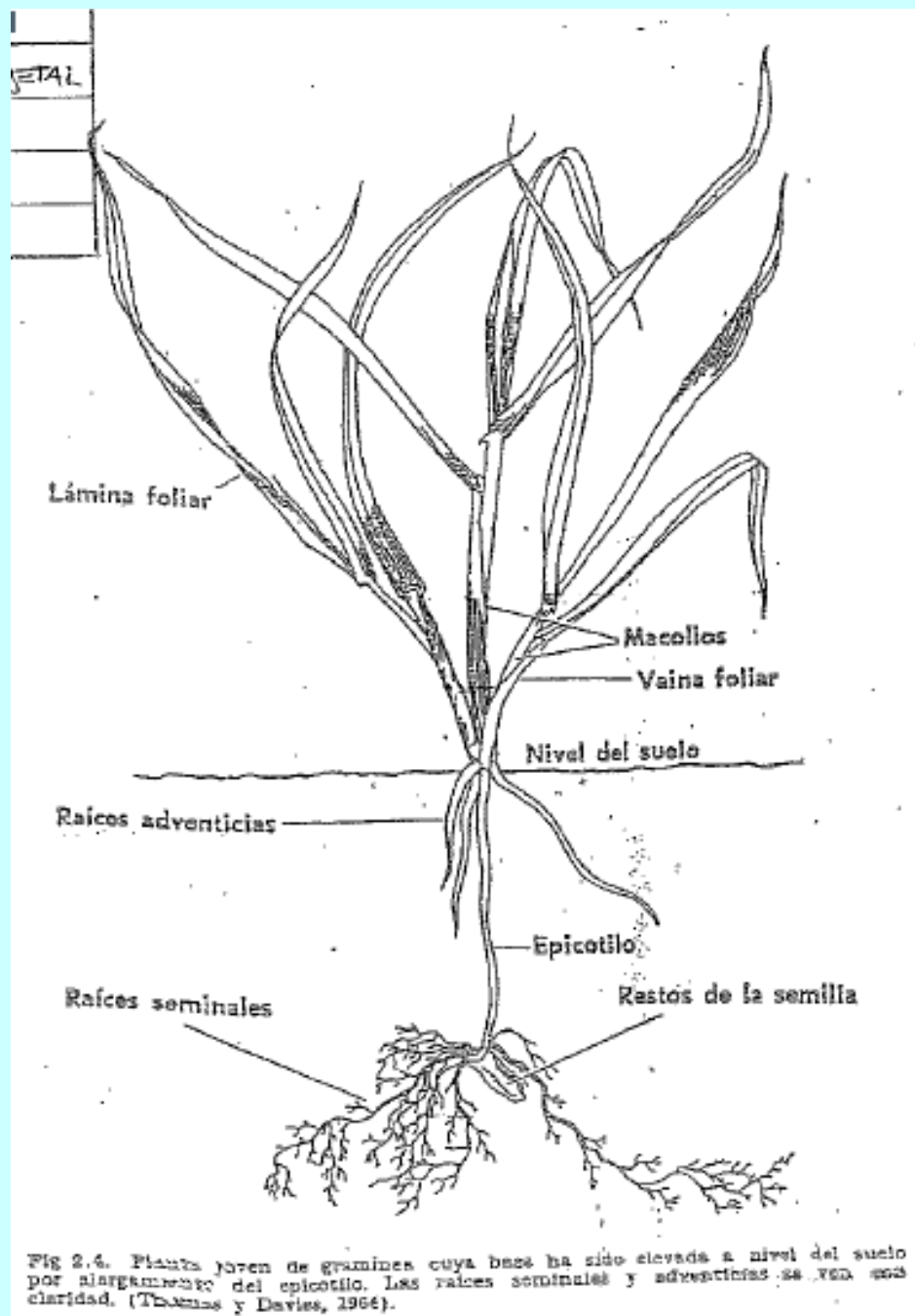


CRECIMIENTO





- Crecimiento
 - Definición, unidades.
 - Indeterminado (ápices)
 - Crecimiento determinado (hojas, frutos, ápices floración)
 - Zonas de crecimiento. Localización.
 - Meristemas: definición
 - Meristemas primarios (apicales): embrionarios
 - Meristemas secundarios
 - Meristemas intercalares
 - Meristemas laterales o marginales

Uno de los atributos más notables de las plantas y de todos los seres vivos, es la capacidad que poseen de crecer. La síntesis continua de sustancias, desde pequeñas moléculas hasta grandes y complejas estructuras, constituye el *crecimiento*. Este se lo puede definir como el aumento del protoplasma o el incremento de peso seco, fresco o de volumen irreversible que ocurre en un órgano o en la planta entera.

Meristemas: tejidos que conservan la capacidad de dividirse indefinidamente

1. MERISTEMAS APICALES

Caulinares

Radicales

2. MERISTEMAS LATERALES

Cambium

Felógeno

3. MERISTEMAS INTERCALARES

Base de los entrenudos

Base de las vainas

Base de la lámina

4. MERISTEMAS MARGINALES

Borde de las hojas

En las plantas anuales de floración terminal, la floración significa el fin de la actividad meristemática del ápice caulinar.

A summary of the events involved in the establishment of polarity in zygotes of the brown alga *Fucus*. (A) The zygote is polarized by an asymmetric stimulus from the environment, such as unilateral light. (B) A current flows (charged calcium ions move) through the polarized but still spherical zygote at the site at which the rhizoid will emerge, driven by Ca^{2+} uptake in the shaded half of the cell, from which the rhizoid will emerge. The current (Ca^{2+}) flows out on the opposite side. (C) Cell polarity becomes fixed when actin

microfilaments assemble at the site of rhizoid emergence and a cell wall is assembled around the zygote.

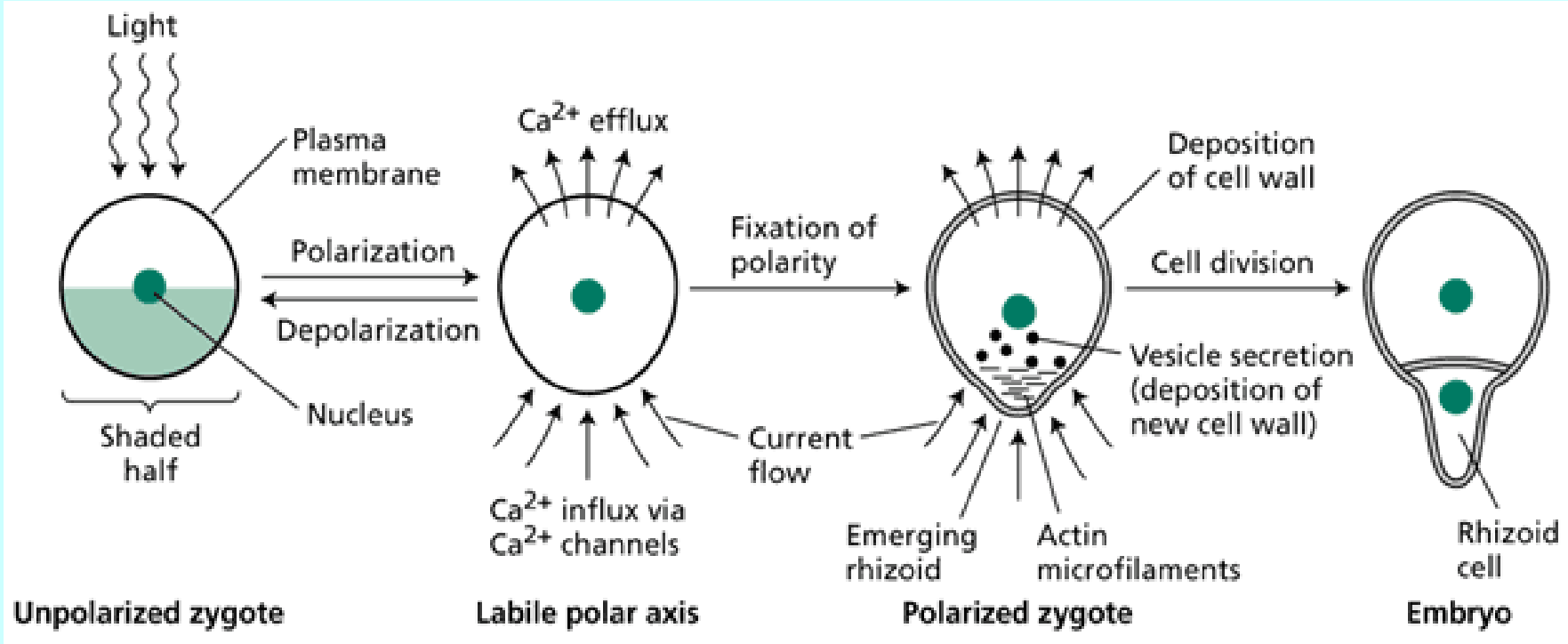
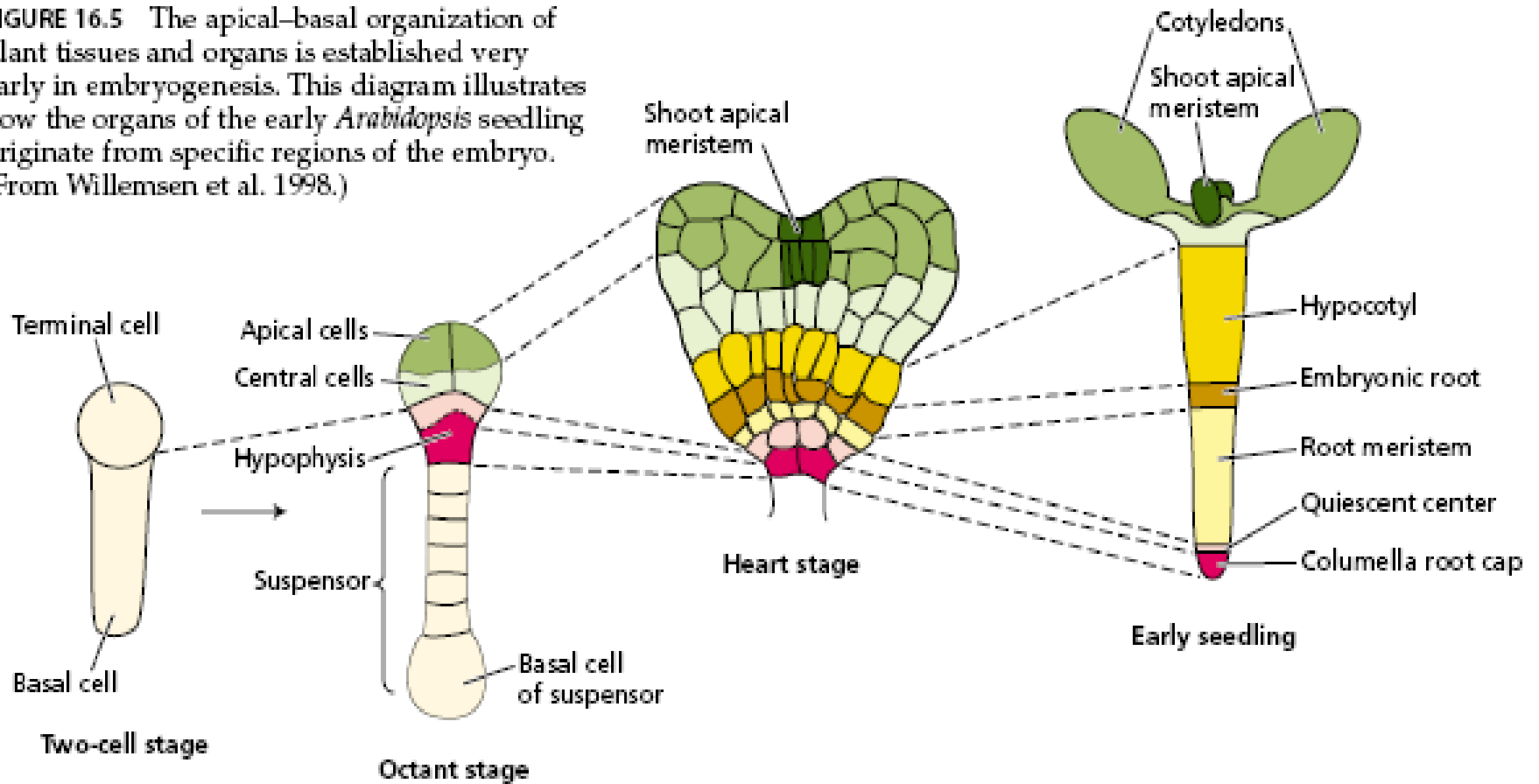
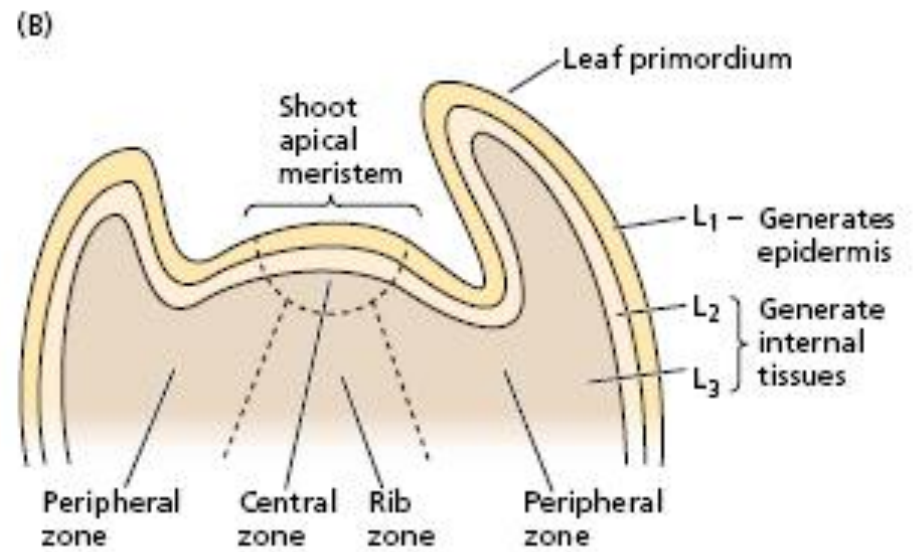
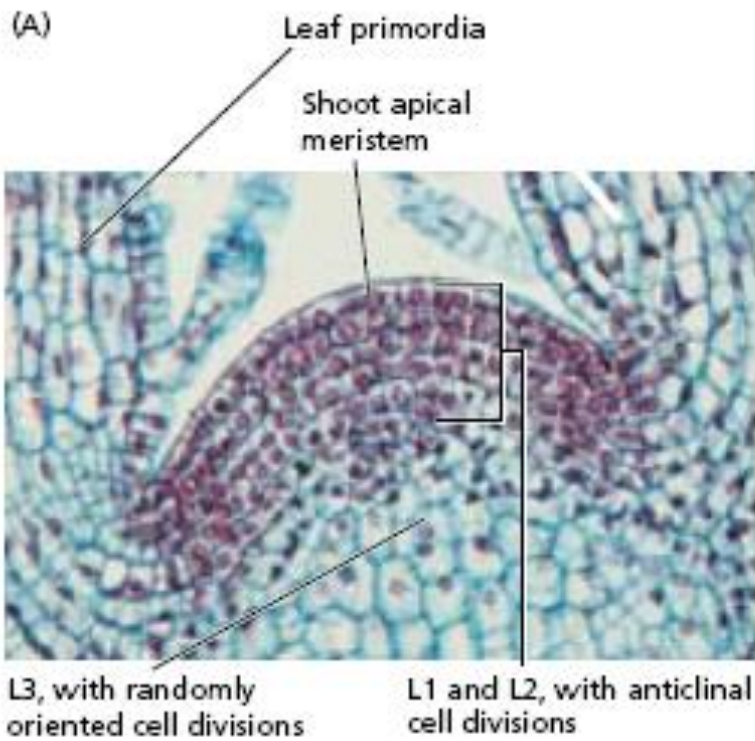


FIGURE 16.5 The apical–basal organization of plant tissues and organs is established very early in embryogenesis. This diagram illustrates how the organs of the early *Arabidopsis* seedling originate from specific regions of the embryo. (From Willemsen et al. 1998.)





Meristema: división periclinal o anticlinal

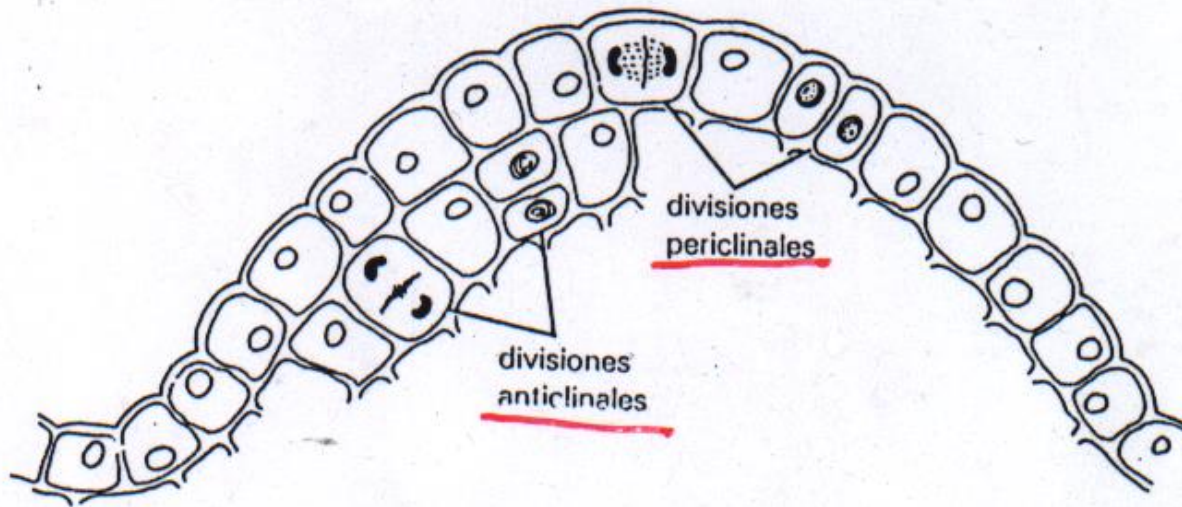


Figura 16-2 Relación de las divisiones anticlinales y periclinales en la punta del brote.

(MERIST.)

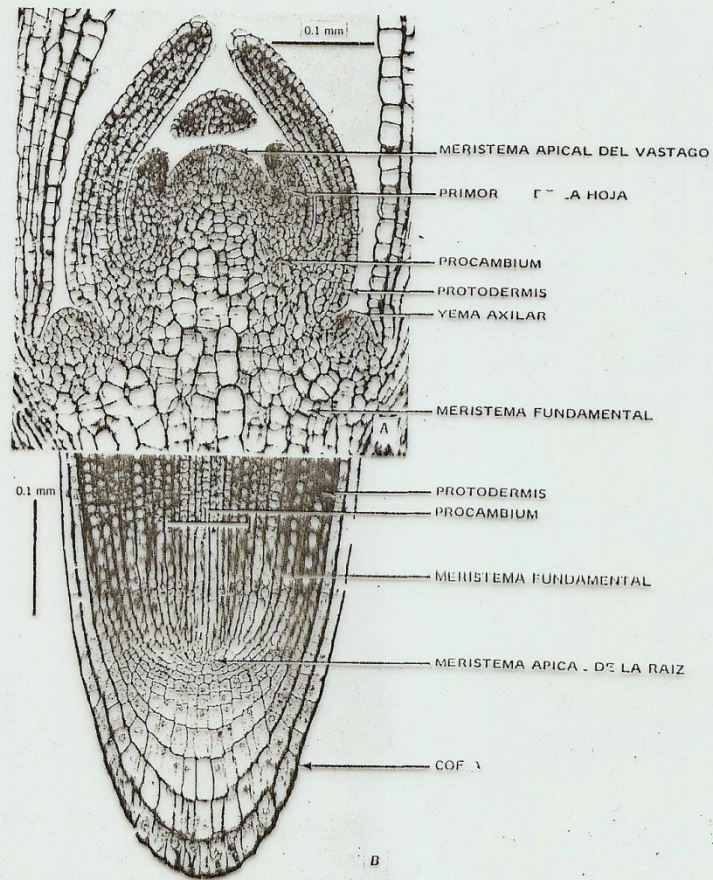


Figura 2.3. Punta del vástago (A) y punta de la raíz (B) de la plántula de lino (*Linum usitatissimum*) en cortes longitudinales. Ambos ilustran los meristemas apicales y los tejidos meristemáticos primarios derivados. A, están presentes los primordios de las hojas y las yemas axilares. B, la cofia cubre el meristema apical. (A, de J. E. Sasse, *Botanical Microtechnique*, 2ª ed., McGraw-Hill State College Press, 1958.)

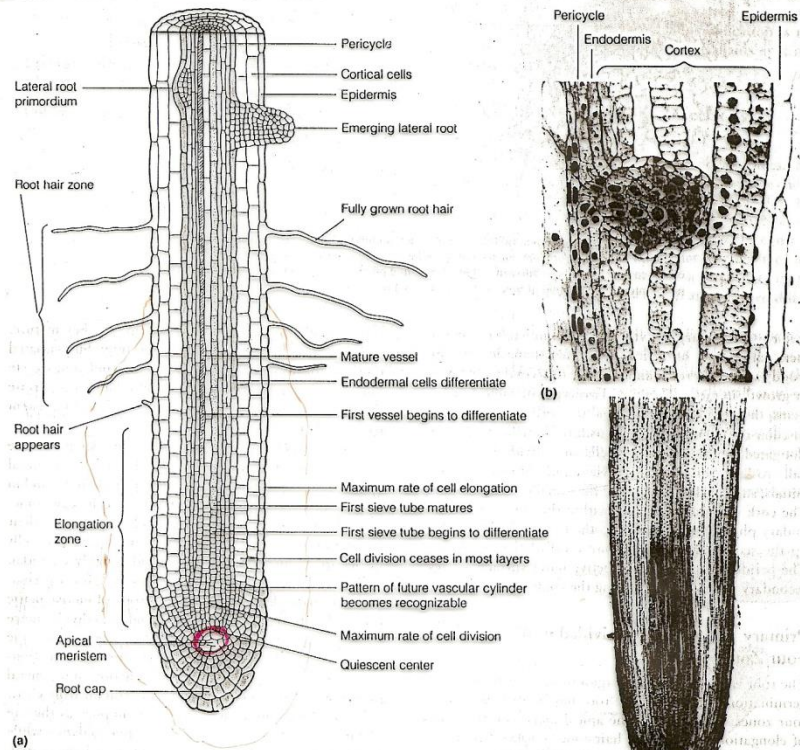
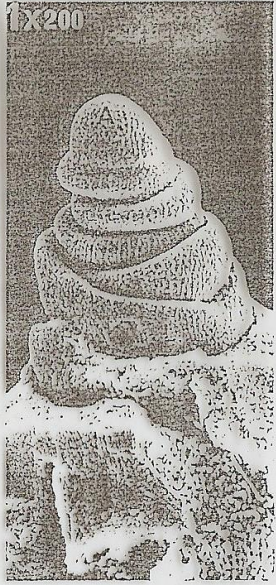


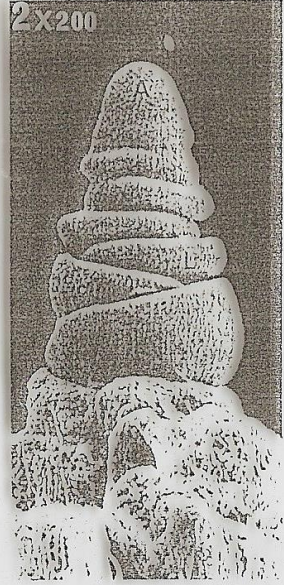
FIGURE 15.2. Primary root growth. (a) Diagram of a primary root cut in longitudinal section. The cellular structure of the root has been greatly simplified for clarity. (b) In contrast to the superficial origin of new shoot axes, lateral roots arise deep within the root tissue, in the pericycle layer. This micrograph shows a longitudinal section of a root of the fern *Ceratopteris*. When the specimen was fixed, the developing lateral root was in the process of pushing its way out through the endodermis, cortex, and epidermis of the root. Bar = 50 μm . (*Ceratopteris* micrograph courtesy of C. H. Busby.) (c) Cells in the apical meristem, as seen here in a longitudinal section of a corn (*Zea mays*) root, expand and divide rapidly, generating many files of cells. At increasing distances from the tip, as the rate of cell division falls, the cells become larger and begin to differentiate into specialized cell types. Cells in the meristem and future vascular cylinder are less vacuolate than cells in the cortex and stain more intensely. Section stained with Toluidine Blue O. Bar = 200 μm . (Courtesy of A. Hardham.)

