzan.

*Que en una penetración mecánica, empujan a las células vecinas.

CRECIMIENTO SECUNDARIO DE LA RAIZ: Las monocotiledóneas no presentan crecimiento secundario, sólo en la raíz principal y laterales de dicotiledóneas y gimnospermas, e incluso en éstas no hay crecimiento secundario en las ramificaciones más pequeñas.

Lo primero que ocurre es la diferenciación del cambium vascular a partir del procambium, el cual se presenta también formando células indiferenciadas entre xilema y floema.

En el caso de una raíz tetraarca, formada por cuatro bandas independientes, estas bandas de procambium se diferencian a cambium vascular, y posteriormente las células del periciclo enfrentadas al protoxilema se transforman en células cambiales, y el cambium vascular adquiere una forma continua y lobulada.

El cambium vascular empieza a originar xilema secundario hacia el exterior, desplazando a las células cambiales hacia la periferia. La formación del xilema secundario hace que el cambium adquiera una forma cilíndrica. El cambium sigue su actividad originando floema secundario y xilema secundario y ahí se va formando la estructura secundaria de la raíz, muy similar a la del tallo. Sin embargo, hay cuatro diferencias:

- En la raíz hay una mayor proporción líber/leña.
- En la raíz encontramos anillos de crecimiento que no son muy patentes.
- En la raíz hay menos cantidad de fibras de esclerénquima.
- En la raíz de dicotiledóneas las tráqueas son más grandes y uniformes.

TALLO:

Eje principal de la planta, sirve de soporte a diferentes órganos, tanto a hojas y ramas que constituyen la fase vegetativa como a flores e inflorescencias que constituyen la fase reproductiva. Los tallos se forman a partir a partir de meristemos primarios y el meristemo apical caulinar, también llamado del brete, origina los tejidos primarios de los primordios de las hojas y de los brotes laterales. Los primordios de las hojas se sitúan laterales y debajo del ápice, experimentan un rápido crecimiento y sobrepasan al meristemo apical dándole así su protección. Los primordios de los brotes laterales se van a encontrar más alejadas del ápice. En el tallo vamos a encontrarnos en el meristemo primario con el meristemo intercalar, que se encuentra en la base de los entrenudos y por ello es el responsable del crecimiento progresivo del tallo.

ESTRUCTURA PRIMARIA DEL TALLO: Encontramos una epidermis originada del meristemo protodermis, con tejidos vasculares, que se originan a partir del procambium y se forma por tejido fundamental que se origina a partir del meristemo fundamental. Los tallos los diferenciamos por la cantidad relativa y la disposición de los tejidos vasculares. En los tallos primarios, los tejidos vasculares se disponen

frecuentemente en forma de haces, y derivan del tejido fundamental. Estos haces vasculares limitan una zona externa llamada corteza y una zona interna llamada médula.

–Epidermis: en tallos primarios, formada por una sola capa de células que presentan cutinas y ceras. En la epidermis del tallo también hay estomas aunque en menor número que en las hojas, y diferentes tipos de tricomas.

–Corteza: se encuentra debajo de la epidermis, formada por células parenquimáticas de paredes finas con función fotosintética o almacenamiento de sustancias. A diferencia de la raíz, los tallos pueden presentar tejido colenquimático, el cual se sitúa debajo de la epidermis.

–Sistema vascular: está debajo de la corteza y está formado por los haces vasculares y por células parenquimáticas. En el tallo no encontramos células del periciclo como en el caso de la raíz. Los haces vasculares se van a presentar independientes y con una disposición característica de cada planta. Dependiendo de la disposición de los haces los podemos dividir en:

*Haces colaterales: El floema se sitúa en la parte exterior y el xilema en la interna. Estos haces colaterales pueden ser abiertos si entre el xilema y el floema hay células indiferenciadas que pueden transformarse en células cambiales del cambium vascular, o pueden ser colaterales cerrados si entre el xilema y el floema hay células indiferenciadas que no provocan cambios en el vegetal.

