

## Forma que actúan los patógenos sobre las plantas

---

---

---

---

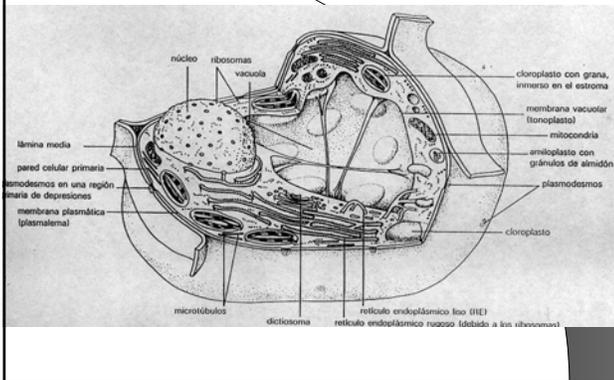
---

---

---

---

## Célula vegetal




---

---

---

---

---

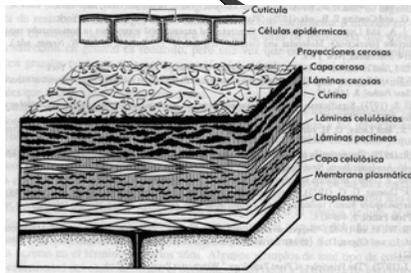
---

---

---

## Estructura y composición de la cutícula de células epidérmicas

- Capa cerosa
- Cutina
- láminas celulósicas
- láminas pécticas
- capa de celulosa
- membrana citoplasmática
- citoplasma




---

---

---

---

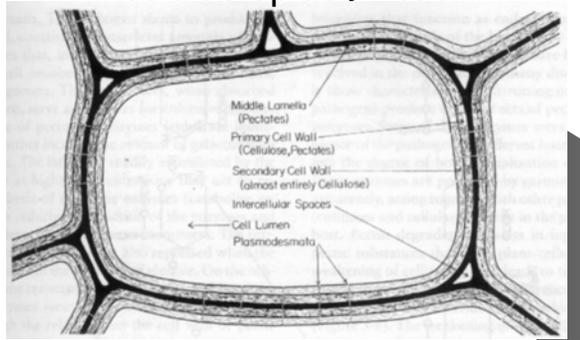
---

---

---

---

## Estructura y composición de la cutícula y pared celular de las células epidérmicas




---

---

---

---

---

---

---

---

## Para que un patógeno pueda infectar una planta debe ser capaz de:

- construir un camino dentro y a través de la planta
- obtener nutrientes de la planta
- neutralizar las defensas de las plantas

---

---

---

---

---

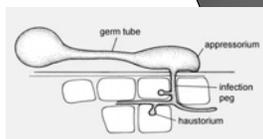
---

---

---

## Fuerzas mecánicas que ejercen los patógenos sobre las plantas:

- Algunos hongos, plantas parásitas y nemátodos aplican “presión mecánica”
- La presión mecánica muchas veces no es suficiente
  - Existe un cierto grado de pre-ablandamiento
  - Secreciones enzimáticas ayudan al patógeno




---

---

---

---

---

---

---

---

## Para que un hongo o planta parásita pueda penetrar necesita:

- adherirse a la superficie
  - fuerzas intermoleculares de las superficies en contacto
  - mucilago y/o enzimas secretado por la hifa
  - superficies húmedas
  - sustancias adhesivas

---

---

---

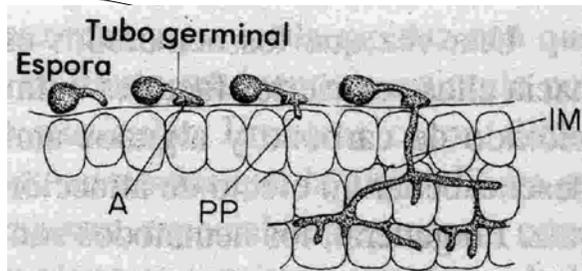
---

---

---

---

---



- Luego del contacto:
  - Formación del apesorio ( incrementa la adherencia)
  - Debajo del apesorio se forma la hifa de penetración
    - Degradación Enzimática de las Sustancias pécticas:

---

---

---

---

---

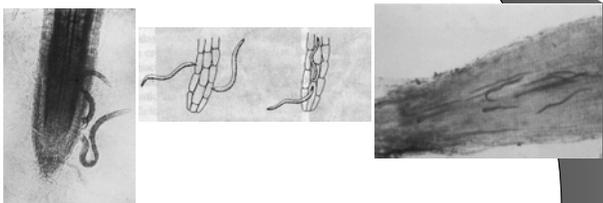
---

---

---

## Para que un nemátodo penetre:

- Se adhiere mediante succión de los labios
- Ejerce fuerza mecánica, presionando varias veces con el estilete hasta romper la pared