AVE MA

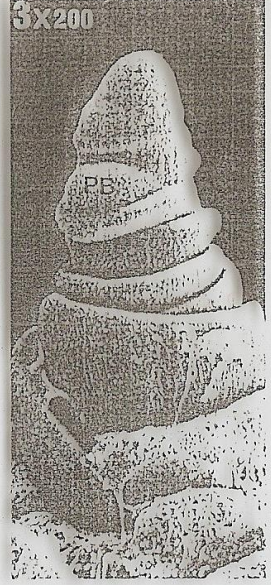
1x200



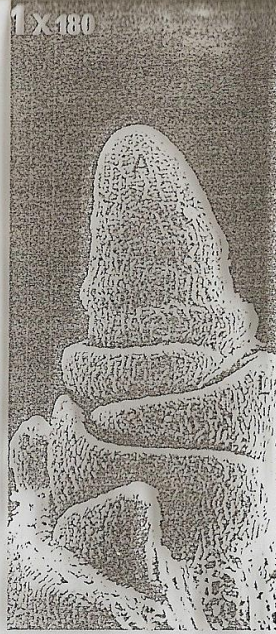
2x200



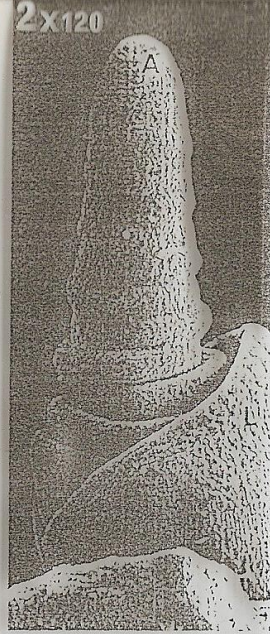
3x200



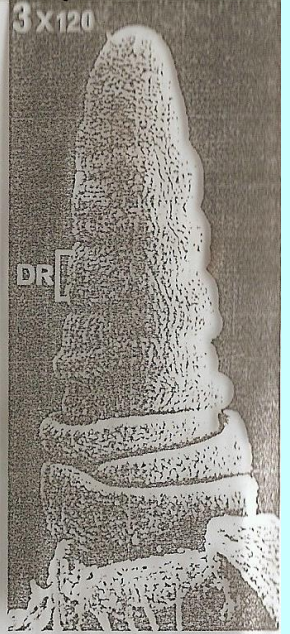
1x180



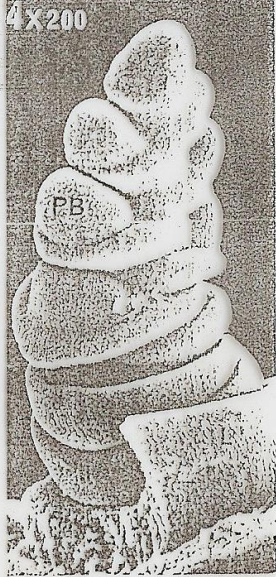
2x120



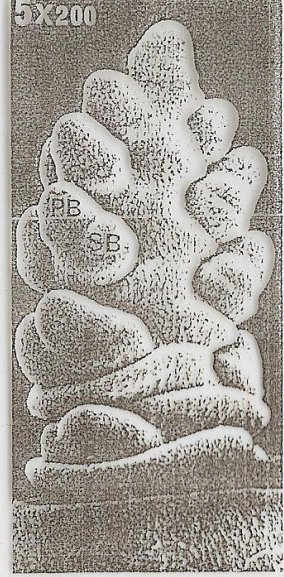
3x120



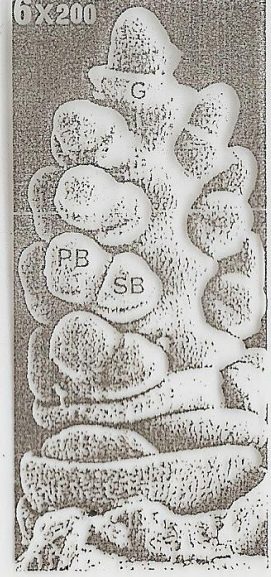
4x200



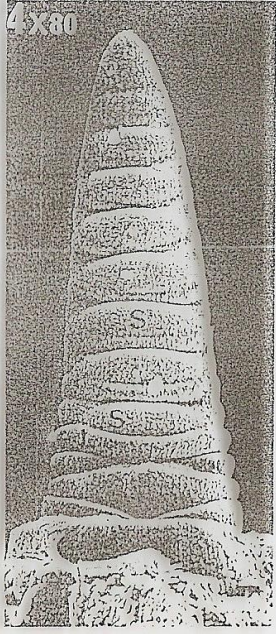
5x200



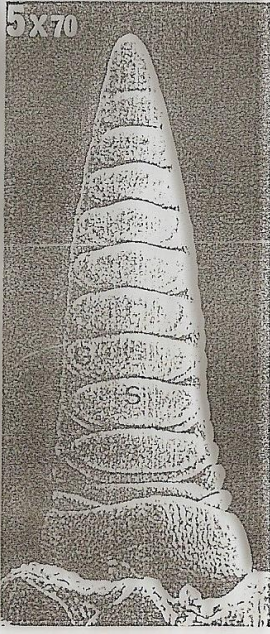
6x200



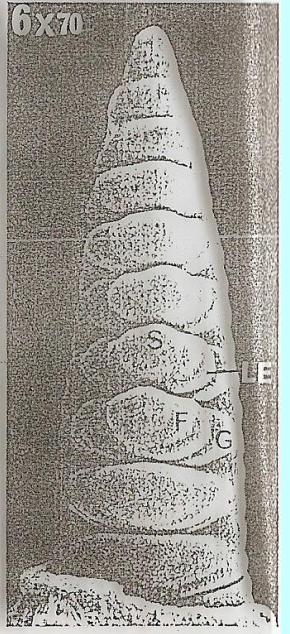
4x80

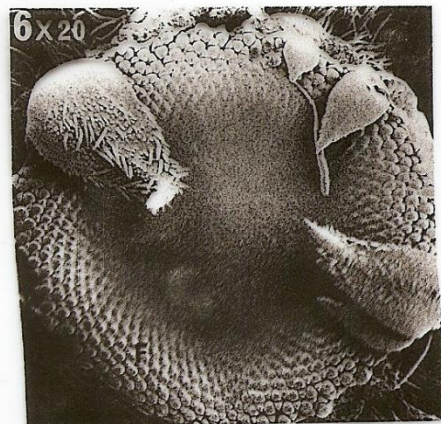
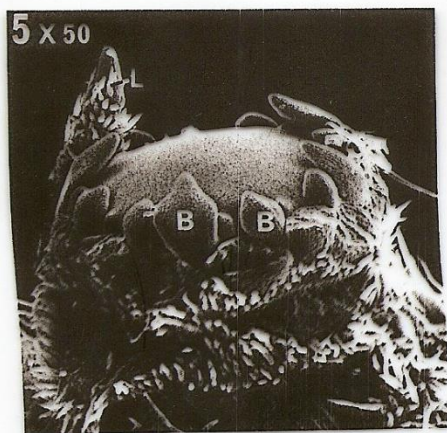
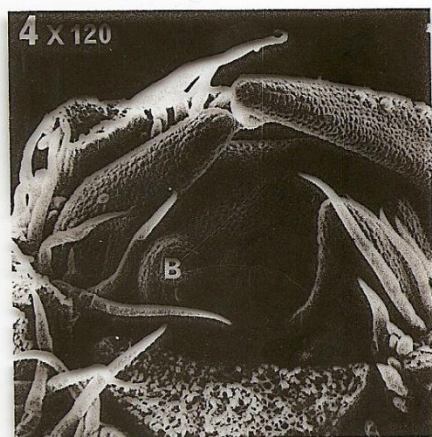
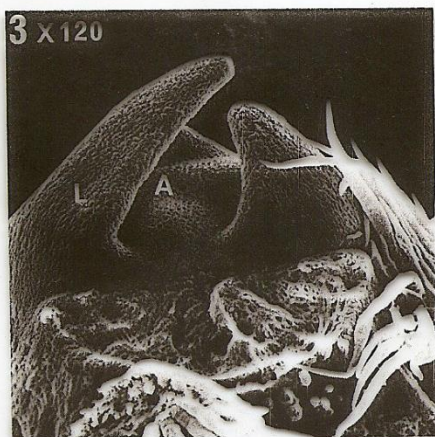
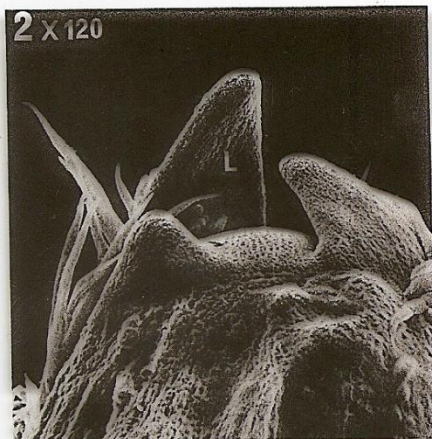
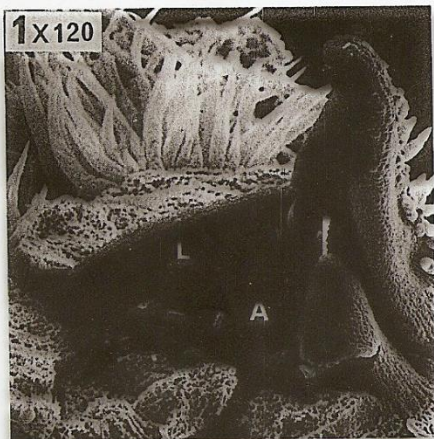


5x70



6x70





Crecimiento

- Características:
 - Meristemas
 - Periodicidad
 - Indeterminado
 - Tallo
 - Raíces
 - Determinado en:
 - Hojas
 - Flores
 - Frutos

Crecimiento

- Meristemas: tejidos que conservan la capacidad de dividirse indefinidamente.
- Su actividad puede ser permanente o transitoria.
- La forma y el tamaño de las plantas depende de la velocidad, duración y distribución del crecimiento en estos meristemas, a lo largo del tiempo.
- En las plantas anuales de floración terminal, la floración indica el fin de la actividad meristemática del ápice caulinar.
- Dominancia apical y la forma de las plantas.
 - Absoluta: girasol.
 - Relativa: coníferas.
 - Manejo cultural: la poda, el pastoreo.

Crecimiento

- Meristemas: tejidos que conservan la capacidad de dividirse indefinidamente.
 - Clasificación
 - Primarios
 - Caulinares
 - Radicales
 - Axilares
 - Secundarios
 - Cambium
 - Felógeno
 - Intercalares (en gramíneas)
 - Base de los entrenudos
 - Base de las vainas
 - Base de las láminas
 - Marginales
 - Borde de algunas hojas

MERISTEMAS

A microscopic image showing several plant meristems. The meristems are small, dark, and rounded structures, likely apical meristems, situated at the tips of plant stems or leaves. The background is a light, textured surface, possibly a leaf or stem, showing some cellular structure.

- Células vivas
- Poco diferenciadas
- Poliédricas
- Grandes núcleos

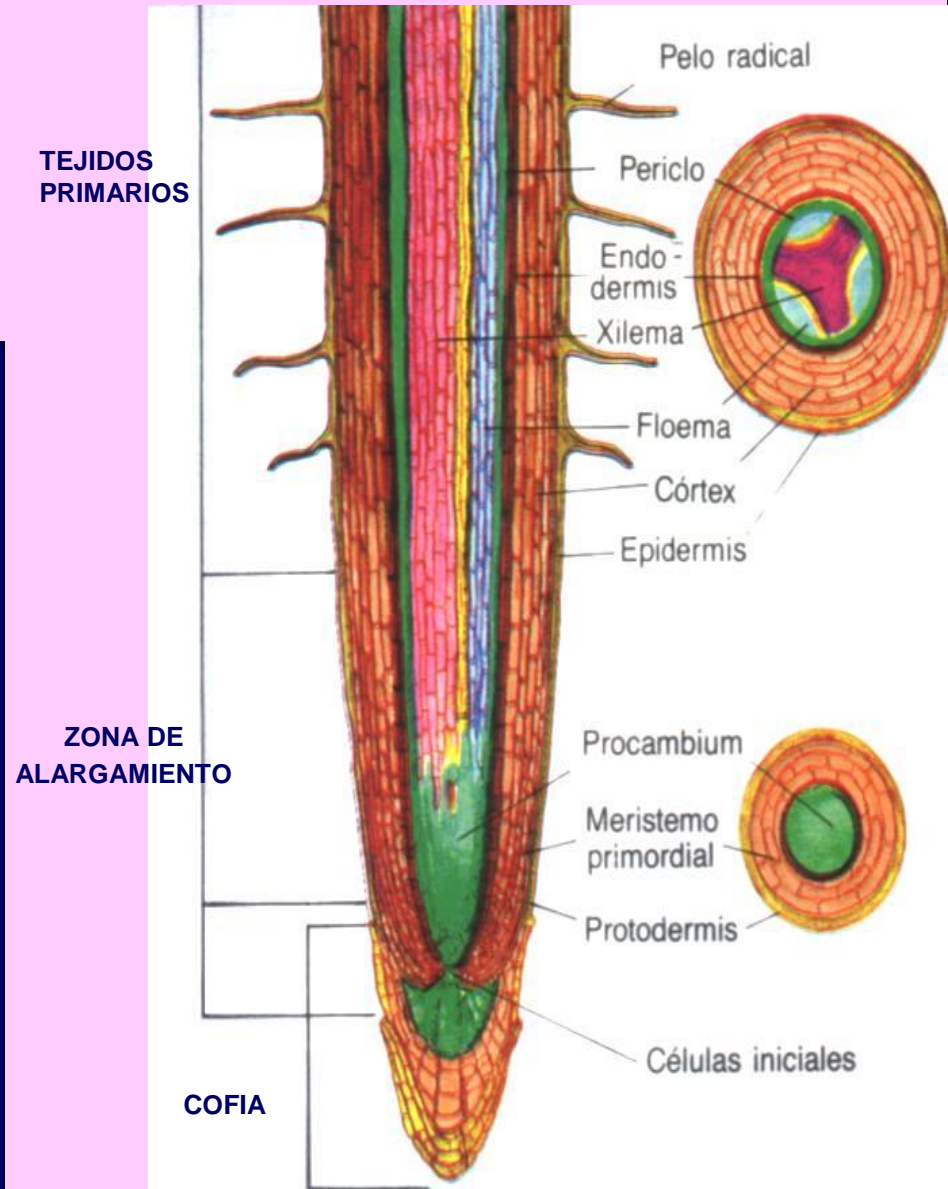
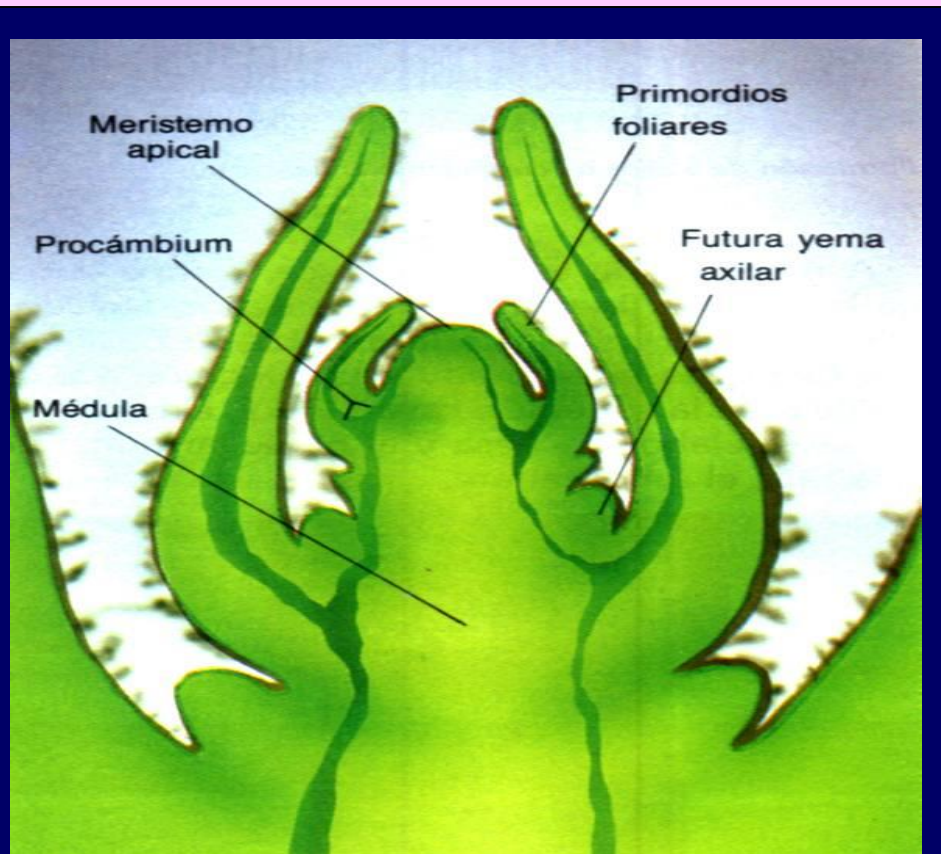
Su actividad es regulada por hormonas que dirigen el crecimiento vegetal

- Se dividen produciendo nuevas células que pueden:
 - . Continuar dividiéndose
 - . Agrandar y especializarse (nuevos tejidos)

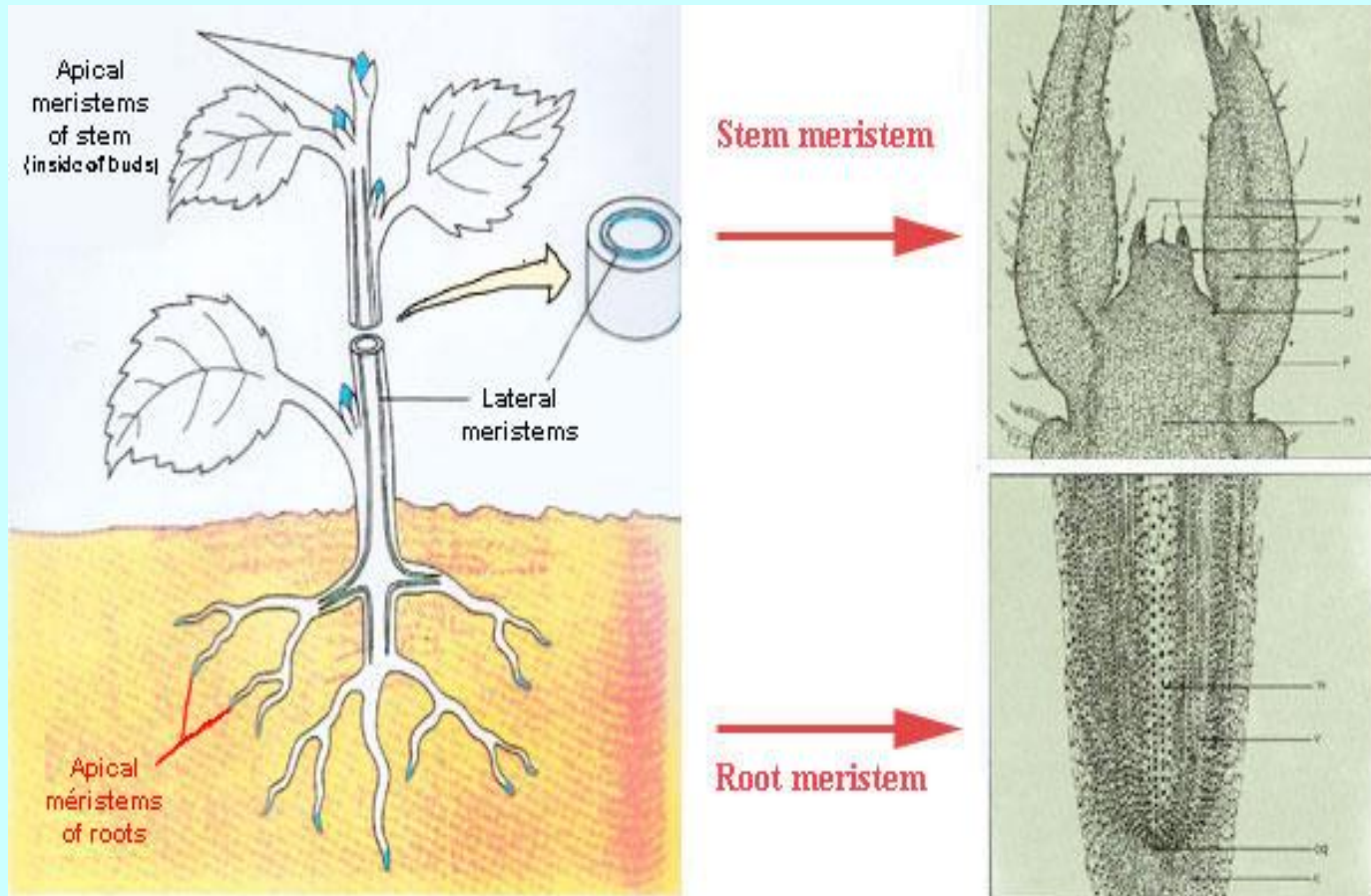
1. MERISTEMOS PRIMARIOS

Se sitúan:

- ápice de las raíces protegidos por la cofia
- En el interior de yemas en el tallo



Meristemas apicales

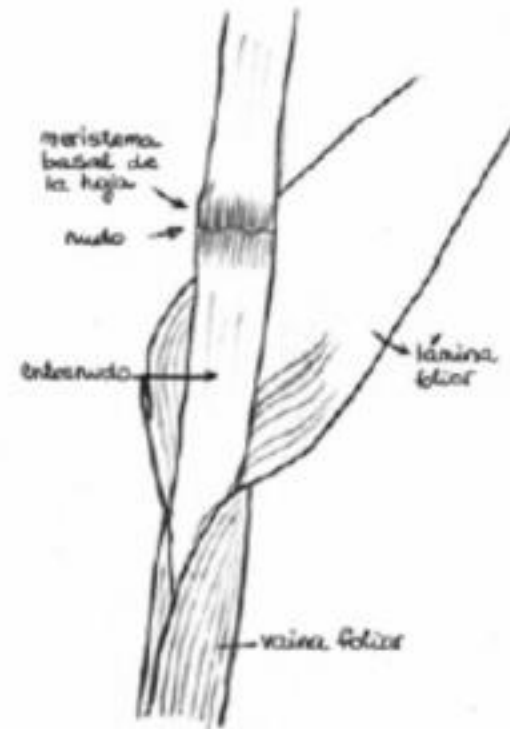
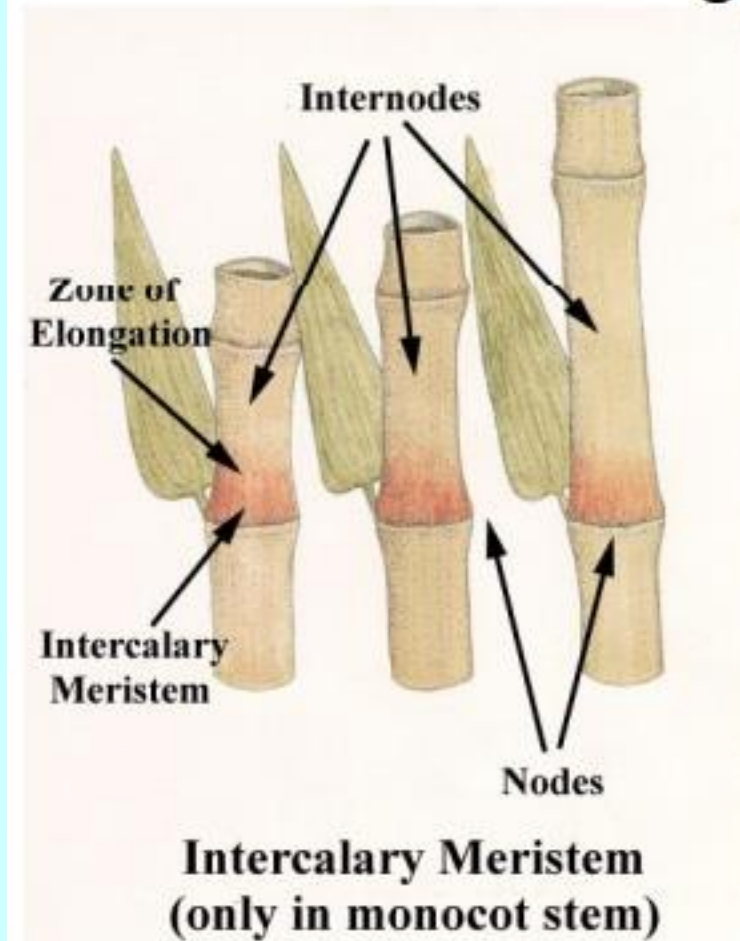


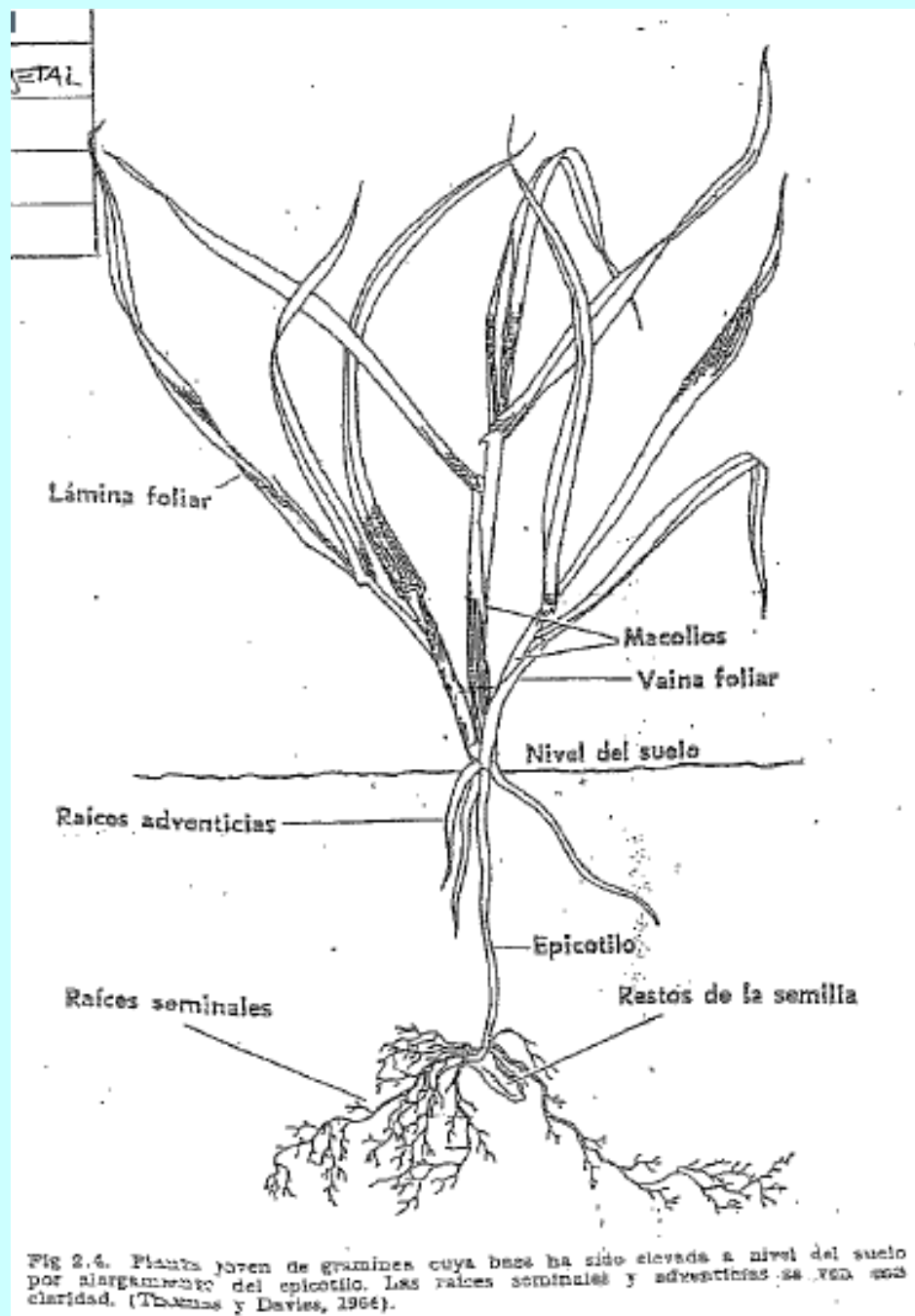
Meristema diferenciado



Meristemas intercalares

- Crecimiento en gramíneas

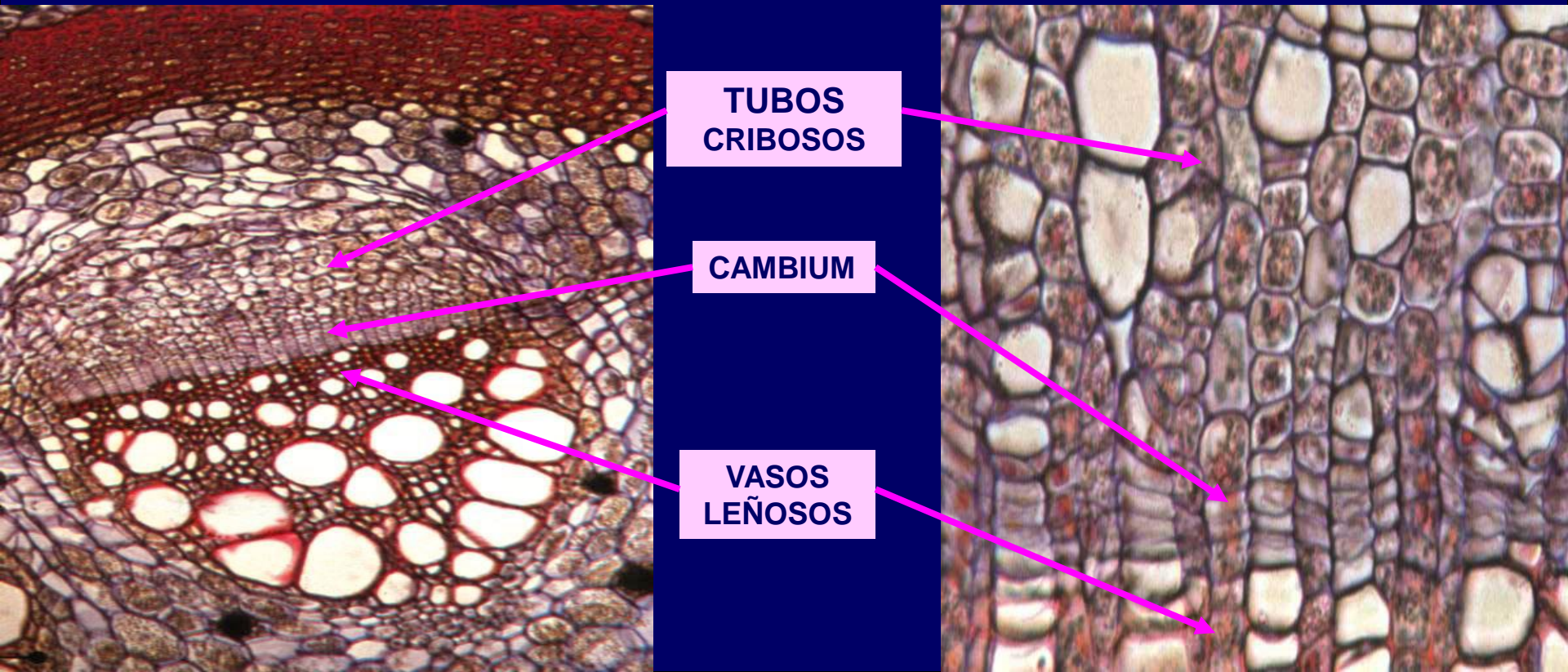




CAMBIUM

Se encarga de generar vasos conductores:

- leñosos hacia el centro
- liberianos hacia afuera



- Características del crecimiento
 - Periodicidad
 - Período de Reposo (invernal, casi absoluto). Ausencia de crecimiento.
 - Causas endógenas. Dormición.
 - Causas exógenas. Quiescencia.

Crecimiento celular.

División celular.

Crecimiento celular; aumento de volumen

Diferenciación celular

Participación de Hormonas

auxinas

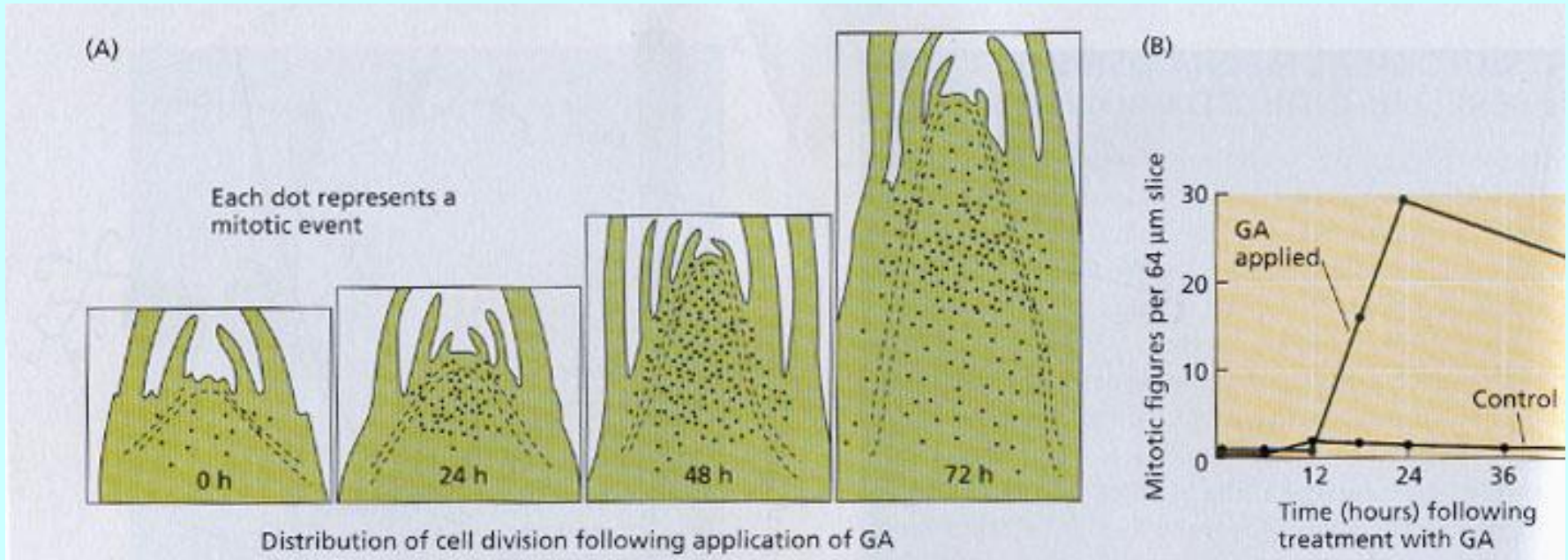
giberelinas

citocininas

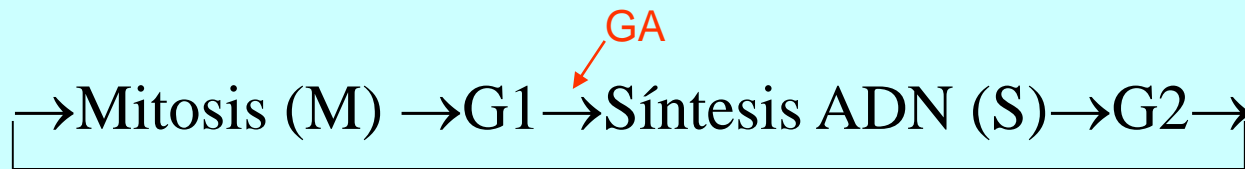
etileno

ABA

La división celular en sí no es crecimiento pero condiciona al crecimiento

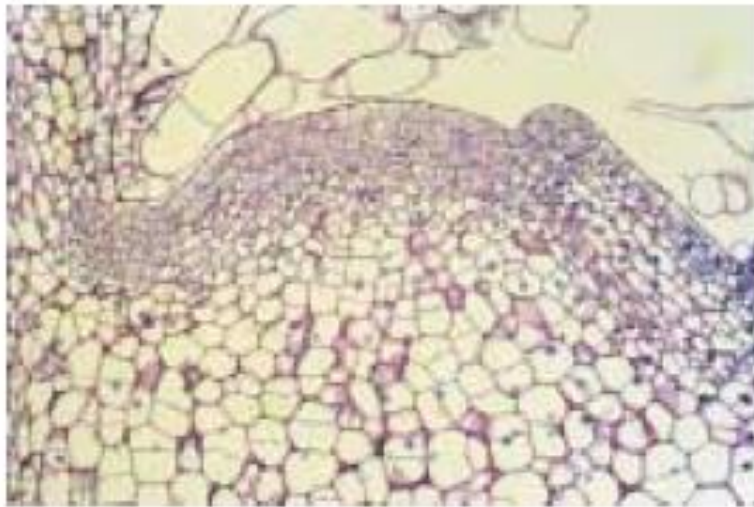


El tamaño de las células se correlaciona con su contenido de ADN



Endoreduplicación: Aumenta el contenido de ADN sin citocinesis y se asocia a células grandes

(A)



(B)

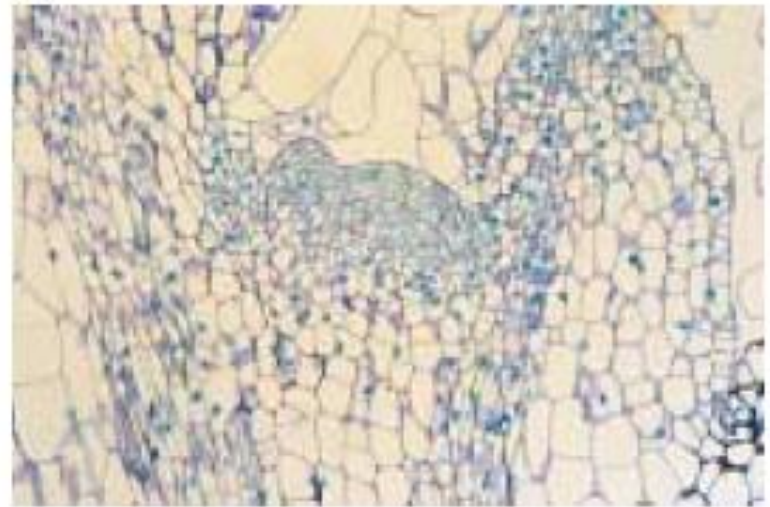


FIGURE 21.9 Cytokinin is required for normal growth of the shoot apical meristem. (A) Longitudinal section through the shoot apical meristem of a wild-type tobacco plant. (B) Longitudinal section through the shoot apical meristem of a transgenic tobacco over-expressing the gene that encodes cytokinin oxidase (*AtCKX1*). Note the reduction in the size of the apical meristem in the cytokinin-deficient plant. (From Werner et al. 2001.)



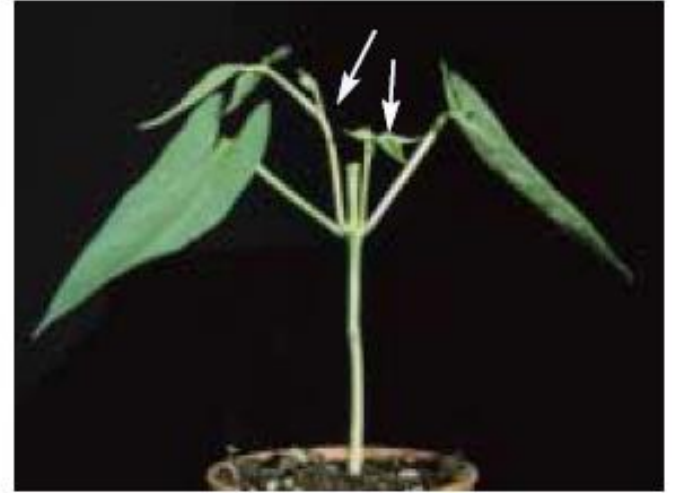
FIGURE 21.8 Tobacco plants overexpressing the gene for cytokinin oxidase. The plant on the left is wild type. The two plants on the right are overexpressing two different constructs of the *Arabidopsis* gene for cytokinin oxidase: *AtCKX1* and *AtCKX2*. Shoot growth is strongly inhibited in the transgenic plants. (From Werner et al. 2001.)

FIGURE 19.36 Auxin suppresses the growth of axillary buds in bean (*Phaseolus vulgaris*) plants. (A) The axillary buds are suppressed in the intact plant because of apical dominance. (B) Removal of the terminal bud releases the axillary buds from apical dominance (arrows). (C) Applying IAA in lanolin paste (contained in the gelatin capsule) to the cut surface prevents the outgrowth of the axillary buds. (Photos ©M. B. Wilkins.)

(A)



(B)



(C)





Concentración de AIA, Citocininas, AG3 y ABA en yemas de varios árboles frutales durante el año en el hemisferio Norte

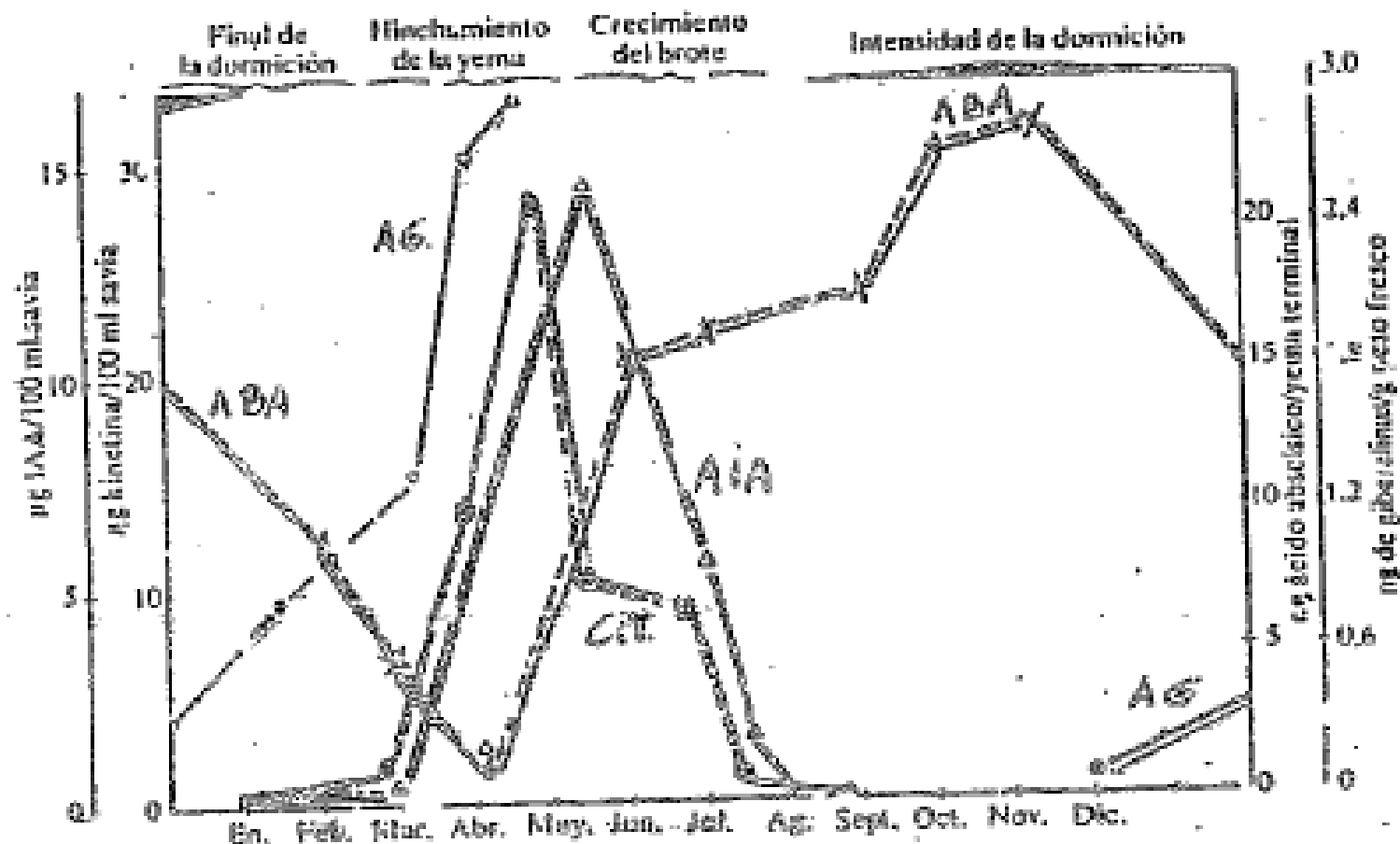


Figura 4 -Variaciones en el contenido de giberelinas (o-o), ácido indolacético (—), citoquininas (o-o) y ácido abscísico (—) durante el ciclo anual de crecimiento de varios árboles frutales (tomado de F. B. Salisbury y C. W. Ross, *Plant Physiology*, Wadsworth Publishing Co., Belmont, 1978).