*Haces bicolaterales: donde existe floema a ambos lados del xilema. Pueden ser abiertos, como en la calabaza, o cerrados, como en alguna monocotiledóneas.

*Haces anfibasales: haces concéntricos donde el xilema rodea al floema.

*Haces anficribales: el floema rodea al xilema.

Alrededor de los haces vasculares hay un casquete de células de esclerénquima.

Estos haces vasculares varían su disposición dependiendo del tipo de plantas: puede ser transversal o longitudinal.

1. En criptógamas vasculares se presenta un único haz vascular que ocupa el interior del tallo. Los tallos carecen de médula y el xilema formado por traqueidas está rodeado de floema. Existe un tipo llamado anficribal que presenta ramificaciones dicótoma.
2. Pteridófitos actuales: presentan un haz vascular único en forma de cilindro hueco. Presenta médula en el interior de este cilindro y en corte longitudinal se observa cómo a partir de este cilindro salen las ramificaciones de las hojas y los haces vasculares.
3. Monocotiledóneas: los haces vasculares se encuentran dispersos en el tallo y de manera desordenada. Puede existir una zona central más o menos pequeña de médula, y en sección longitudinal vemos cómo los haces presentan un trayecto recto que se tuerce para formar los haces vasculares de las hojas. Los haces vasculares más externos son más pequeños.
4. Dicotiledóneas: se observa en sección transversal un conjunto de haces que forman un círculo. En sección transversal estos haces son independientes, pero en sección longitudinal los haces permanecen independientes un corto espacio y luego se ramifican y fusionan unos con otros. Los haces forman un retículo.
5. Coníferas: tienen una estructura parecida a las dicotiledóneas, con haces vasculares formando un cilindro, y en sección longitudinal se observa que los haces son independientes y que presentan un trayecto en zigzag. A

esta estructura se le llama simpodio. Se observa un desplazamiento de los haces hacia el exterior de la planta, y este desplazamiento se supone que favorece la resistencia de la planta a los agentes externos.

ESTRUCTURA SECUNDARIA DEL TALLO: El crecimiento secundario en espesor se origina a partir del cambium vascular, el cual procede de la diferenciación de las células del procambium, y como este se encuentra en forma de bandas independientes, al diferenciarse forma el cambium fascicular.

El cambium vascular en crecimiento secundario es continuo porque el cambium fascicular esta unido por el cambium interfascicular. El cambium interfascicular se origina a partir de células parenquimáticas que se encuentran en la corteza.

En el tallo el cambium también forma un cilindro continuo y aparece en la planta en el primer año de su vida. Origina xilema secundario hacia el interior y floema secundario hacia el exterior.

En los años siguientes, se forma más xilema secundario y floema secundario. El xilema secundario siempre forma un cilindro continuo y el floema secundario se adapta al crecimiento en grosor de la planta y tiene formación de triángulos invertidos.

Los radios de floema secundario darán la anchura del cambium en el momento del crecimiento.

En el caso de crecimiento secundario en las gimnospermas, el xilema secundario es homogéneo. En las dicotiledóneas herbáceas el xilema que presentan es homogéneo ya que es el cambium fascicular el que origina vasos y el interfascicular el que origina fibras. En este caso, aparecen en el xilema secundario los radios parenquimáticos, unas zonas de vasos encargados de la conducción del agua, y fibras encargadas del sostén de la planta.

Las monocotiledóneas no tienen crecimiento secundario pero existen excepciones. El crecimiento secundario no se produce a partir del Cambium vascular, sino de células parenquimáticas, y forma un cilindro alrededor de los haces.

HOJA:

MORFOLOGÍA: es el primer órgano fotosintético de la planta. Presenta tres regiones:

–Limbo: normalmente es una expansión laminar y, con frecuencia, delgada.

–Pecíolo: porción que une el tallo al limbo.

–Base foliar: es una vaina que envuelve al tallo o una serie de apéndices en la base del pecíolo llamados estípulas.