---

---

---

---

---

---

---

---

## Armas químicas de los patógenos:

- Los efectos de los patógenos en las plantas son el resultado de reacciones bioquímicas entre las sustancias del patógeno y la planta
- Sustancias involucradas:
  - Enzimas (ej.: Erwinia carotovora)
  - Toxinas (ej.: Bipolaris)
  - Reguladores de crecimiento (ej.: Agrobacterium)
  - polisacáridos (ej.: Ralstonia)
- Con excepción de los virus y viroides, todos los patógenos producen estas sustancias

---

---

---

---

---

---

---

---

## Armas químicas de los patógenos:

- Enzimas:
  - desintegran componentes estructurales,
  - degradan sustancias nutritivas inertes
  - afectan el protoplasto interfiriendo con sistemas funcionales de la célula
- Toxinas:
  - actúan sobre el protoplasto
  - dificultando la permeabilidad y funcionamiento celular
- Reguladores de crecimiento:
  - efecto hormonal (afectan la capacidad de dividirse y crecer)
- Polisacáridos: importantes en enferm. vasculares

---

---

---

---

---

---

---

---

## Enzimas

- Grandes moléculas proteínicas que catalizan todas las reacciones interrelacionadas en una célula viva
- para cada reacción química hay una enzima distinta que cataliza la reacción en la célula

---

---

---

---

---

---

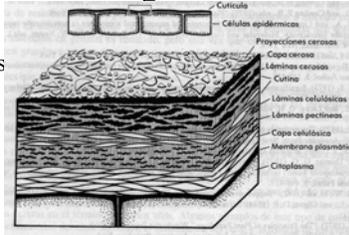
---

---

## Degradación de Sustancias de la Pared Celular

### Cera Cuticular:

- La mayoría de hongos y parásitos de plantas atraviesan mecánicamente las ceras
- Algunos patógenos (*Puccinia hordei*), producen enzimas que degradan las ceras




---

---

---

---

---

---

---

---

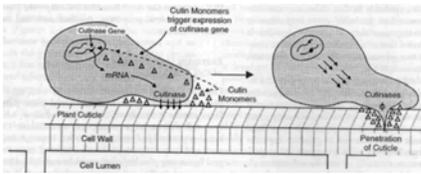
---

---

## Degradación de Sustancias de la Pared Celular

### ● Cutina:

- Hongos y bacterias producen cutinasas
- Los hongos constantemente producen bajos niveles de cutinasas
- monómeros de cutina estimulan la producción de mas cutinasas.




---

---

---

---

---

---

---

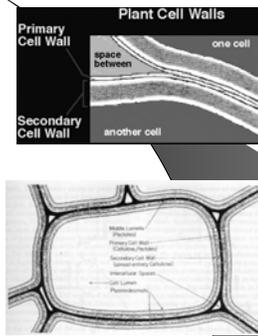
---

---

---

## Degradación de Sustancias Pécicas

- Principal componente de la lamina media
- polisacáridos compuesto principalmente de ácido galacturónico (entremezclado con moléculas de ramnosa y pequeñas cadenas laterales de ácido galacturónico)
- Las pectinasas, enzimas pectolíticas o pectinolíticas, degradan las sustancias pécicas




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Degradación de Sustancias pécticas

### ● Enzimas pectinolíticas:

- **Pectin metil esterasa (PME):** remueve pequeñas ramificaciones de las cadenas pectínicas, no afecta la longitud, altera la solubilidad de la pectina y la vuelve mas sensible al ataque de las otras enzimas
- **Poligalacturonasas (PG, PMG):** Rompen las cadenas pécticas añadiendo una molécula de agua e hidrolizando el enlace entre dos moléculas de ácido galacturónico
- **Pectinliasas (PTE, PATE):** Rompen las cadenas pécticas removiendo una molécula de agua y liberando productos con un doble enlace insaturado

---

---

---

---

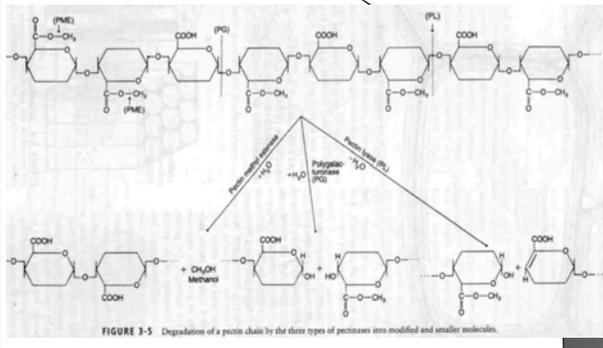
---

---

---

---

## Degradación de Sustancias pécticas:




---

---

---

---

---

---

---

---

## Degradación de Sustancias pécticas:

- **Acido galacturónico:**
  - ácido péctico (<75%)
  - pectina (>75%)
- **Enzimas pectinolíticas:**
  - ácido péctico
    - Poligalacturonasa (PG)
    - Acido pectico trans eliminasa (PATE)
  - pectina
    - Pectin metil galacturonasa (PMG)
    - Pectin transeeliminasa (PTE)
  - ramificaciones de ácido galacturónico
    - Pectin metil esterasa (PME)