- El crecimiento depende
 - De la división celular
 - Expansión celular
 - ***Diferenciación celular***

- Crecimiento celular
 - Como crece el volumen celular.
 - Entrada de agua
 - Síntesis de membrana
 - Síntesis de pared
 - Deformación de la Pared celular
 - Deformación elástica
 - Deformación plástica. La pared pierde rigidez.
 - » Extensibilidad

- Crecimiento
 - Crecimiento y diferenciación celular
 - Pared celular
 - Pared primaria (poros= 2 a 4 nm, resistencia= 1.000 MPa)
 - » Microfibrillas de celulosa
 - » Incrustada en matriz de sustancias pépticas y hemicelulosa.
 - » Proteínas: extensinas y expansinas
 - Pared secundaria

- Pared celular.

Propiedades

- Permeabilidad
- Elasticidad
- Resistencia
- Defensa a patógenos
 - Barrera física
 - Con moléculas con actividad biológica
 - » Oligosacarinas
 - » Compuestos fenólicos

• Formación de la pared celular

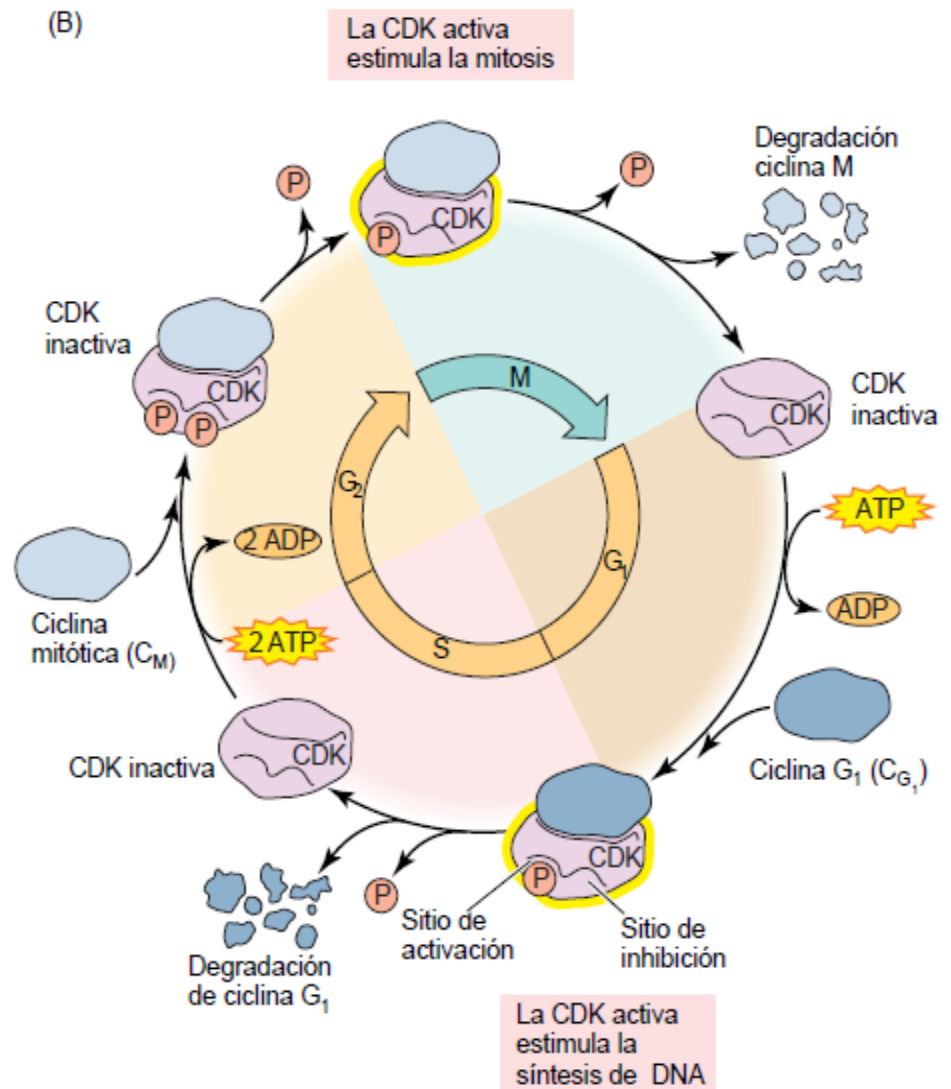
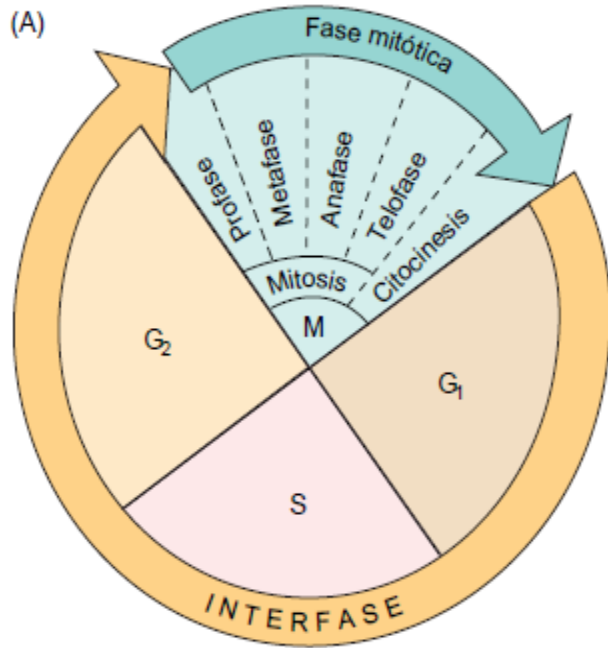
- Después de anafase:
- Fragnoplasto, derivado del aparato de Golgi.
- **Laminilla media.**
 - Material depositado:
 - Sustancias pécticas (ac. péctico) cadenas lineales sin ramificaciones. Uniones con Ca y Mg que le dan rigidez.

- Polímeros del ac. Galacturónico
- L- arabinosa
- D- galactosa
- L- rhamnosa

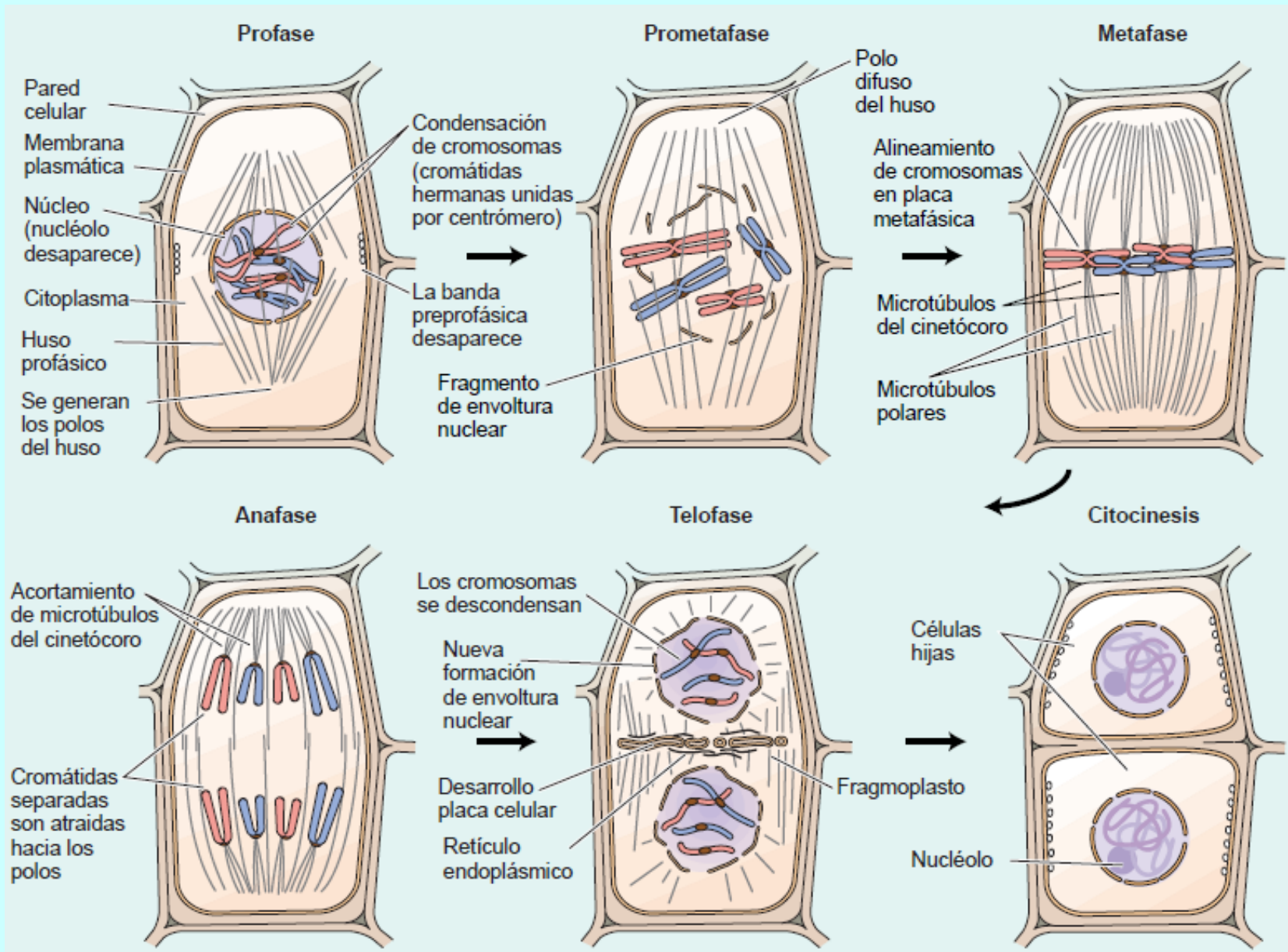
– **Pared primaria.**

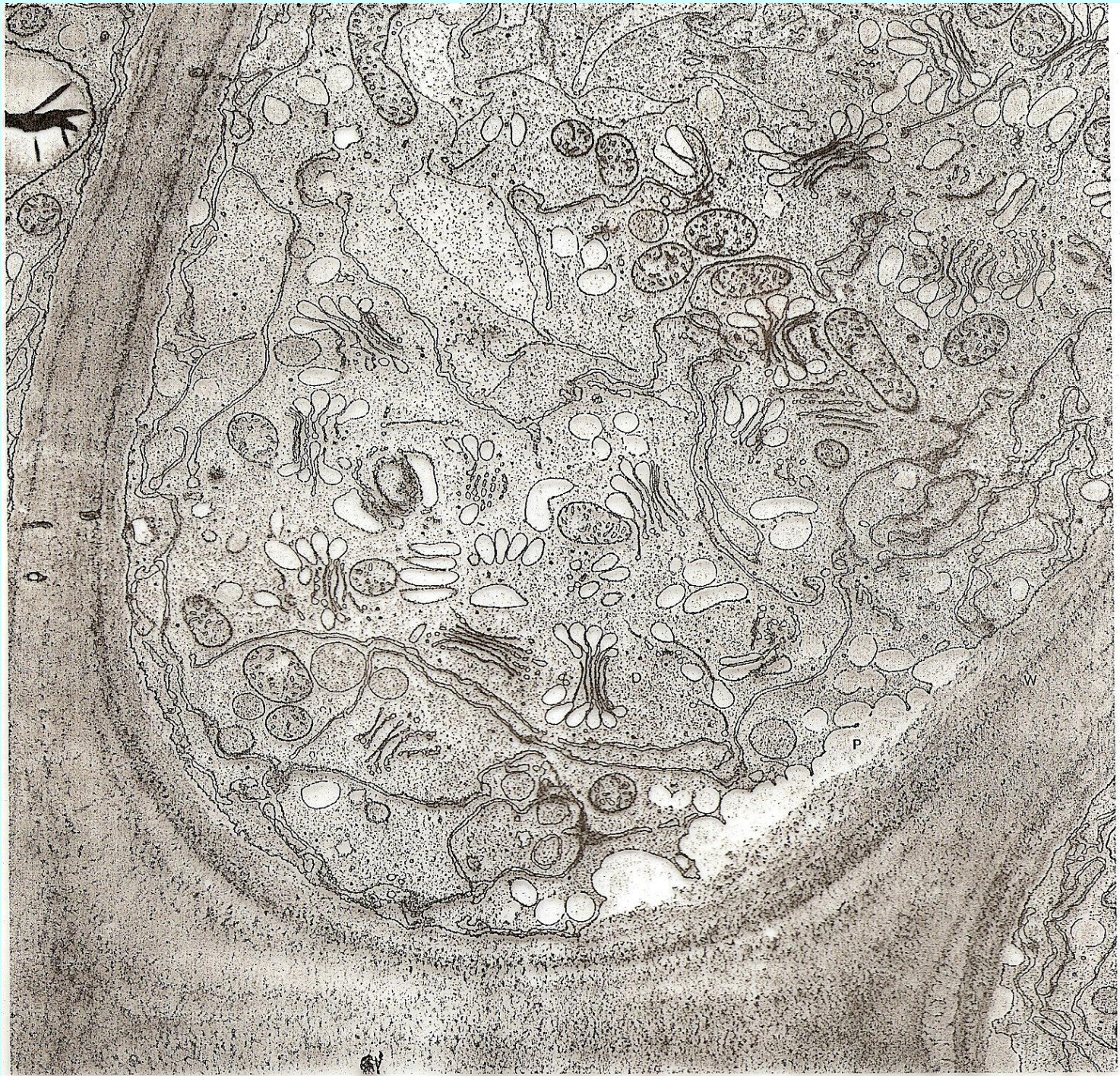
- Hemicelulosa. Polímeros lineales o ramificados de los ácidos D-glucurónico
- D-galaturónico
- D-glucosa
- D-manosa
- L-arabinosa
- D-xilosa
- Celulosa: Polímeros lineales de glucosa β 1-4, le da resistencia

- Formación de la pared primaria (Plasticidad)
 - Las paredes celulares contienen proteínas, tanto estructurales como enzimáticas. En la pared primaria representa el 10 %.
 - Proteína estructural: la extensina
 - Proteína enzimática: las expansinas
- Formación de la pared secundaria (Resistencia)
 - Al finalizar el alargamiento celular
 - Cambios irreversibles, difícil de separar.
 - Incorpora celulosa, trama densa, resistencia.
 - Sustancias incrustantes (mezclados en la matriz de celulosa)
 - » Lignina
 - » Mucílagos
 - » Taninos
 - » Sílice
 - » Carbonato de calcio
 - Sustancias adcrustantes (Superficie)
 - » Cara interna: suberina, calosa
 - » Cara externa: cutina, ceras

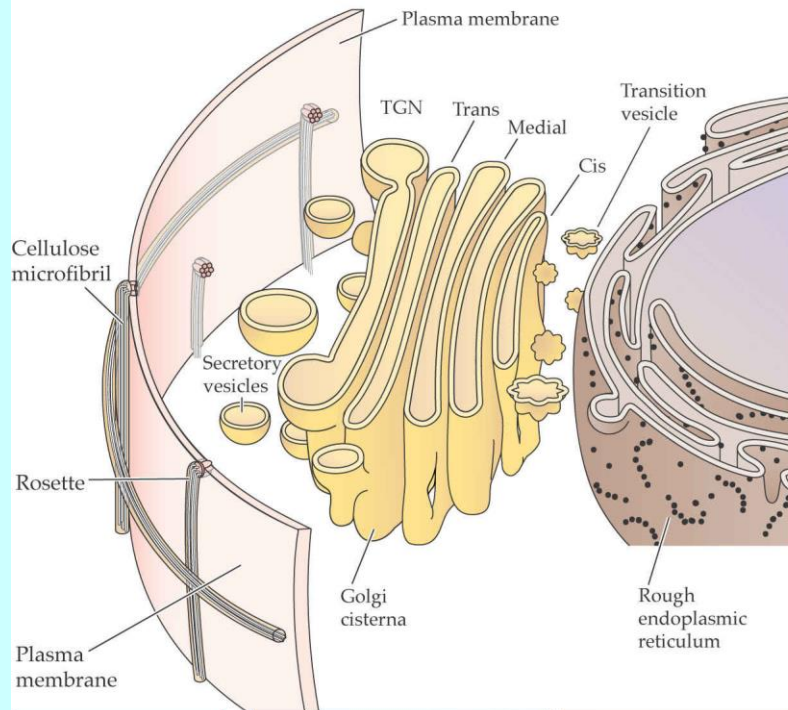


Cariocinesis y Citocinesis





(A)



Site of synthesis for:
Cellulose
Callose

Site of synthesis for:
Pectins
HGA
RG I
RG II

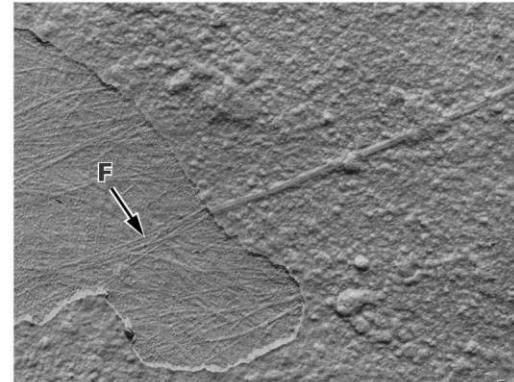
Cross-linking glycans
Xyloglucan
Glucuronoarabinoxylan
β-Glucan
Galactomannan

Site of glycosylation of:
HRGPs
AGPs
Modified glycoproteins

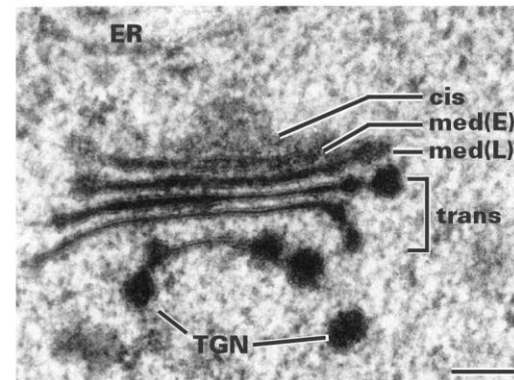
Site of synthesis for:
Cell wall proteins
HRGPs
PRPs
GRPs
AGPs

Enzymes
Hydrolases
Esterases
Peroxidases
Polysaccharide synthase

(B)



(C)



Activation hypothesis: Auxin binds to an auxin-binding protein (ABP1) located either on the cell surface or in the cytosol. ABP1-IAA then interacts directly with plasma membrane H^+ -ATPase to stimulate proton pumping (step 1). Second messengers, such as calcium or intracellular pH, could also be involved.

Synthesis hypothesis: IAA-induced second messengers activate the expression of genes (step 2) that encode the plasma membrane H^+ -ATPase (step 3). The protein is synthesized on the rough endoplasmic reticulum (step 4) and targeted via the secretory pathway to the plasma membrane (steps 5 and 6). The increase in proton extrusion results from an increase in the number of proton pumps on the membrane.