La hoja va a tener dos caras: lado superior o Adaxial, que forma el haz, y lado inferior o abaxial que forma el envés. La hoja varía en su estructura interna y esta variación depende del grupo taxonómico y adaptación evolutiva de las hojas.

HOJAS DE ANGIOSPERMA: Encontramos en el limbo tres tejidos:

–Epidermis: presentan dos caras diferentes, una cara superior donde la epidermis presenta células muy cutinizadas y de paredes gruesas y suele carecer de estomas. En el lado inferior se encuentran los estomas.

–Mesófilo: formado por células parenquimáticas que presentan cloroplastos y están encargados de la fotosíntesis. El parénquima puede ser parénquima en empalizada, formado por células juntas y sin espacios

intercelulares, y formado por parénquima lagunar.

–Tejido vascular: en las hojas se llaman nervios. Generalmente hay un nervio central que se ramifica para dar nervios laterales. En los tejidos vasculares el xilema va hacia el haz y el floema hacia el envés. En la ramificaciones pequeñas, sólo encontramos traqueidas. El xilema en el nervio central está formado por traqueidas, traqueas, fibras de esclerenquima,... A medida que va creciendo, se va haciendo más simple y sólo aparecen tráqueas.

HOJAS DE GIMNOSPERMAS: Tienen forma de aguja o acicular. Presentan una organización primitiva e interior formada por una epidermis de células muy cutinizadas y de paredes engrosadas. Los estomas aparecen hundidos. Debajo de la epidermis hay una o dos capas de células muy engrosadas que constituyen la hipodermis, debajo de la cual está el mesófilo. El mesófilo está formado por un sólo tipo de células parenquimáticas, células muy lobuladas con costillas laterales. En el centro de la hoja hay tejidos vasculares protegidos por la endodermis. Encontramos un tejido de transfusión que conecta con el xilema y el floema, formado por células parenquimáticas y por traqueidas, células para ayudar al transporte de agua al interior de la planta. En el interior los haces vasculares se dirigen, el xilema hacia el haz y el floema hacia el envés. El tejido de transfusión, formado por células parenquimáticas de células no lignificadas y por traqueidas que presentan paredes lignificadas y punteaduras lignificadas.

TEMA 10: ÓRGANOS REPRODUCTORES

FLORES:

Son órganos que se forman en el brote durante la fase reproductiva de la planta. Está formada por un pedúnculo, a través del cual penetran los haces vasculares. Este pedúnculo se ensancha en el ápice para formar el receptáculo o Tálamo y en él se insertan el resto de las partes florales.

Las partes florales:

–Partes estériles: son los sépalos, cuyo conjunto forma el cáliz. Los pétalos, cuyo conjunto forma la corola. El conjunto de cáliz y corola se denomina perianto, y sirve para proteger a la parte reproductora de la flor.

–Partes reproductoras: formadas por estambres cuyo conjunto forma el androceo y por el pistilo cuyo conjunto forma el gineceo. En el androceo se realiza la microesporogénesis, la formación de microesporas masculinas que forman el polen. En el gineceo se origina la macroesporogénesis, que es la formación de macroesporas o esporas femeninas.

HISTOLOGÍA DE SÉPALOS Y PÉTALOS:

–Epidermis: tiene una epidermis adaxial y otra abaxial de células de poco espesor y poco cutinizadas. Entre estas células aparece otra que contiene aceites volátiles responsables del olor característico. Son los osmóforos.

–Mesófilo: de parénquima, que en el caso de los sépalos contiene cloroplastos y en el caso de los pétalos contiene cromoplastos. Estos almacenan carotenoides, y éstos, junto con pigmentos disueltos en el jugo celular, son responsables de los colores.

–Sistema vascular: generalmente es muy simple, presentando la mayor parte de las veces un sólo haz vascular que carece de esclerenquima de protección.