---

---

---

---

---

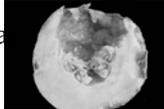
---

---

---

## Degradación de Sustancias pécticas:

- Endopectinasas
- Exopectinasas
- Monómeros de ácido galacturónico sirven como inductores para la producción de enzimas
- En presencia de glucosa se reprime la producción de enzimas... Porque?
- Involucrado en pudriciones blandas




---

---

---

---

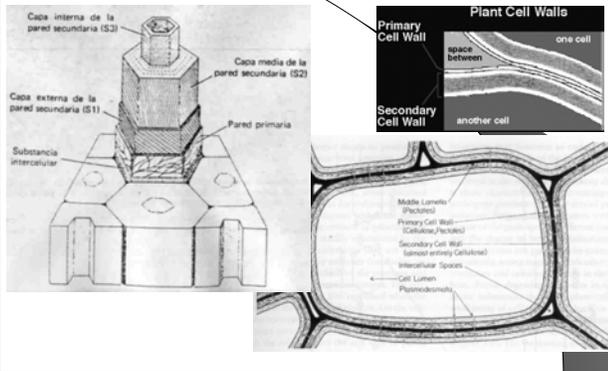
---

---

---

---

## Degradación de Celulosa




---

---

---

---

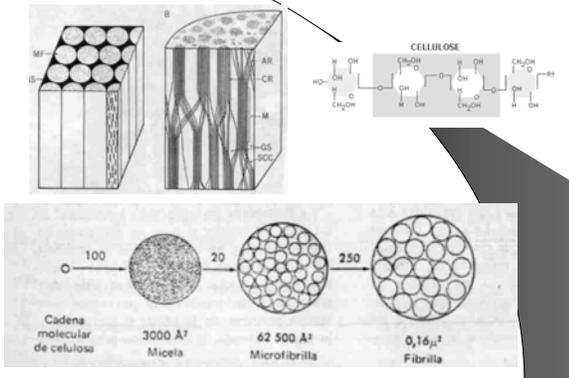
---

---

---

---

## Degradación de Celulosa




---

---

---

---

---

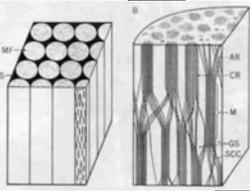
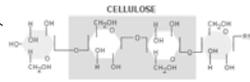
---

---

---

## Degradación de Celulosa

- Polisacárido, moléculas de glucosa unidas en cadena.
- Microfibrillas
- son la unidad básica estructural de la pared celular
  - Tejidos no leñosos en grass: ??
  - Leño maduro: ??
  - fibra de algodón: ??
- Pectinas, hemicelulosas y lignina, rellenan las microfibrillas
- la degradación de la celulosa produce ...?




---

---

---

---

---

---

---

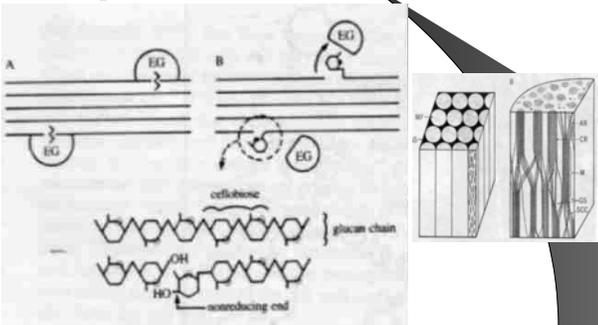
---

---

---

## Degradación de Celulosa

- **Endoglucanasa** (endo  $\beta$  1,4-glucanasa; C1, C2): rompe los enlaces transversales entre las cadenas




---

---

---

---

---

---

---

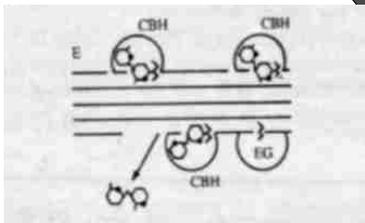
---

---

---

## Degradación de Celulosa

- **1,4  $\beta$  glucano celobiohidrolasa (Cx)**: degradan la celulosa a celobiosa