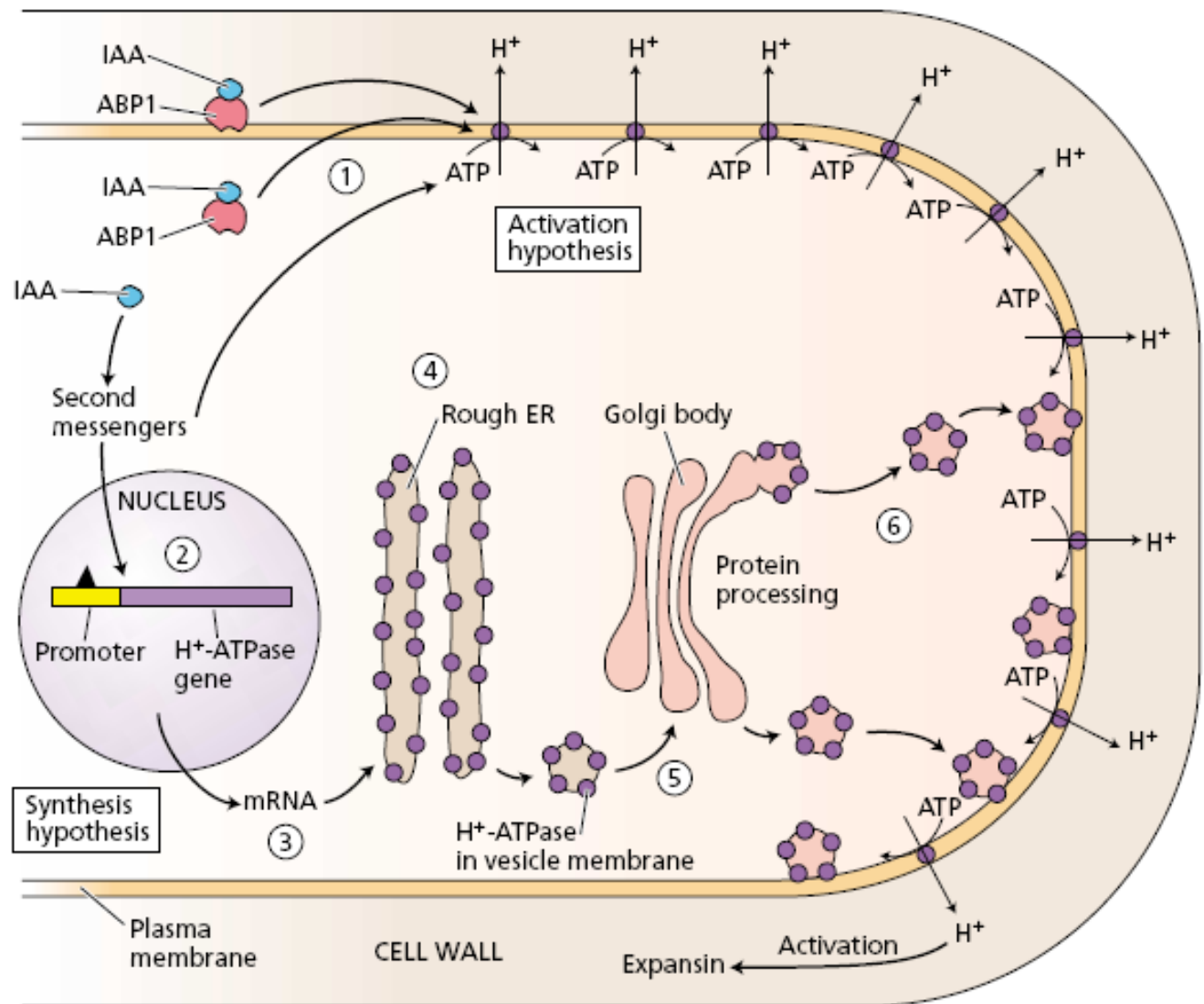
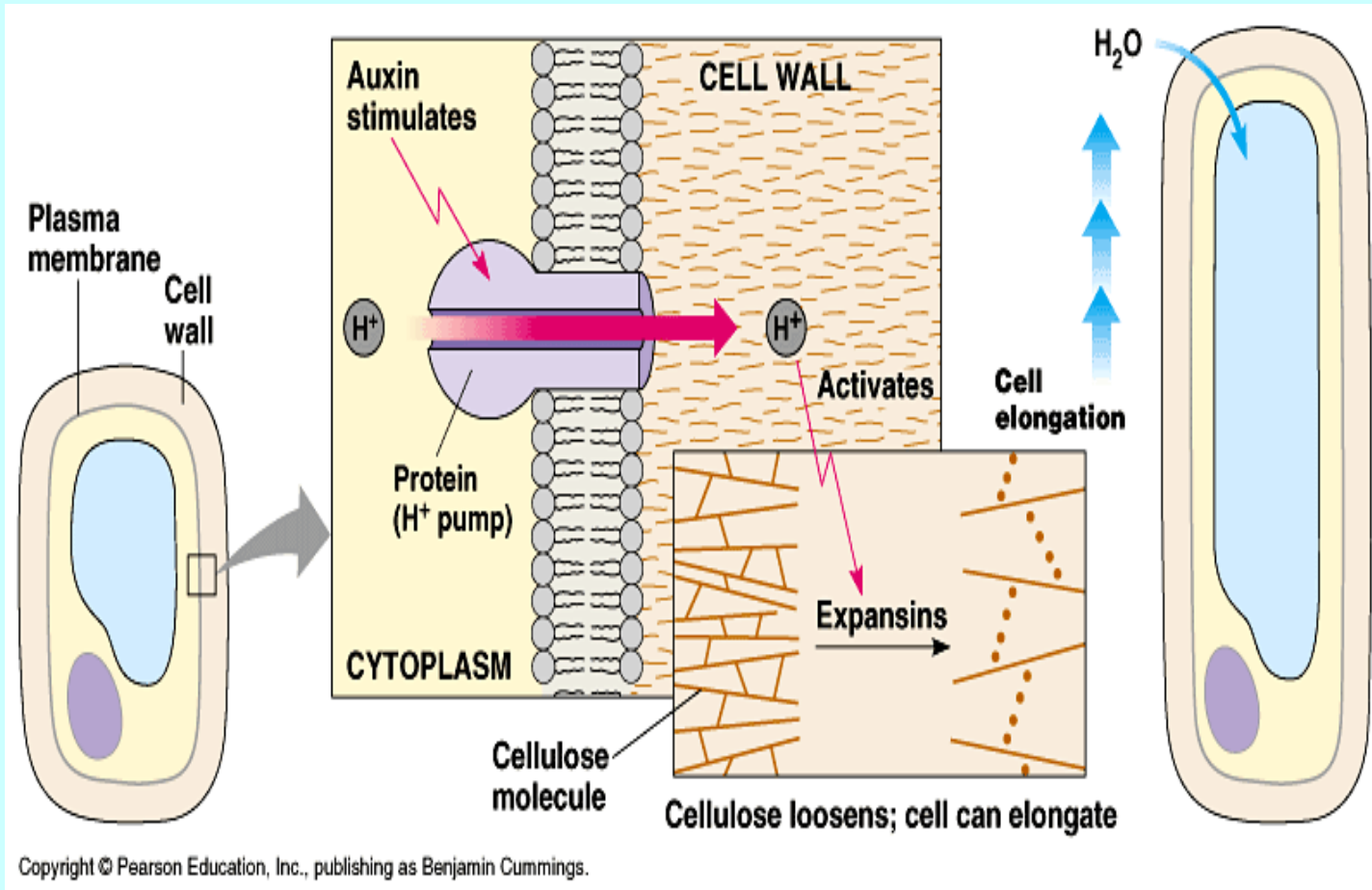


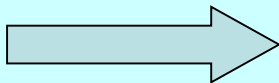
FIGURE 19.25 Current models for IAA-induced H^+ extrusion. In many plants, both of these mechanisms may operate. Regardless of how H^+ pumping is increased, acid-induced wall loosening is thought to be mediated by expansins.



$$\Psi_{sol} = \Psi_c = \Psi_s + \Psi_p$$

$$-0,1 = -0,1 = -1,1 + 1 \text{ MPa}$$

$$-0,1 = -0,6 = -1,1 + 0,5 \text{ Mpa}$$



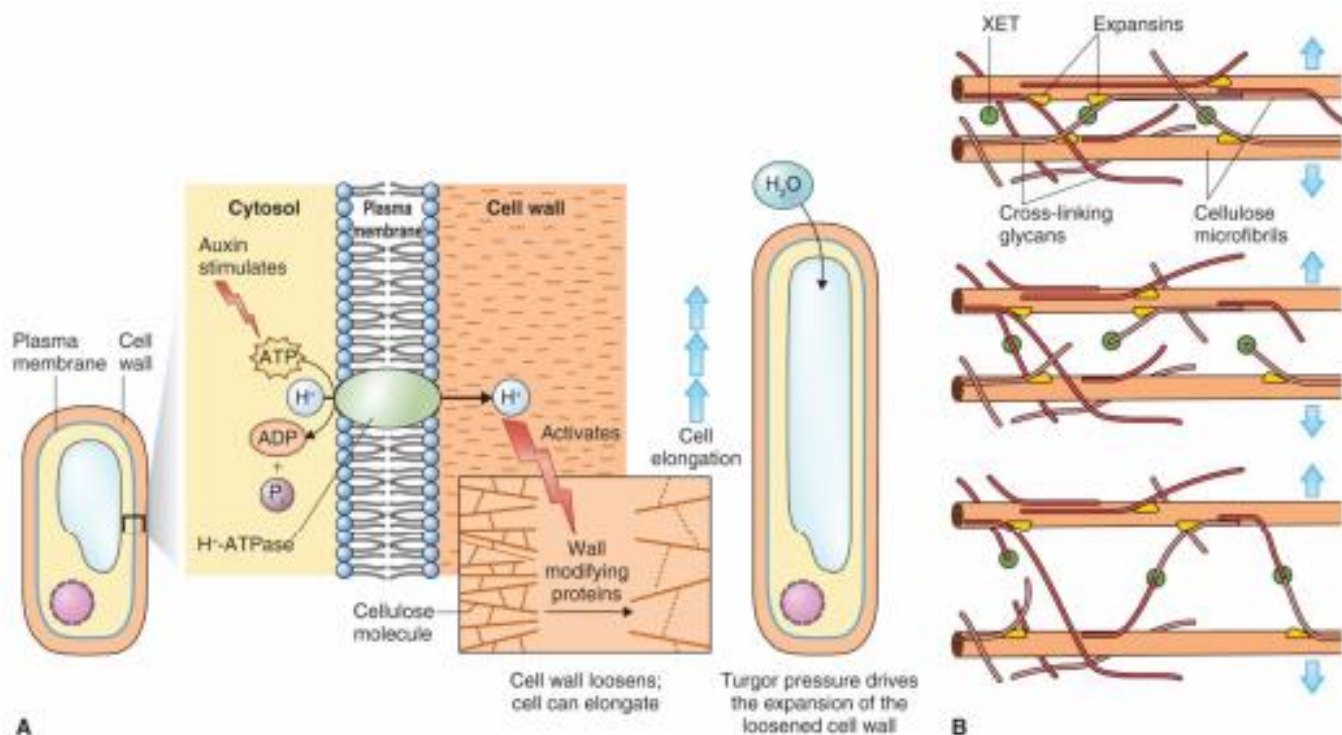


Figure 12.10

Cell wall microfibril separation and osmotically-driven cell expansion. (A) Acid growth is mediated by an auxin-stimulated proton pump in the plasma membrane, which decreases the pH of the cell wall solution, promoting the activity of wall-loosening proteins. (B) Loosening of cross-linking glycans, the consequence of the breakage of steric cellulose-glycan interactions by expansins, or by the action of a transglycosylase (XET), or both.

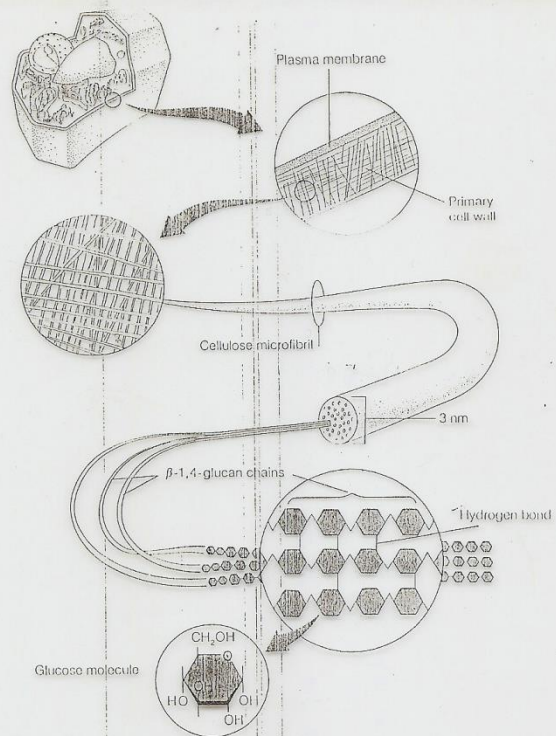


FIGURE 1.21. Cellulose microfibrils in the cell wall are made up of crystalline arrays of β -1,4-linked glucan chains held together by intermolecular hydrogen bonds.

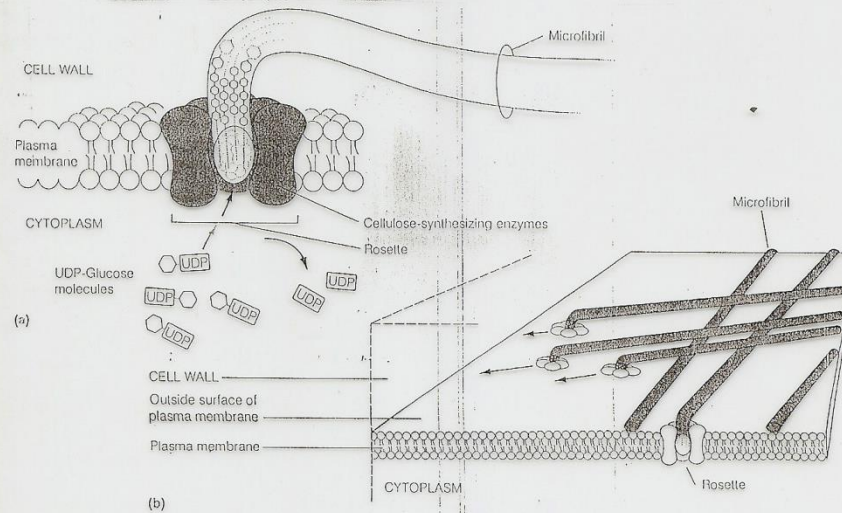
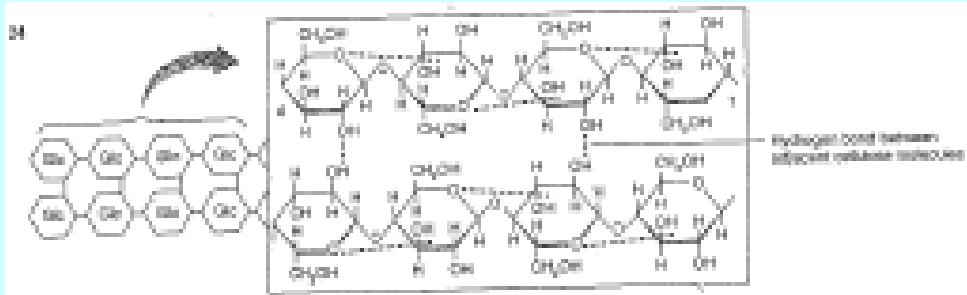
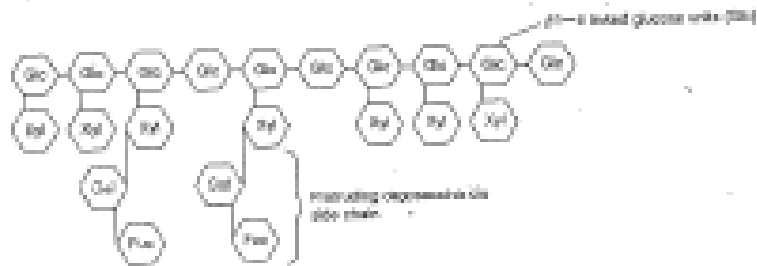


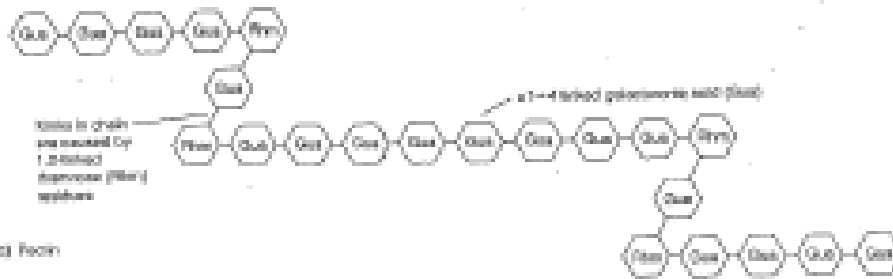
FIGURE 1.23. (a) Diagrammatic representation of a cellulose-synthesizing rosette embedded in the plasma membrane. Cellulose precursors are absorbed in the cytoplasmic side of the membrane (bottom) and the cellulose microfibril is extruded on the cell wall side. (b) View of the cellulose-synthesizing rosette as seen from the outside of the plasma membrane. Each new microfibril is attached to the preexisting cell wall, not shown in the diagram. (From Giddings et al., 1980)



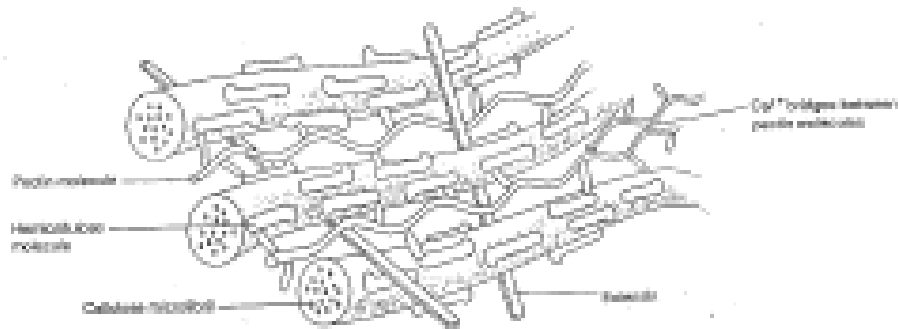
(a) Cellulose



(b) Hemicellulose (heteropolysaccharide)



(c) Pectin



35

FIGURE 8. Chemical structures of (a) cellulose, (b) hemicellulose, and (c) pectin. (d) A model of the site monolayers between the different components of the cell wall.

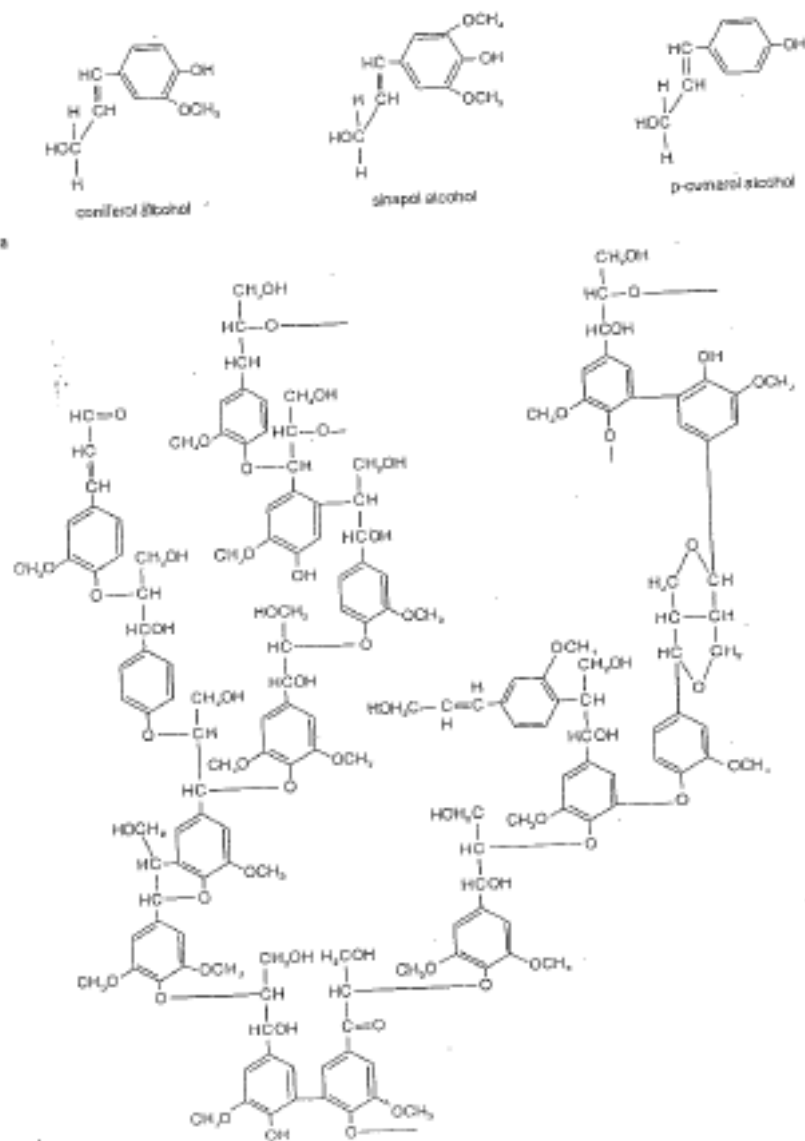


Figura 2 (a) Subunidades fenólicas comunes en ligninas. (b) Modelo de la estructura parcial de la lignina, rica en coniferol. Durante la formación de lignina, se produce una variedad de enlaces por mecanismos de radicales libres, y la formación de enlaces depende en parte del lugar en las moléculas que se unen en donde se localizan los radicales libres cuando se presenta la colisión. Por otra parte, la oxidación en el doble enlace de la cadena lateral (alcohol tricarbonado) del bloque constituyente la, arilal causa la formación de varios posibles enlaces covalentes. Resulta claro que ninguna lignina puede ser idéntica a otra, aun cuando todas son similares.

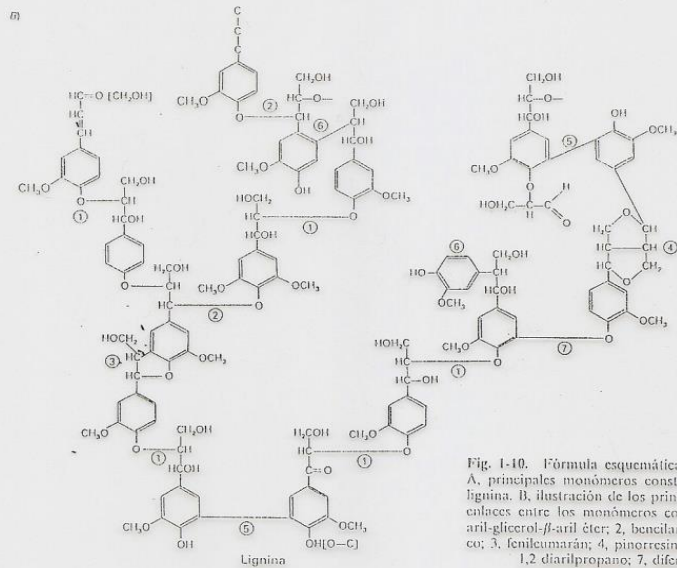
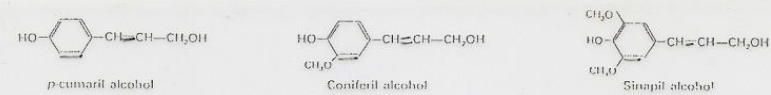


Fig. 1-10. Fórmula esquemática de la lignina. A, principales monómeros constituyentes de la lignina. B, ilustración de los principales tipos de enlaces entre los monómeros constituyentes. 1, aril-glicerol-β-aril éter; 2, benzil aril éter no cíclico; 3, fenilcumaril; 4, pinosil éter; 5, bifeníl; 6, 1,2 diarilpropano; 7, difeníl éter.

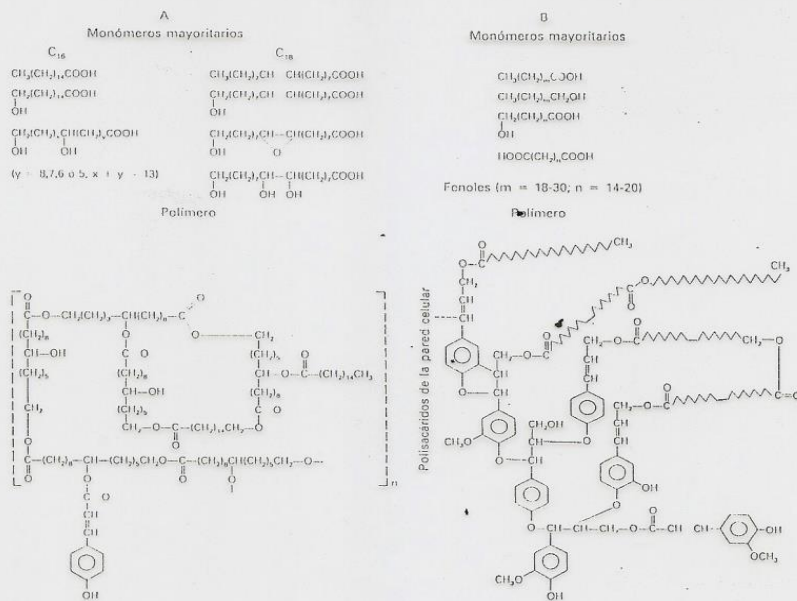
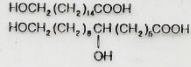
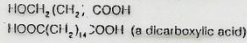


Fig. 1-11. Principales monómeros constituyentes de la cutina (A) y suberina (B) y modelo de organización macromolecular.