HISTOLOGÍA DE LOS ESTAMBRES (ANDROCEO): Los estambres están formados por un filamento y por una antera que descansa en un extremo. El filamento está formado por epidermis que generalmente está

cutinizada y donde pueden verse estomas y tricomas. El tejido fundamental son células parenquimáticas que contienen muchas vacuolas y que dejan pocos espacios intercelulares entre ellas. Las partes más centrales del filamento tienen un único haz vascular. La antera es un cuerpo alargado que se inserta en el filamento, presenta una gran invaginación que la divide en dos lóbulos. En cada lóbulo encontramos dos sacos polínicos, que a su vez pueden estar separados por una pequeña invaginación. La antera está recubierta por una epidermis llamada exotecio, debajo de la cual se encuentran unas células que forman el endotecio. Las células del endotecio son las encargadas de la apertura o cierre de los lóbulos. Cada uno de los sacos polínicos está rodeado de un tejido de células polinucleadas que constituyen el tapete. Estas células sirven para nutrir a las células madres del grano de polen y a las microesporas en desarrollo.

MICROESPOROGÉNESIS: Al principio del desarrollo, cuando la antera es joven, está formada por tejidos parenquimáticos muy homogéneos recubiertos de una epidermis. En el desarrollo más tardío aparece el haz vascular y por él aumenta el desarrollo en cada una de las esquinas de la antera. Aparece un grupo de células llamada arquesporio, las cuales sufren divisiones periclinales que van a originar hacia la parte exterior la capa exterior primaria y hacia el interior origina la cepa esporogénica primaria. La capa parietal primaria origina el endotecio y el tapete.

La capa esporógena primaria origina la célula madre de los granos de polen. Estas células madre de las microesporas (esporocitos) se dividen meioticamente y originan cuatro microesporas. Durante la formación de microesporas éstas segregan una serie de sustancias líticas que destruyen las paredes celulósicas y las células del tapete.

Estas células madre se comunican unas con otras mediante conexiones protoplasmáticas facilitando la sincronía durante la maduración. Cada célula madre origina cuatro microesporas. Estas pierden las conexiones protoplasmáticas y se recubren de una capa de calosa. Para la formación del grano de polen a partir de las microesporas ocurren dos cosas:

- Las microesporas se recubren con una cubierta de protección.

- Su núcleo se divide.

Para recubrir la cubierta de proteínas acumulan microfibrillas de calosa sobre la celulosa, formando la Capa Primexina. La primexina se transforma por acción de la sustancia llamada esporopolenina en una capa muy dura y muy resistente que proporciona impermeabilidad a la espora. La transformación de las dos capas origina la capa más externa del grano de polen llamada exina. La calosa desaparece y se depositan nuevas capas de células para formar la intina.

Para la formación del grano de polen el núcleo se divide y así cada uno de los núcleos de la microespora se divide por mitosis para originar una célula vegetativa y una célula generativa. La célula generativa se vuelve a dividir por mitosis para originar dos gametos. El grano de polen no es una célula, sino que son tres células, es decir, dos gametos con núcleo y una membrana plasmática alrededor, y una célula vegetativa con núcleo y su citoplasma forma el resto del grano de polen.

HISTOLOGÍA DEL GINECEO: El gineceo es el conjunto de los órganos femeninos de la planta, formado por uno o dos carpelos, siendo el carpelo una hoja modificada que se pliega sobre sí misma de manera que la cara interna de la hoja es la cara exterior del carpelo. Los dos márgenes de esta hoja se unen para dar una cavidad cerrada. Encontramos una base ensanchada, que es el ovario, un tubo que es el estilo, y una abertura llamada estigma.

Los bordes del carpelo, al unirse, forman un tejido llamado placenta. La placenta es doble, una por cada borde, y sobre las placentas se insertan los rudimentos seminales. En el rudimento seminal se forma el gametófito femenino. El rudimento seminal se une a la placenta por un pedúnculo llamado funículo.