---

---

---

---

---

---

---

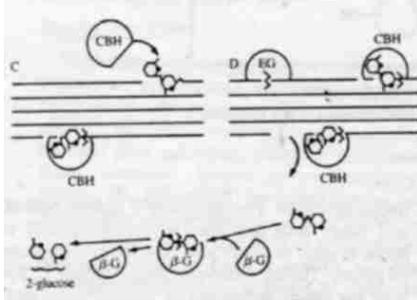
---

---

---

## Degradación de Celulosa

- $\beta$  glucosidasa: degrada la celobiosa a glucosa




---

---

---

---

---

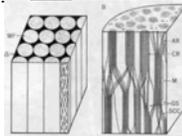
---

---

---

## Degradación de Hemicelulosa

- Mezclas complejas de polímeros de polisacáridos
- Composición variable: entre plantas, partes de la planta y estado fenológico de la planta.
- Los polímeros hemicelulósicos incluyen:
  - Xiloglucano
  - glucomananos
  - galactomananos
  - arabinogalactomanano
- Xiloglucano: constituido por cadenas de glucosa con ramificaciones terminales de cadenas de xilosa y galactosa, arabinosa y fucosa




---

---

---

---

---

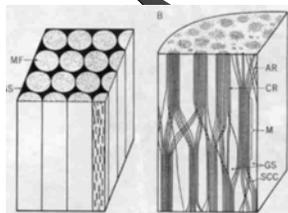
---

---

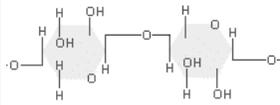
---

## Degradación de Hemicelulosa

- Enzimas que intervienen:
  - xylanasas
  - galactanasas
  - glucanasas
  - arabinasas
  - manasas
  - etc...asas



HEMICELULOSE




---

---

---

---

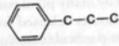
---

---

---

---

## Degradación de Lignina



- Fenilpropano : unidad básica estructural
- Presente en lamina media y pared celular secundaria de vasos xilémicos y fibras de plantas
- Es el mas resistente a la degradación enzimática
- Planta leñosa madura: 15-38% de lignina
- Que organismos degradan lignina????

---

---

---

---

---

---

---

---

## Degradación de Proteínas estructurales de la pared celular

- 5 tipos de proteínas:
  - Extensinas (glicoproteínas)
  - Proteínas ricas en prolina
  - Proteínas ricas en Glicina
  - Lectinas
  - Proteínas arabinogalactanos
- Se acumulan en respuesta a moléculas elicitoras liberadas por el hongo
- el desdoblamiento de estas proteínas es similar a aquellas encontradas dentro de la planta

---

---

---

---

---

---

---

---

## Degradación de Sustancias dentro de la célula

- Algunos nutrientes (aminoácidos y azúcares) son pequeños y pueden ser absorbidos directamente por los patógenos
- Otros nutrientes como proteínas, almidón y lípidos tienen que ser desdoblados para poder utilizarse como nutrientes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Degradación de Proteínas dentro de la célula

- Proteínas: formadas por la unión de muchas moléculas de aminoácidos (alrededor de 20 tipos diferentes)
- **Proteasas:** enzimas que degradan proteínas (similares a enzimas en animales)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Degradación del Almidón

- Almidón: polímero de glucosa
- Presente en dos formas:
  - Amilosa (molécula lineal)
  - Amilopectina (molécula ramificada)
- Principal polisacárido de reserva
- **Amilasas:** desdoblan el almidón a glucosa

---

---

---

---

---

---

---

---

## Degradación de lípidos

- Encontramos:
  - aceites y grasas : (semillas)
  - ceras : (células epidermales)
  - fosfolípidos y glicolípidos: (membrana celular)
- **Lipasas v Fosfolipasas:** liberan ácidos grasos de las moléculas de lípidos.
- Los ácidos grasos son usados directamente por el patógeno.
- Algunos ácidos grasos elicitán los mecanismos de defensa
- Otros actúan como compuestos antimicrobianos

---

---

---

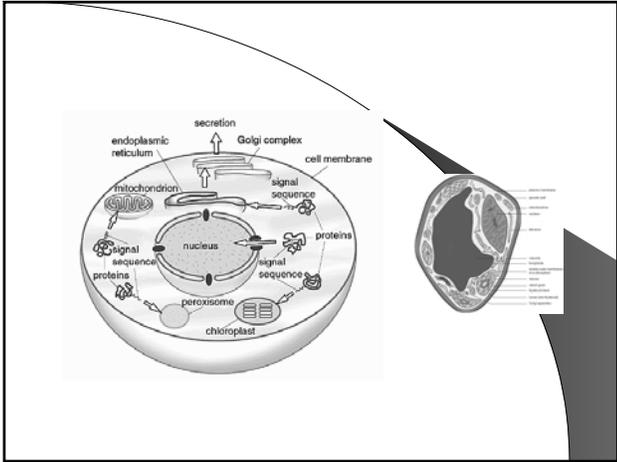
---

---

---

---

---




---



---



---



---



---



---



---