Examples of hydroxy fatty acids that polymerize to make cutin:



Examples of hydroxy fatty acids that polymerize to make suberin:



Examples of common wax components:

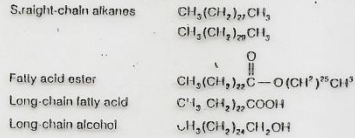


FIGURE 13.1: Constituents of cutin, suberin, and waxes.

containing cutin embedded in wax, and a lower layer formed of cutin and wax blended with the cell wall substances pectin and cellulose.

Waxes are not macromolecules but complex mixtures of free long-chain lipids that are extremely hydrophobic. The most common components of wax are straight-chain alkanes of 21-37 carbon atoms and fatty acid esters (Fig. 13.1). Long-chain aldehydes, ketones, free fatty acids, and free alcohols are also found. The waxes of the cuticle are synthesized by epidermal cells. They leave the epidermal cells as droplets that pass through pores in the cell wall. The top coating of cuticle wax often crystallizes in an intricate pattern of rods, tubes, or plates (Fig. 13.3).

Suberin, a polymer similar to cutin, contains long-chain acids, hydroxy acids, and alcohols. Although its structure is poorly understood, suberin appears to differ from cutin in having dicarboxylic acids (Fig. 13.1), more long-chain components, and a significant proportion of

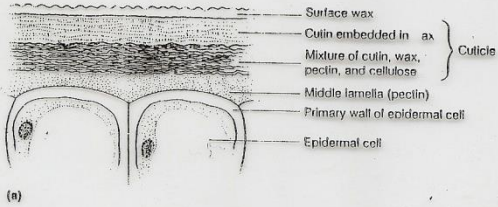
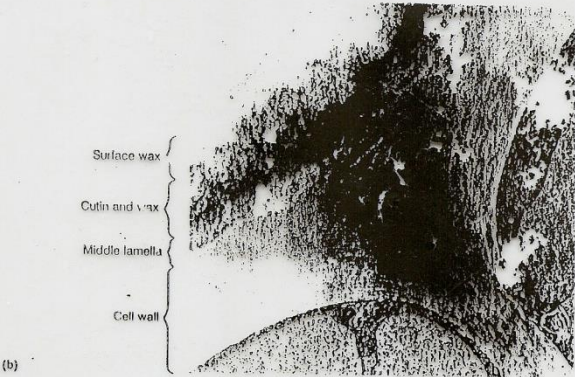
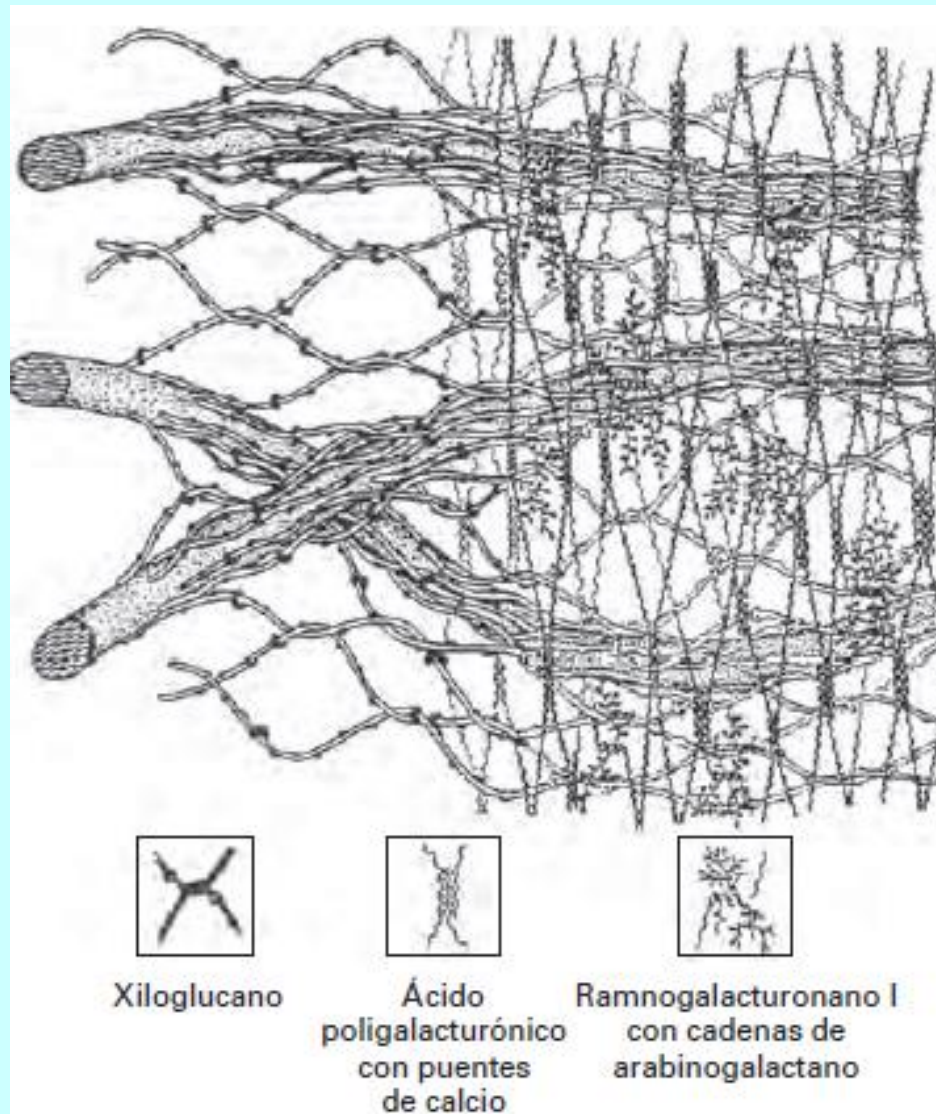


FIGURE 13.2: (a) Structure of the plant cuticle, the protective covering on the epidermis of leaves and young stems. (Adapted from Koltunovsky, 1980.) (b) Electron micrograph of oat coleoptile epidermal cell ($\times 7000$). Note the presence of the cuticle layers shown in the schematic drawing, except for surface waxes, which are not visible. (From N. D. Hallam.)



CUADRO 1-6. Relación entre los componentes y las propiedades funcionales de las paredes celulares.

| Componente | Propiedades funcionales |
|-----------------------------------|--|
| Pectinas | Porosidad. Carga eléctrica. Cohesión celular |
| Celulosa | Resistencia mecánica en la dirección en la que están orientadas las microfibrillas |
| Lignina | Carácter hidrófobo. Resistencia mecánica |
| Cutina | Impermeabilización |
| Suberina | Impermeabilización |
| Proteínas ricas en hidroxiprolina | Resistencia química |



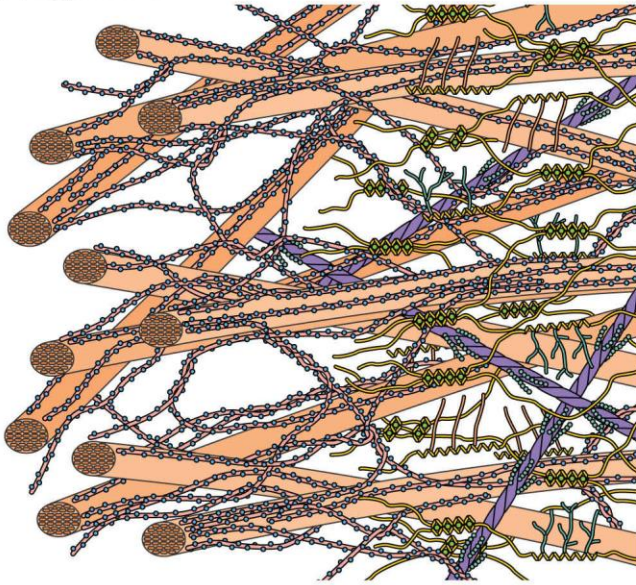
Xiloglucano

Ácido poligalacturónico con puentes de calcio

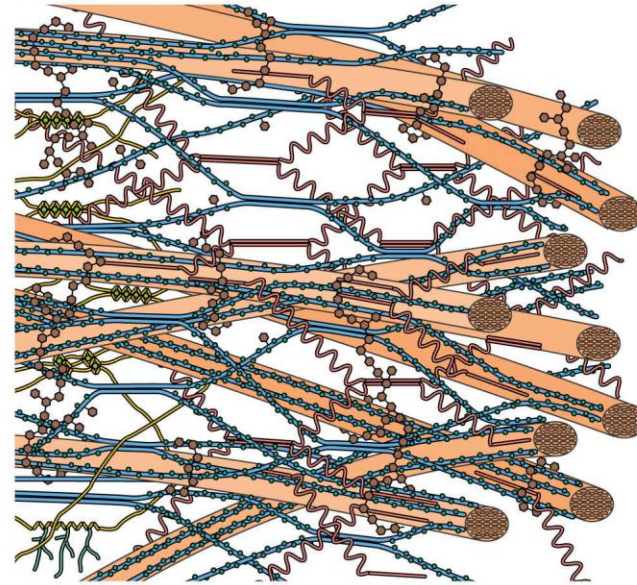
Ramnogalacturonano I con cadenas de arabinogalactano

Figura 1-10. Representación esquemática de la estructura de la pared celular primaria de una planta dicotiledónea. Modelo de redes interdependientes entre los distintos componentes de la pared celular. (Adaptado de Carpita, N. C. y Gibeaut, D. M., Plant J., 3:1-30. 1993.)

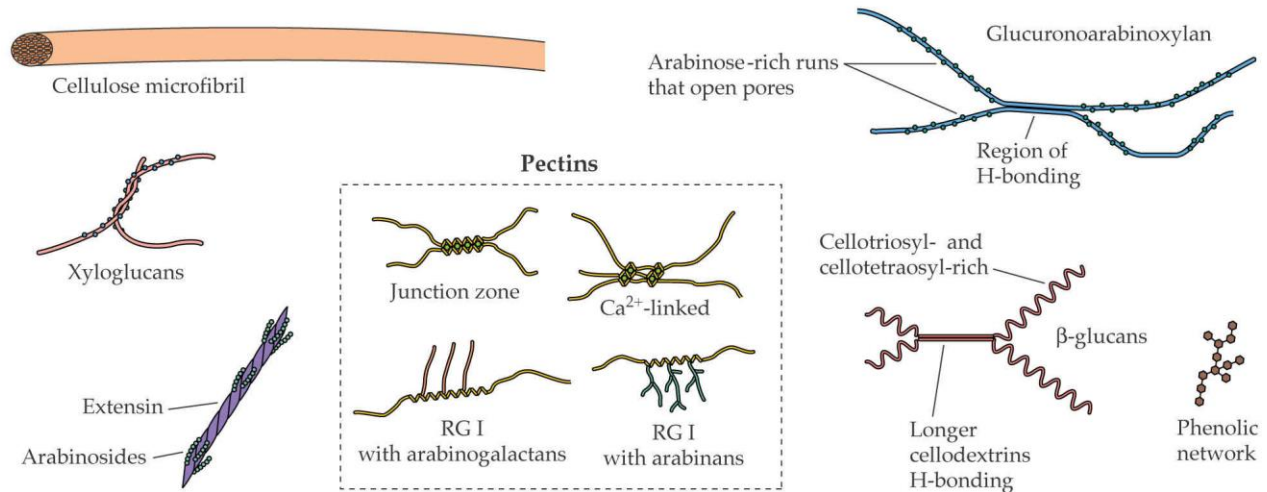
(A) Type I wall

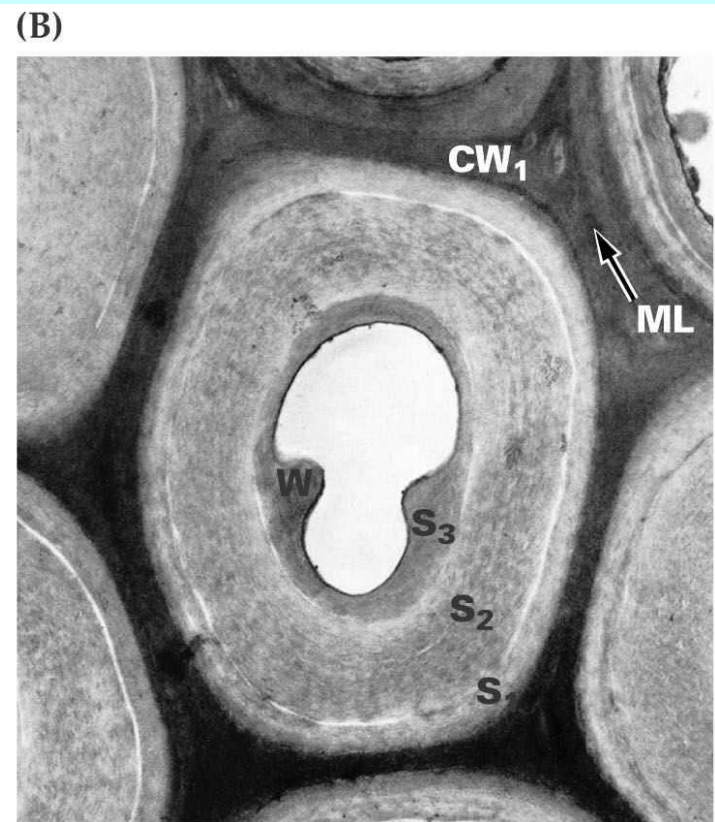
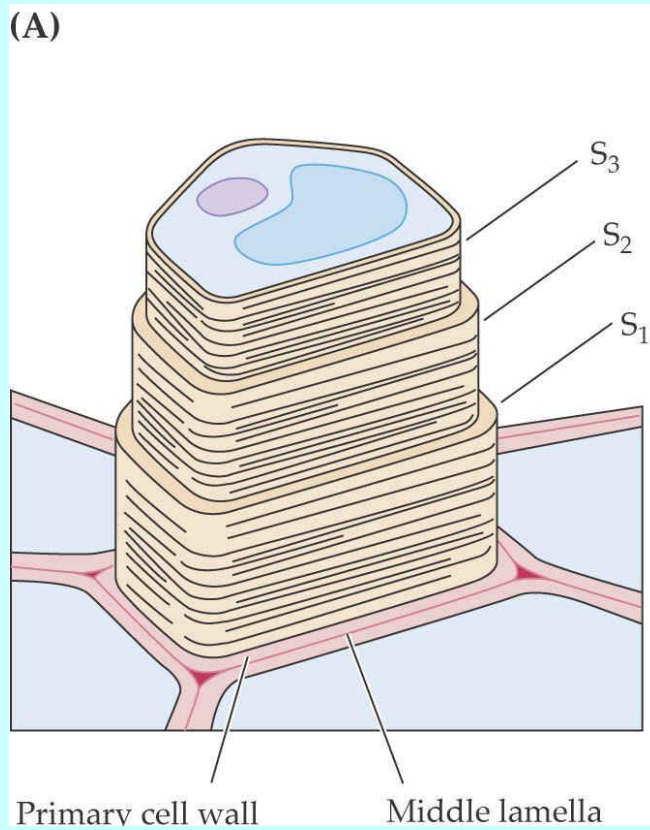


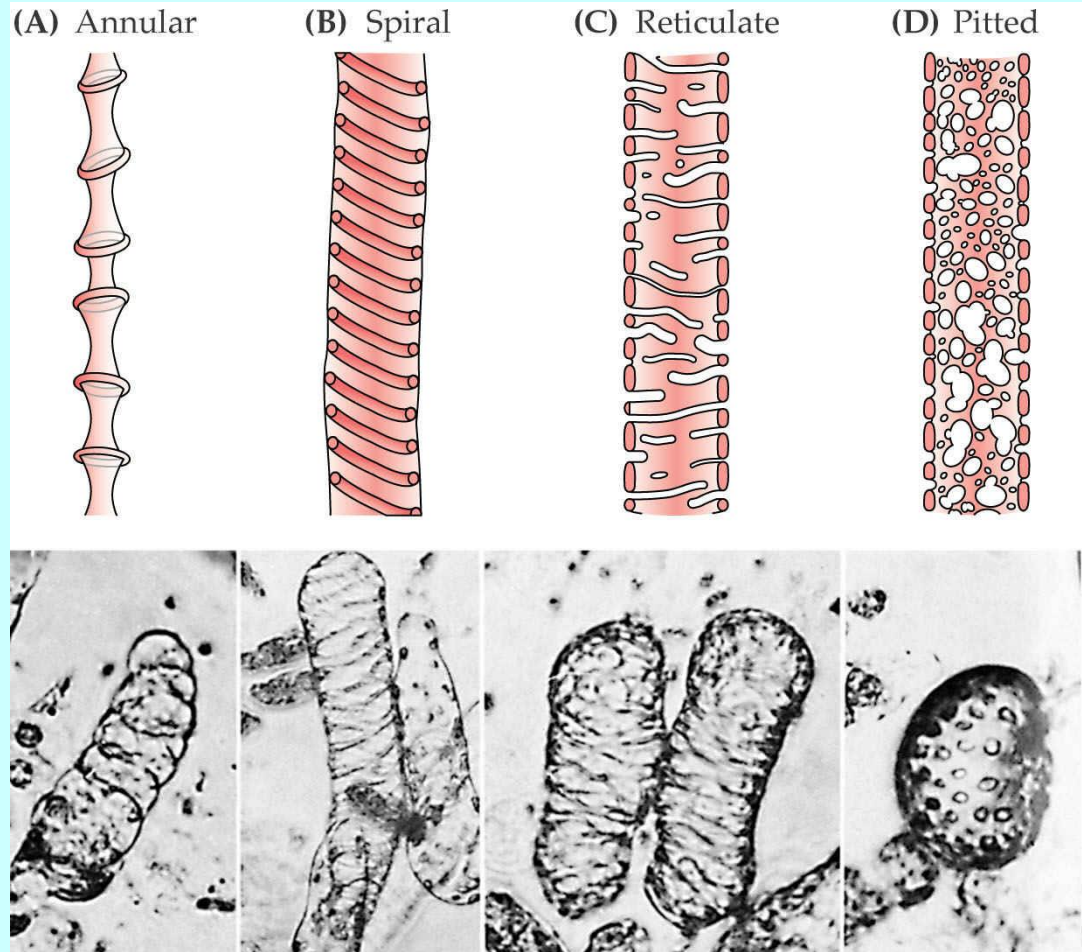
(B) Type II wall



Key:







- Factores que afectan el crecimiento
 - Todos los factores que afectan fotosíntesis, respiración, traslado de asimilados, absorción de Nutrientes Minerales.
 - Temperatura
 - Déficit hídrico
 - Nutrición mineral
 - Irradiancia
 - CO₂
 - O₂.

- Crecimiento
 - Carácter periódico.
 - Periodo de reposo
 - Dormición
 - Quiescencia
 - Crecimiento absoluto
- $CA = \Delta M / \Delta t$
- Crecimiento relativo: %

- Cinética del crecimiento.
 - Curva sigmoidea. Fases.
 - Fase logarítmica. Aumento exponencial.
 - Fase lineal. Aumento constante.
 - Fase de senescencia. Aumento decreciente.

Curva de incrementos diarios.

Índices de Crecimiento

- Cinética del crecimiento.
 - Curva sigmoidea
 - Fase exponencial o logarítmica (1,2,4,8,16)
 - Fase lineal o rectilínea (Incrementos constantes)
 - Fase madurez o senescencia (Decrecientes)
 - Representación gráfica