Histología del estilo y el estigma: presentan características morfológicas y fisiológicas especiales porque pueden entrar en el tubo polínico. El estigma presenta una epidermis glandular y presentan pelos cortos y numerosos o largos y ramificados. Es frecuente que las células epidérmicas se prolonguen formando papilas recubiertas de cutícula y segregan una sustancia viscosa para que se peguen los granos de polen. Si el polen que llega al estigma no es de esa planta, esa sustancia también interviene en fenómenos de rechazo. El estilo presenta una epidermis parecida a la del ovario, es decir, epidermis exterior e interior y un tejido parenquimático que se llama tejido de transmisión ya que ayuda a la entrada del tubo polínico hacia el rudimento seminal. En el ovario encontramos dos epidermis en donde la capa exterior presenta células más grandes y con estomas. Entre la epidermis encontramos tejido parenquimático y, además, en el eje de esa hoja carpelar encontramos el tejido vascular.

RUDIMENTO SEMINAL: (Formación del gametófito femenino) El rudimento seminal está formado por dos tegumentos, uno externo y otro interno que se unen a la placenta por el funículo. La extremidad libre de los tegumentos se llama calaza. Una célula madre de la Nucela se va a diferenciar en células madre de la microespora y por ello consideramos a la nucela como un macroesporangio. En el rudimento seminal se forma el saco embrionario o gametófito femenino. Este proceso se llama macroesporogénesis.

Durante la macroesporogénesis, en la nucela se diferencian células que son las células tegumentarias (que originan los tegumentos) y otras células que son las células fértiles. Las células fértiles se diferencian bien por presentar un núcleo y citoplasma grande, más grande que las células tegumentarias.

Las células fértiles son las células madre de las macroesporas. El número de estas células madre varía pero cada rudimento seminal se divide meioticamente en cuatro macroesporas. A veces antes de la división meiótica la célula madre se divide para dar unas células madre propiamente dichas, y unas células llamadas células parietales. Las células parietales se dividen y empujan a la célula madre al interior de la nucela. Allí la célula madre se divide y sólo una de las cuatro macroesporas sobrevive. Esta macroespora se divide tres veces por mitosis y da lugar a ocho núcleos que es lo que constituye el gametófito femenino o saco embrionario.

En principio, la estructura del saco embrionario tiene cuatro núcleos, se disponen en el ápice macropilar y constituye el aparato tabular. Los otros cuatro núcleos se sitúan en el extremo opuesto y originan el aparato antipodal. Un núcleo de cada parte emigra hacia el centro del saco formando así los núcleos polares.

El resto de las células se rodea de membrana plasmática y pared primaria. En la estructura final del saco aparecen dos células llamadas células sinérgidas y entre ellas se forma la oosfera, en el centro de los dos núcleos polares cuyo citoplasma es el resto del saco embrionario. En la boca hay tres núcleos que forman las células antípodas.

Antes de la fecundación se produce la **GERMINACIÓN DEL GRANO DE POLEN**: Durante la germinación el grano de polen emite el tubo polínico, es una prolongación de la intina que crece a través de algunos pares de la exina. Durante este proceso de crecimiento el núcleo vegetativo se sitúa en el ápice del tubo y se cree que contribuye a su crecimiento. Le siguen las dos células espermáticas.

A veces el núcleo vegetativo va detrás de las células espermáticas, y a veces no existe, con lo que actualmente se considera que pueden no contribuir al crecimiento del tubo. Si el tubo polínico es muy largo no hay suficiente citoplasma el grano de polen para llenarlo por completo y por ello se forman unos tabiques de calosa que separan las zonas viejas, abandonadas por los núcleos.

FECUNDACIÓN: Comienza cuando el tubo polínico llega al estigma y atraviesa el estilo. El paso por el estilo se produce de dos maneras:

–Si el estilo es hueco el tubo polínico crece sobre las paredes que lo tapizan.

–Si el estilo es macizo, el tubo polínico segrega sustancias que hidrolizan las paredes de las células.