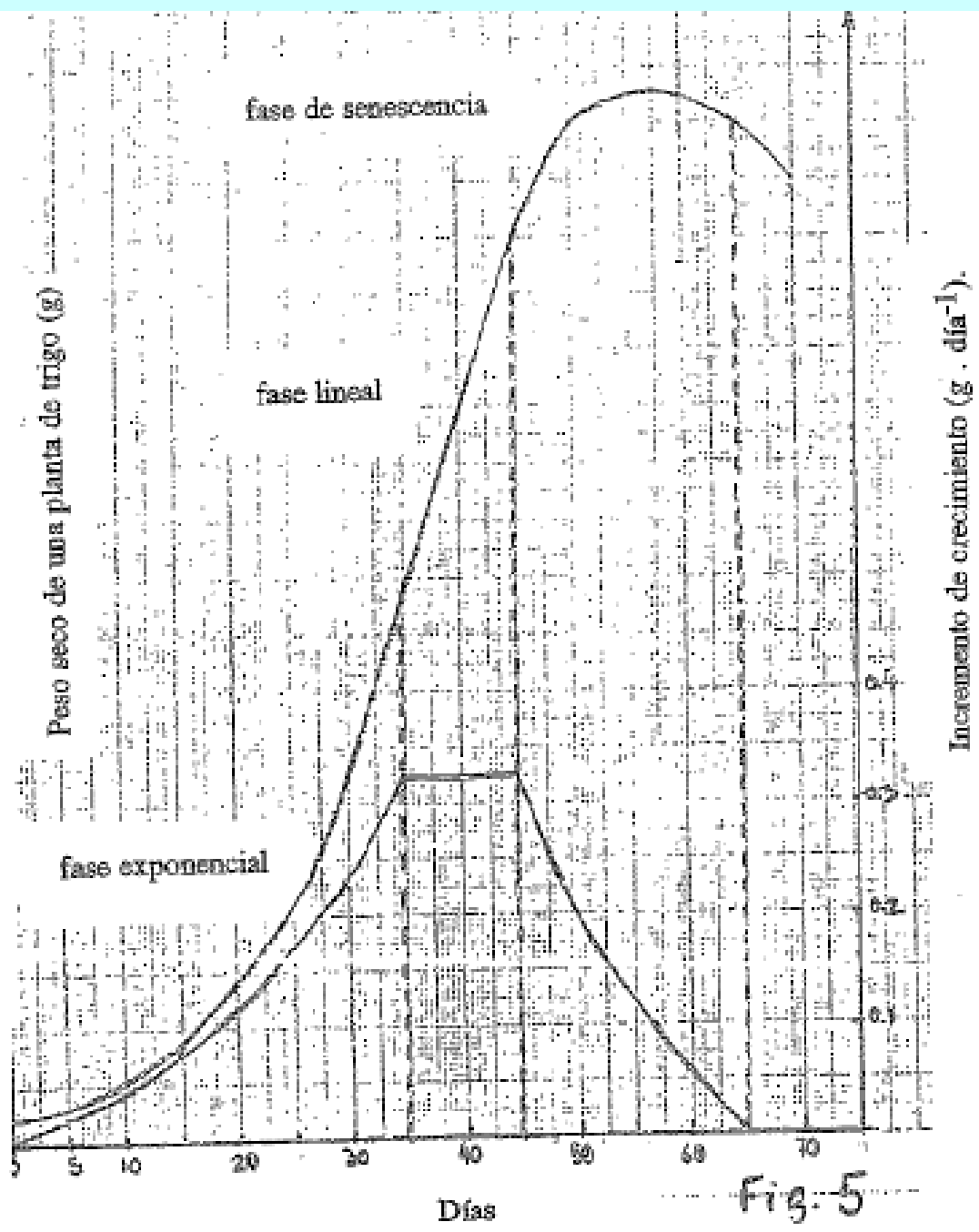
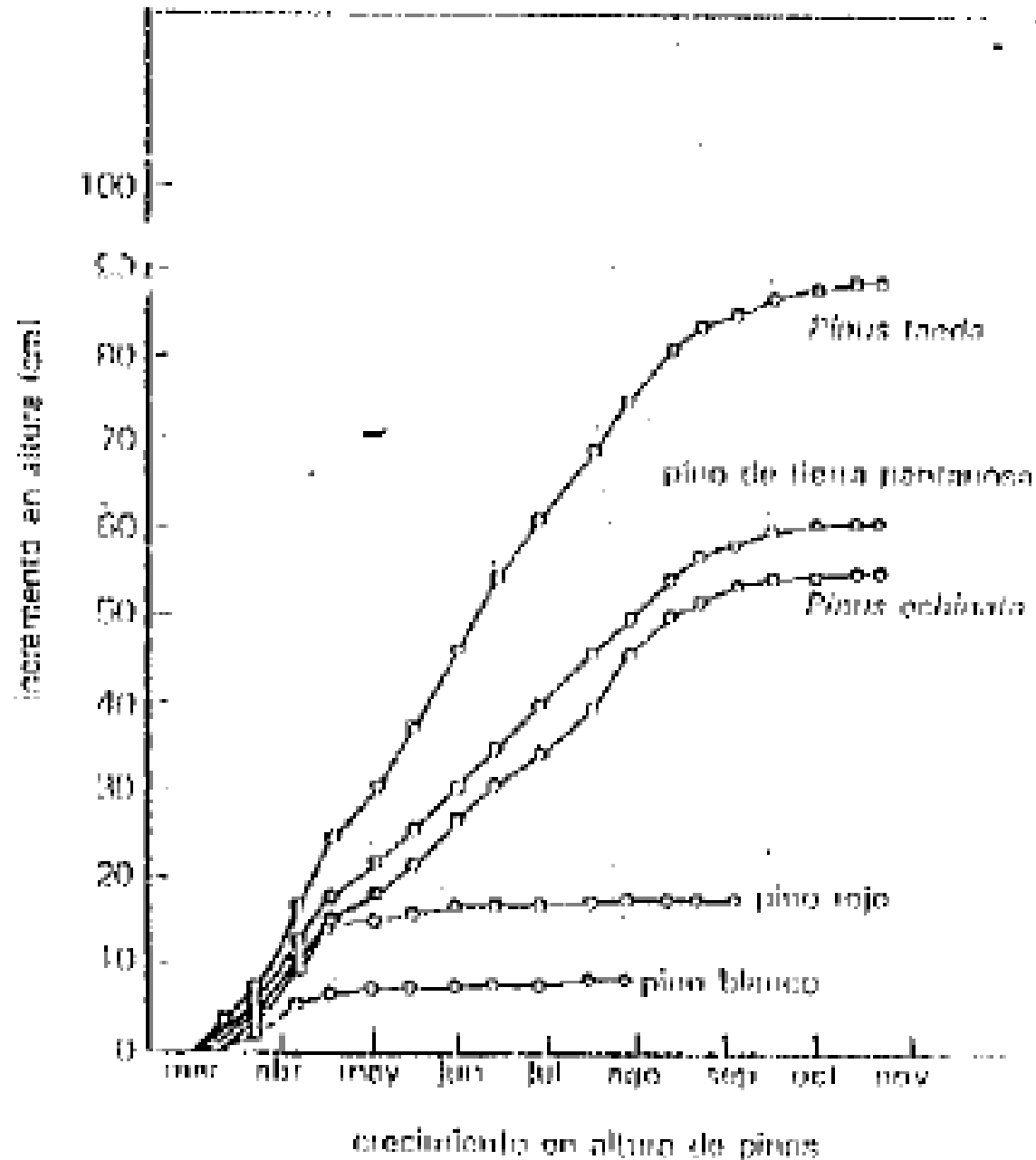
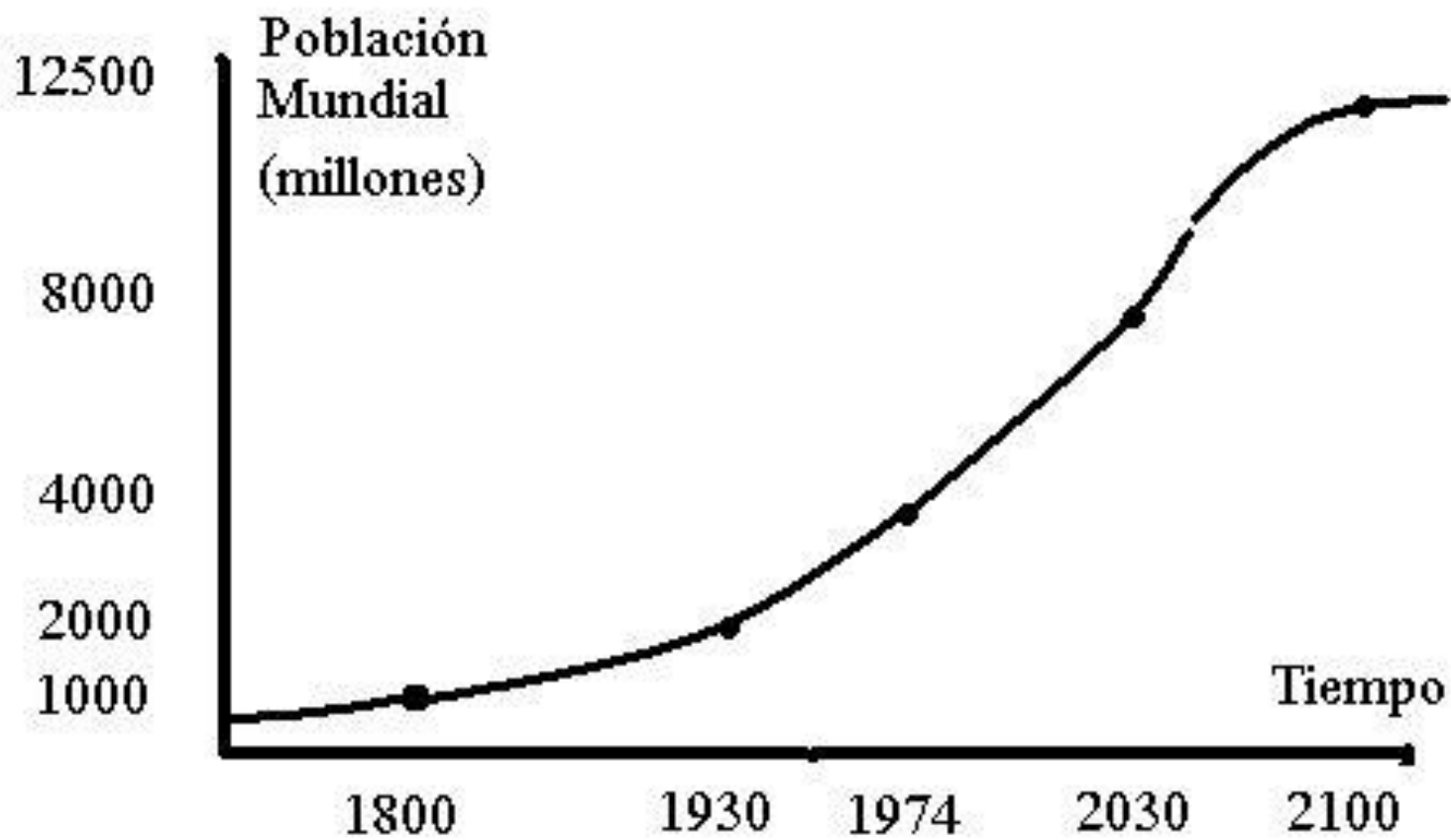


Fig. 5



Incremento en altura de pines



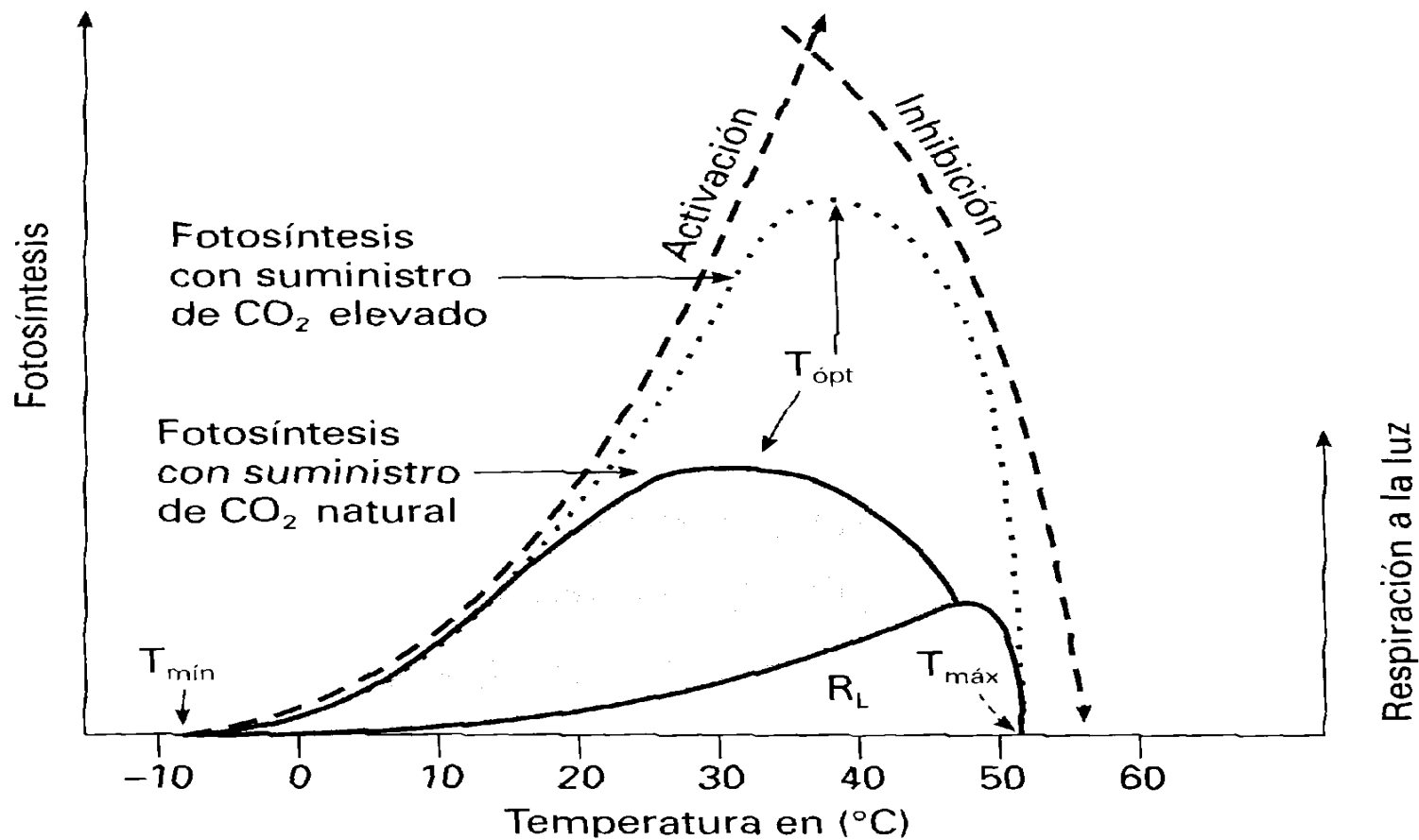
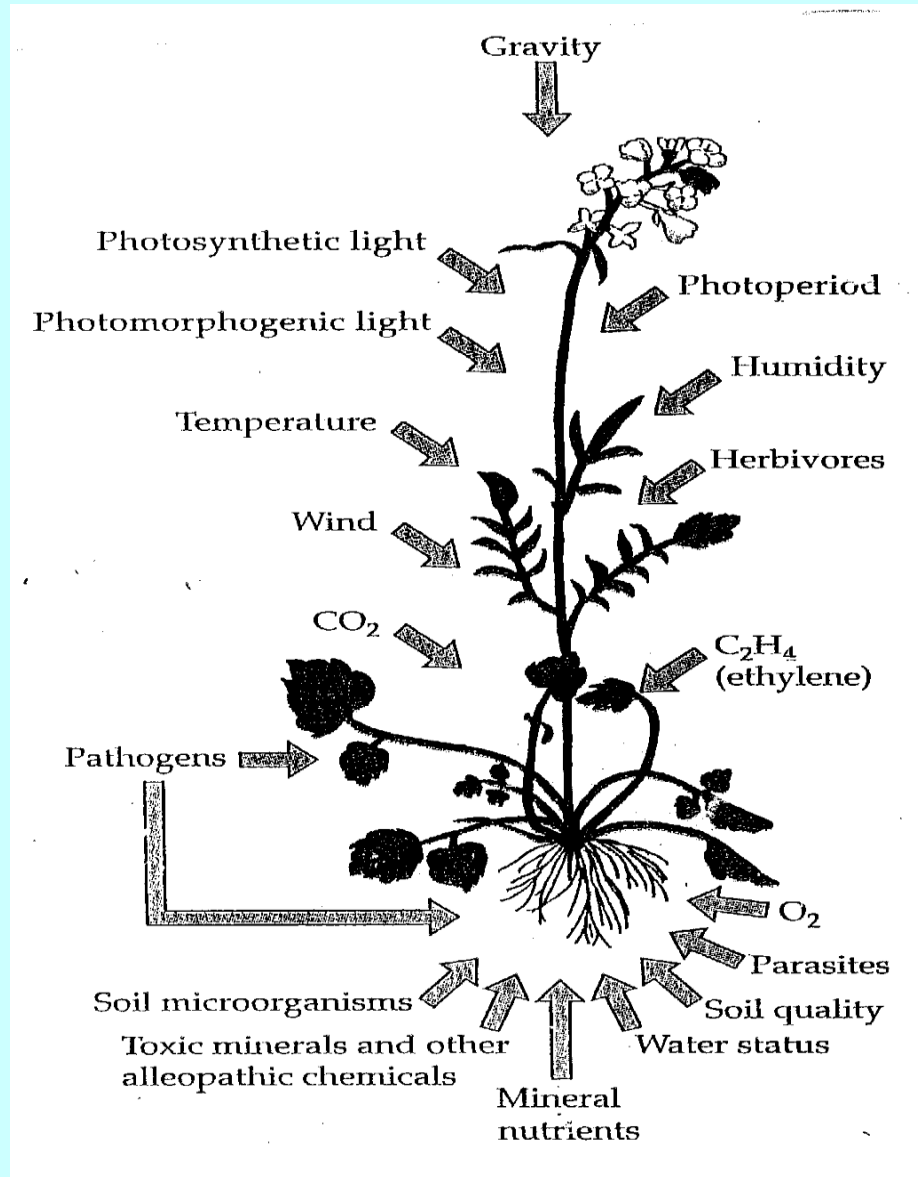
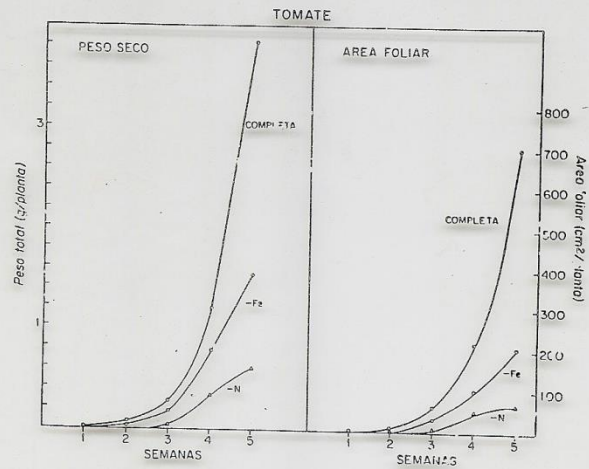


Figura 13-12. Respuestas a la temperatura de la fotosíntesis a niveles de CO_2 ambiental y elevado, en plantas C_3 . $T_{\text{ópt}}$: temperatura óptima para la fotosíntesis; $T_{\text{mín}}$: límite inferior de temperatura; $T_{\text{máx}}$: límite superior; R_L : estimación de la respiración a la luz (principalmente fotorrespiración). (Adaptado de Larcher, W. *Physiological Plant Ecology*. Springer-Verlag, 1995.)



La comparación de la figura 18 y la Tabla 12 destaca un hecho relevante para la interpretación del crecimiento de plantas en condiciones desfavorables. Las deficiencias de Fe y N afectan con más intensidad la producción de materia orgánica que la eficiencia de la superficie foliar en la síntesis de asimilados. Mientras el peso total a los 35 días de crecimiento se reduce en un 60% en disoluciones deficientes en Fe y en un 84% en disoluciones deficientes en N, la tasa foliar unitaria sólo es un 14% menor en el caso del Fe y un 27% en el caso del N. La razón es que la reducción de la productividad depende en mayor grado de la superficie foliar total que de la eficiencia asimilatoria. Más adelante se volverá sobre esto.



59

Fig. 18. Curvas exponenciales de crecimiento en peso y área de plantas de tomate en disoluciones Hoagland normal y deficientes en N y Fe. (Tomada de N.Motta, Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, U.C.V., 1975.)

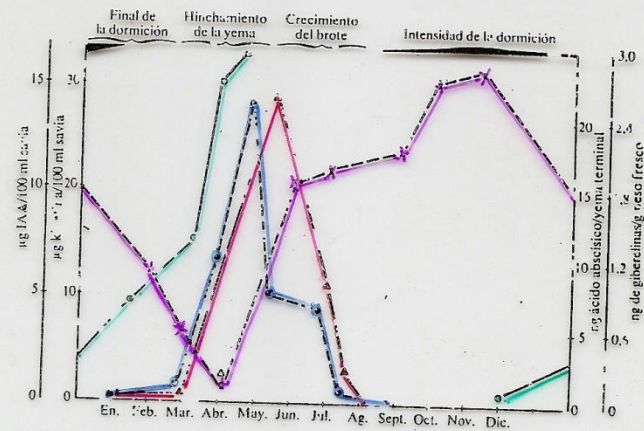


Figura 32.2.—Variaciones en el contenido de giberelinas (○—○), ácido indolacético (●—●), citoquininas (□—□) y ácido abscísico (■—■) durante el ciclo anual de crecimiento de varios árboles frutales (tomado de F. C. Salisbury and C. W. Ross, *Plant Physiology*, Wadsworth Publishing Co., Belmont, 1978).

Tabla 2. Tasas de Crecimiento Absoluto, Crecimiento Relativo y Foliar Unitario Conjuntamente con el Cociente de Área Foliar de Plantas de Tomate Cultivadas en Disoluciones Nutricionales Completas (Hoagland) o Deficientes en Fe o N (Motta, 1975)

Días de Crecimiento: 35

| Tratamiento | Tasa Absoluta de Crecimiento C (g/planta \times día) | Tasa de Crecimiento Relativo R (g/g \times día) | Tasa Foliar Unitaria E (g/n ² \times día) | Cociente de Área Foliar CAF (cm ² /g) |
|---------------------|---|--|---|---|
| Disolución completa | 0,37 | 0,16 | 9,05 | 180 |
| Fe | 0,12 | 0,11 | 7,82 | 130 |
| N | 0,04 | 0,08 | 6,64 | 110 |

- Coeficientes e índices del crecimiento.

- Crecimiento absoluto. Cm2.día

- $C A = \frac{P2 - P1}{t2 - t1}$

-

- Crecimiento relativo. Xx %

- $C R = \frac{P2 - P1}{P1} \cdot 100$

-

- Coeficientes e índices del crecimiento.
- Coeficiente de asimilación neta C.A.N.(E).
(Índice fisiológico)
 - Relaciona el incremento de MS y el AF a través del tiempo.

$$(P2-P1).(\ln H2-\ln H1)$$

$$E = \frac{(P2-P1).(\ln H2-\ln H1)}{(t2-t1).(H2-H1)} = \text{g. dm}^2 \text{ (de hoja).día}$$

Es afectado por todos los factores que modifican el metabolismo del Carbono, la nutrición, los estreses.

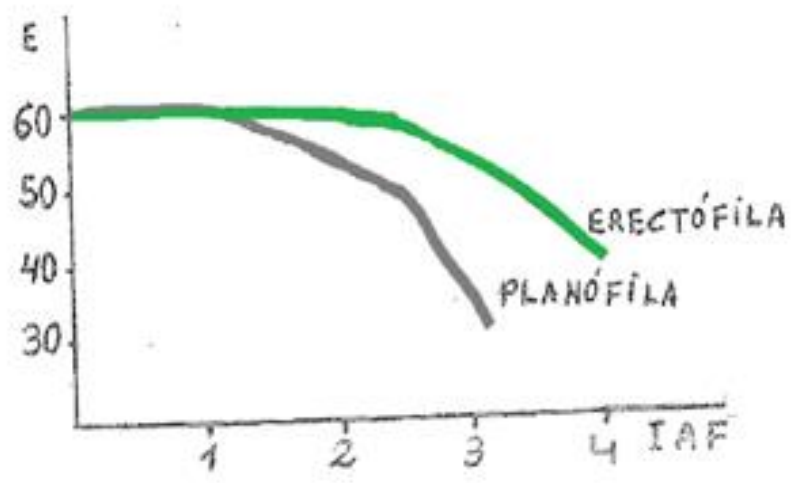
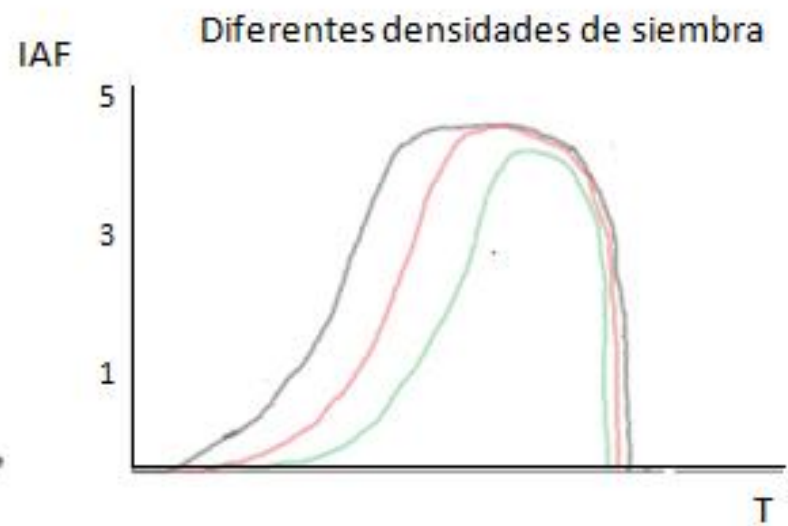
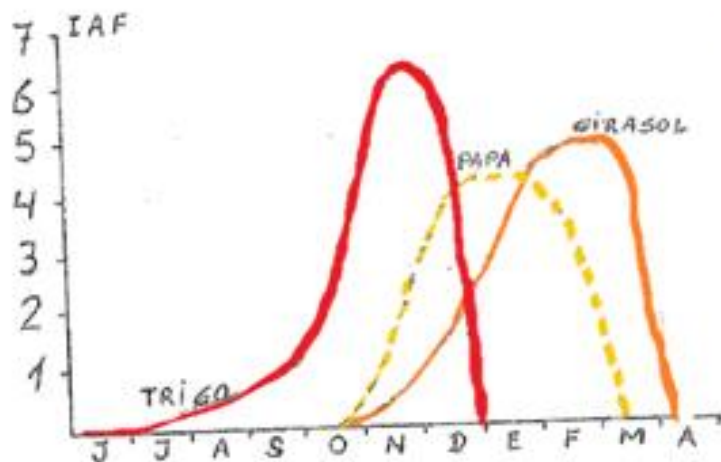
- Coeficientes e índices del crecimiento.
- Índice de Area Foliar (IAF)
 - Relaciona la superficie de hojas y la superficie de suelo.