El tubo polínico llega a la cavidad ovárica y puede entrar por dos sitios: generalmente, por el micropilo y la fecundación se llama Porogámica, o puede entrar por la calaza y la fecundación es calazogámica. El núcleo vegetativo se une a veces a las células sinérgidas. El núcleo vegetativo se fusiona y degeneran, y con la destrucción del núcleo vegetativo el tubo polínico deja de crecer y se liberan los dos núcleos espermáticos. Uno de estos núcleos se une a la oosfera y se forma el cigoto diploide. El otro se une a los dos núcleos polares que previamente se han fusionado, y se forma una célula triploide que por sucesivas divisiones origina el endosperma cuya función es acumular reservas para nutrir al embrión. Tras la fecundación las células antípodas degeneran. La nucela generalmente es digerida y en raras ocasiones forma un tejido nutritivo llamado perisperma.

Las paredes del ovario se transforman para dar las paredes del fruto y el rudimento seminal origina las semillas, una vez formado el embrión.

DESARROLLO DE LA SEMILLA:

FORMACIÓN DE LOS TEGUMENTOS: Los tegumentos del rudimento seminal originan los tegumentos de la semilla, y en este caso el tegumento externo se denomina Testa y el interno Tegmen. Estos tejidos se vuelven secos y coriáceos. Sobre su superficie se encuentra una cicatriz llamada Hilio que marca punto de unión del rudimento con el funículo.

DESARROLLO DEL ENDOSPERMO: Es el tejido nutritivo que alimenta al embrión y a la joven plántula. Se origina por divisiones mitóticas del núcleo endospermico, que es la función de las células espermáticas. En este caso el núcleo endospermico es triploide y se llama endospermo secundario ya que en gimnospermas este núcleo endospermico es haploide. Se puede desarrollar de tres maneras:

–Endospermo nuclear: las divisiones mitóticas no van seguidas de la formación de tabiques. Los núcleos se disponen en la parte más externa y rodea a una gran vacuola.

–Endospermo celular: las divisiones mitóticas van seguidas de la formación de tabiques. El tejido es pluricelular.

–Endospermo helobial: en la mitosis se originan dos células desiguales en donde la más dorsal se divide repetidamente y la más ventral no presenta modificaciones.

DESARROLLO DEL EMBRIÓN: A partir del cigoto, en la primera división se forman dos células. La célula más ventral origina el embrión y la célula más dorsal origina una estructura llamada suspensor.

La función del suspensor es agarrar el embrión a la cubierta de la semilla. El suspensor se divide varias veces y la célula más dorsal presenta mayor tamaño y se llama célula basal.

La célula que origina sufre una primera división transversal, otra longitudinal y otra división periclinal que origina un embrión octocelular.

Estas células se vuelven a dividir y de las ocho células más exteriores se forma la epidermis. También de estas células exteriores se forma el eje hipocotilo y la caliptra. Las células interiores originan los tejidos internos. Además, algunas células del suspensor llamadas hipófisis contribuyen a la formación de las células iniciales de la raíz. En un estado más avanzado el embrión presenta forma de corazón, y en él podemos diferenciar el cilindro y la corteza.

En un estado más avanzado encontramos una zona de células de la raíz, cilindro central, la corteza y una zona

de células iniciales del tallo. A partir de aquí la planta se origina a partir de las células iniciales del tallo y de la raíz.

FRUTO:

Procede de la transformación de las paredes del ovario. Cuando hablamos de fruto hablamos de pericarpo. Una vez se haya producido la fecundación, los pétalos, estambres, estilo y estigma se desprenden y los sépalos permanecen. Durante la maduración el tejido pericarpo aumenta y aparecen más carpos: exocarpo, mesocarpo y endocarpo. El exocarpo y el endocarpo son tejidos epidérmicos y el mesocarpo es parénquima o esclerénquima. Si es parénquima los frutos son carnosos y si es esclerénquima los frutos son secos.