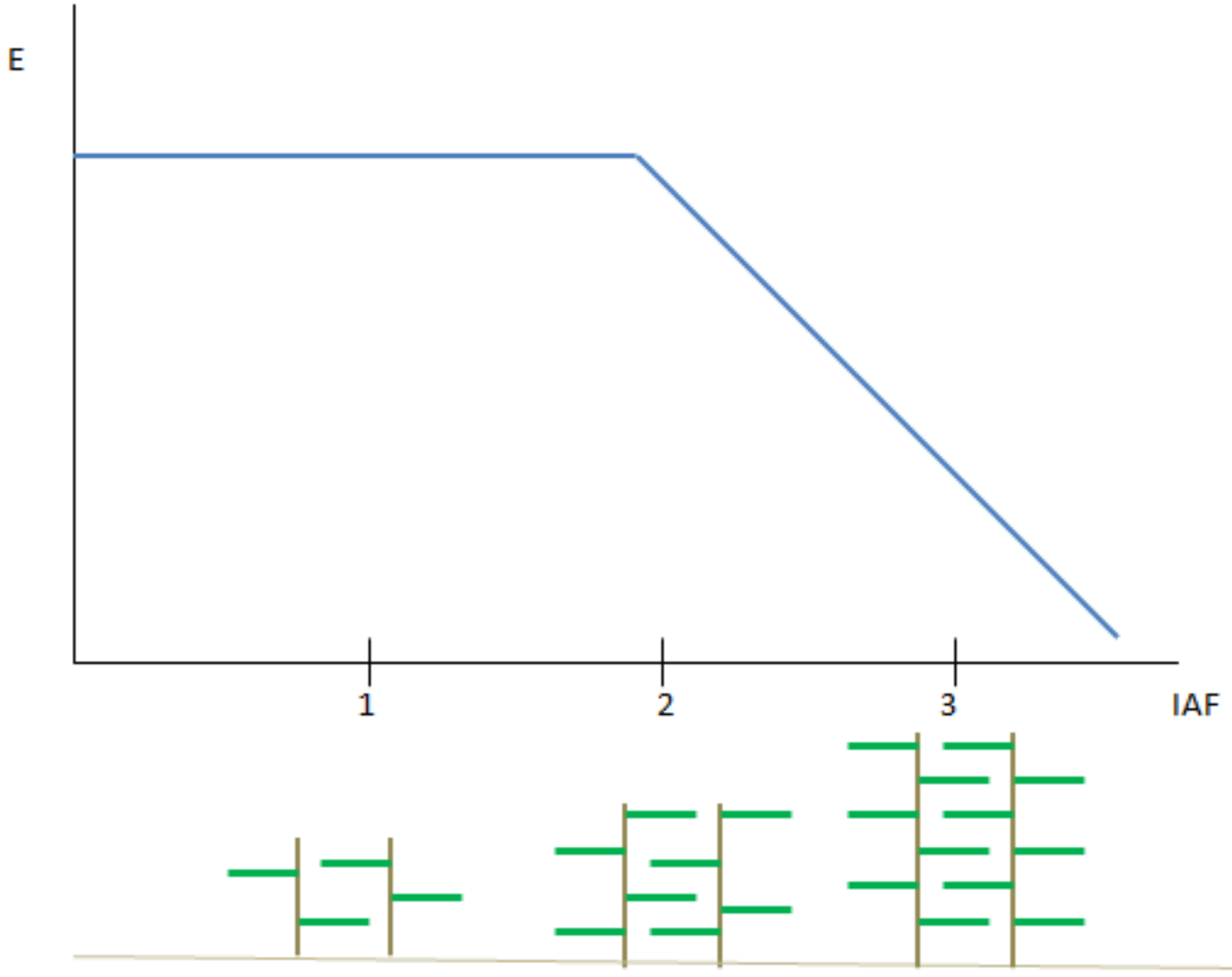
$$IAF = \frac{\text{(Superficie de hojas) (m}^2\text{)}}{\text{(superficie de suelo) (m}^2\text{)}}$$

Depende del estado del cultivo y de la arquitectura de las plantas.

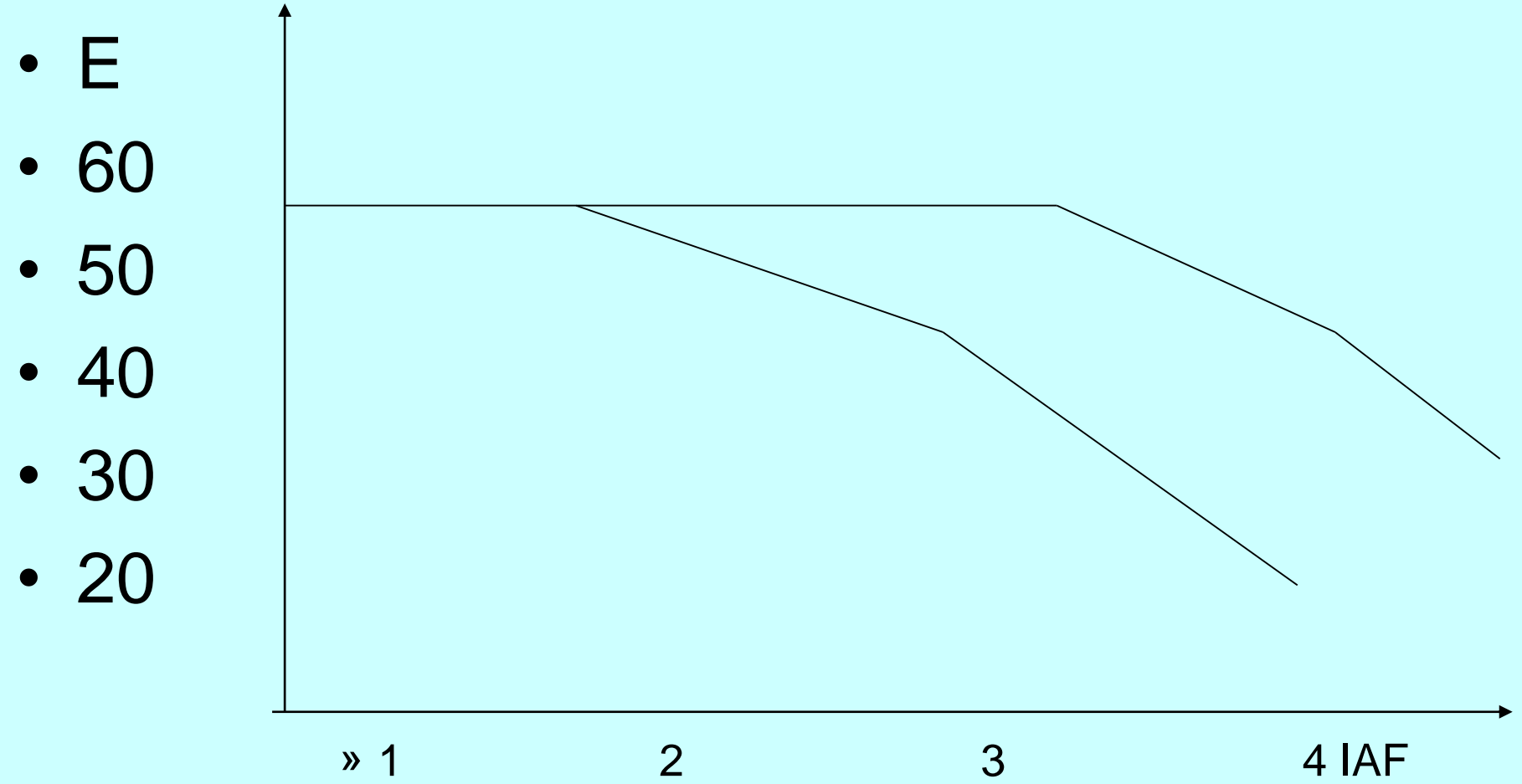
Planófilas.

Erectófilas.

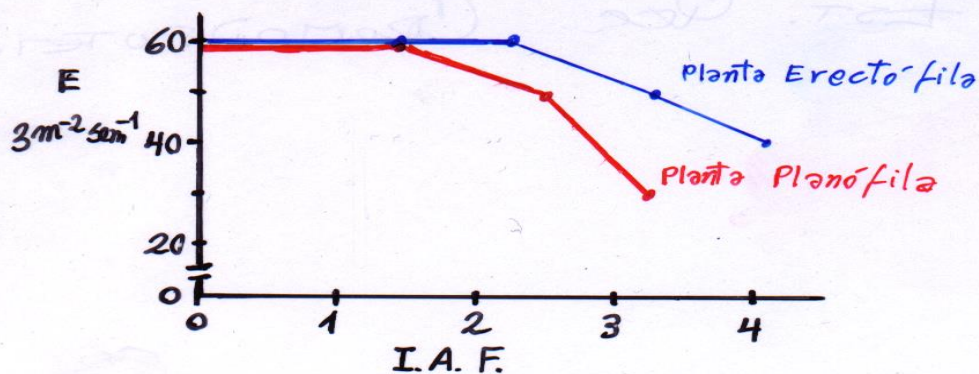
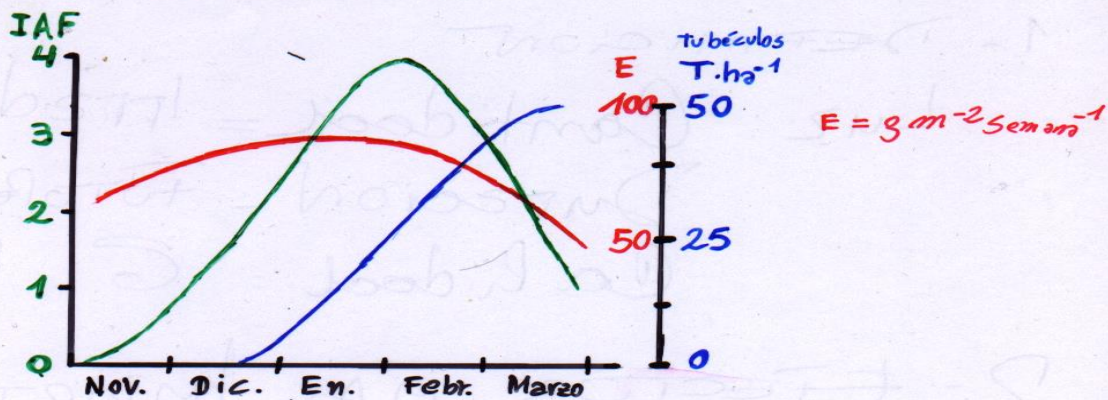




E en función del IAF



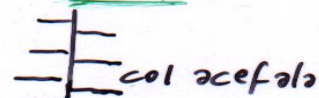
CULTIVO DE PAPA



| Densidad de siembra. pl.m ⁻² | IAF. m ² /m ² | $\frac{E}{3 \text{ m}^2 \text{ (h)}} \text{ sem}^{-1}$ | $\frac{C}{3 \text{ m}^2 \text{ (s)}} \text{ sem}^{-1}$ |
|---|-------------------------------------|--|--|
| 5 | 1,4 | 60 | 84 |
| 10 | 2,4 | 50 | 120 |
| 15 | 3,2 | 30 | 96 |
| 5 | 1,2 | 60 | 72 |
| 10 | 2,3 | 60 | 138 |
| 15 | 3,3 | 50 | 165 |
| 20 | 4,1 | 40 | 164 |

ARQUITECTURA DE LA PLANTA

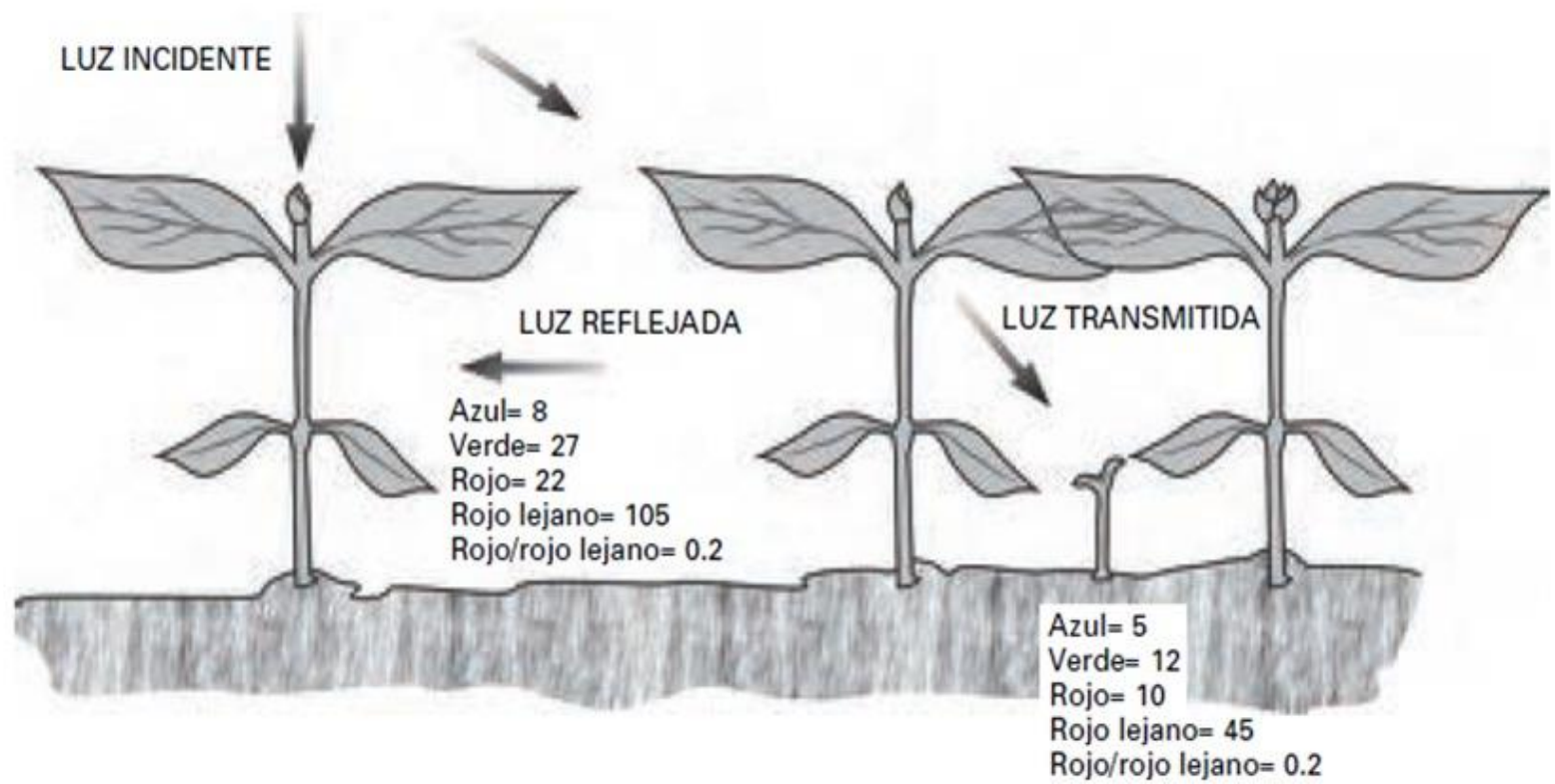
Planófila



Erectófila



Azul= 230
Verde= 350
Rojo= 380
Rojo lejano= 350
Rojo/rojo lejano= 1.1



Arquitectura erectófila, bien marcadas en las hojas superiores del canopeo



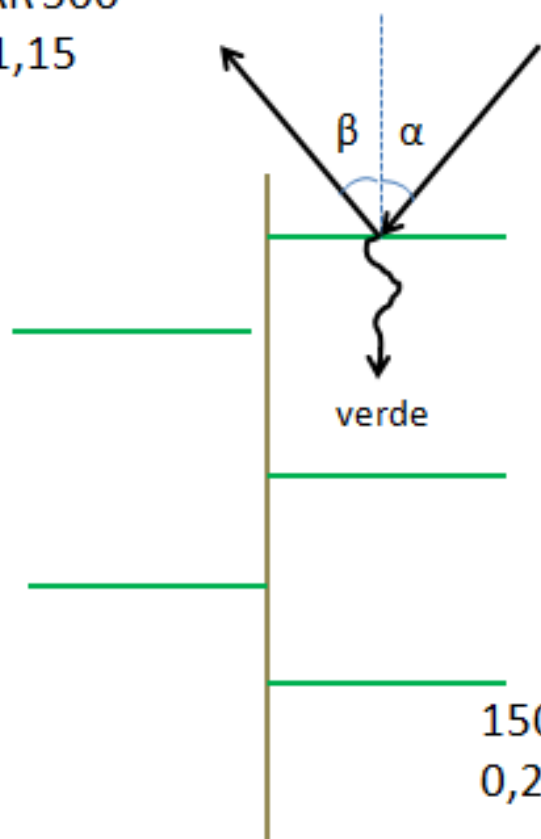




10 a 25 %

PAR 500

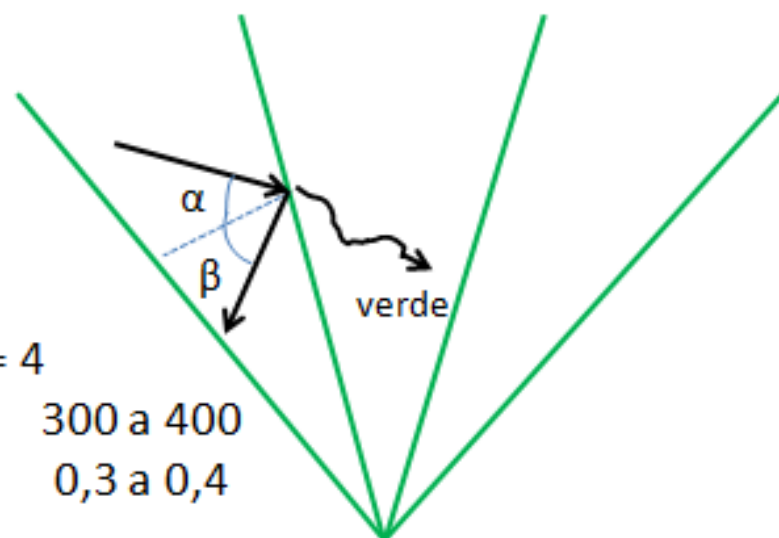
Z 1,15



planófila

PAR 2000

Z 1,15

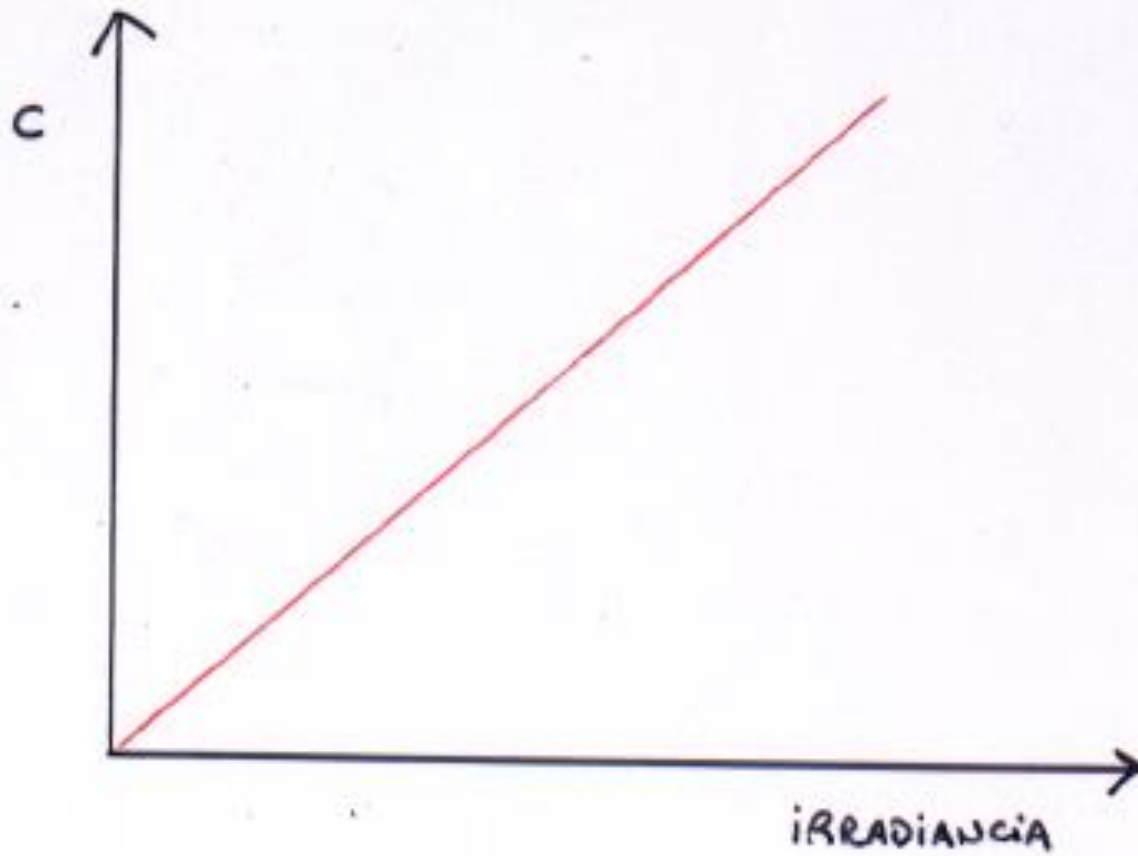


IAF = 4

PAR 300 a 400

Z 0,3 a 0,4

erectófila



$$C = E \times IAF$$

A scenic autumn landscape featuring a path covered in fallen yellow leaves. The path is flanked by trees with vibrant yellow foliage and a wooden fence on the right. The scene is bathed in warm, golden light, creating a peaceful and nostalgic atmosphere.

*Muchas
gracias*