



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Departamento de Botánica Agrícola
Cátedra de Fitopatología
Protección Vegetal III



Principios de Fitopatología

Prof.^a Nelly Sanabria

Maracay, Enero 2009

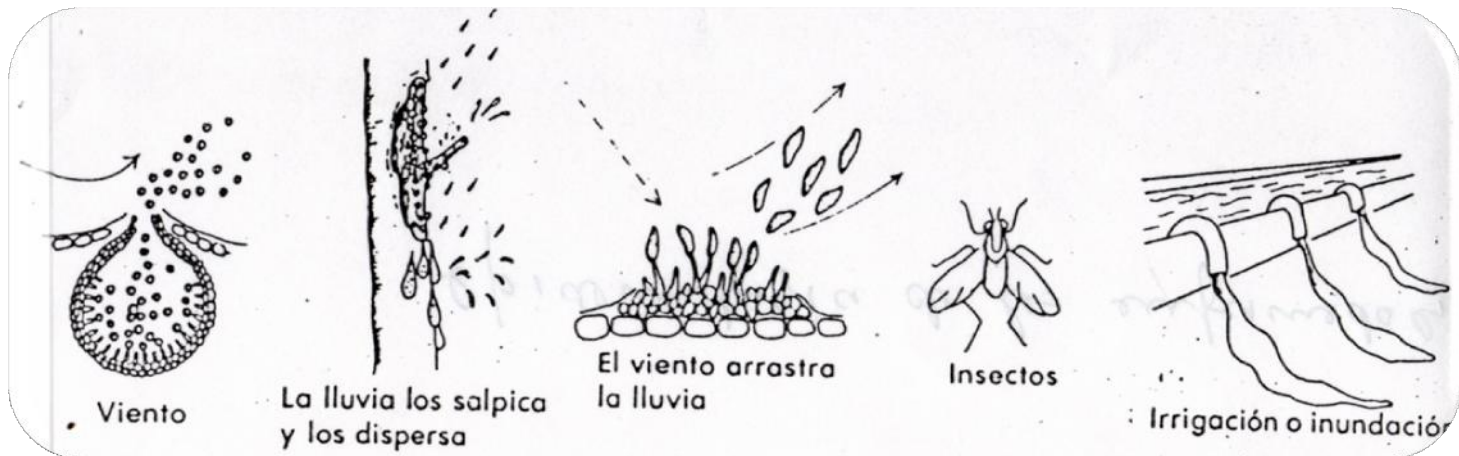
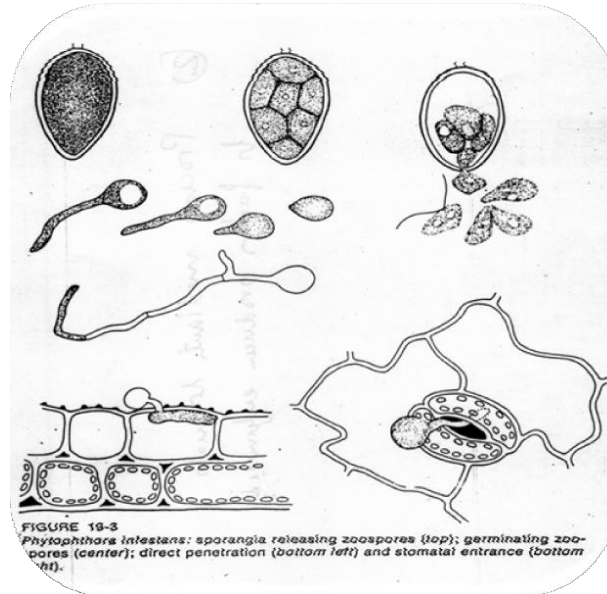
La fitopatología es la ciencia que se encarga del estudio de las enfermedades en las plantas, y por lo tanto se encarga de estudiar:



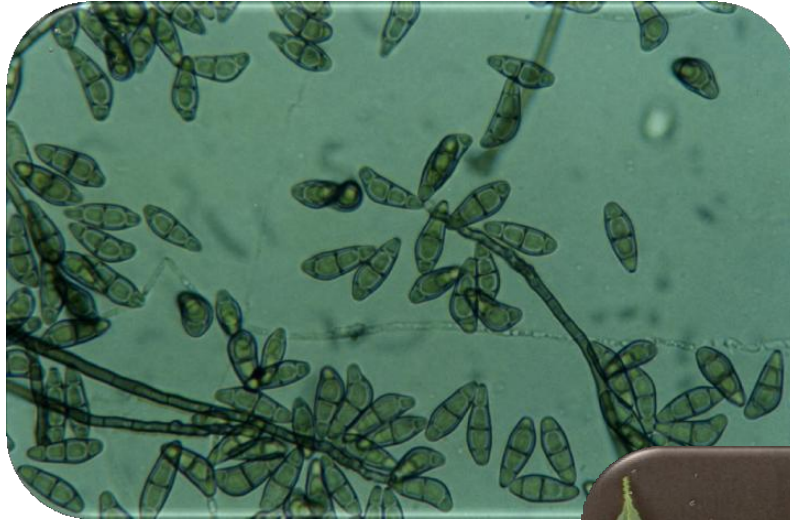
- El organismo causante de la enfermedad.
- El hospedante como sustrato del patógeno.
- Las condiciones ambientales presentes cuando ocurren las enfermedades en las plantas.



- Los procesos mediante los cuales esos factores producen las enfermedades.



- Las interacciones que se establecen entre los agentes causantes y el hospedante.



- Los métodos para prevenir las enfermedades.
- Control de las enfermedades antes o después que se desarrollen en las plantas.

Estos son los objetivos básicos de la fitopatología.



- Las enfermedades de las plantas pueden ser causadas por hongos, bacterias, micoplasmas, plantas superiores parásitas, virus, viroides, nematodos, protozoarios y otros.
- Otros causantes de enfermedad pueden ser excesos o deficiencia de nutrimentos, desequilibrio de algunos factores físicos o químicos del suelo y del ambiente como la temperatura y la humedad; éstos se conocen como factores abióticos.

Ciencias Básicas que apoyan el estudio de una enfermedad

- Anatomía vegetal, Morfología vegetal, Botánica Sistemática.

Sintomatología
Patogénesis

- Fisiología vegetal

Relación hospedero-parásito

- Edafología

Etiología
Sintomatología

- Genética

Control
Etiología

- Virología

Etiología

- Nematología

Etiología

- Bioquímica

Relación hospedante-parásito
Etiología

Ciencias Básicas que apoyan el estudio de una enfermedad

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| • Meteorología | Epifitología |
| • Química | Epifitología
Control |
| • Micología | Etiología |
| • Bacteriología | Etiología |
| • Entomología | Epifitología |
| • Microbiología | Etiología |

Breve Reseña Histórica de la Fitopatología

- Aunque la fitopatología es una ciencia nueva porque sus inicios data de la segunda mitad del siglo XIX, las enfermedades de las plantas se conocen desde el comienzo de la vida vegetal.
- Los estudios paleobotánicos han revelado la existencia de manchas foliares en vegetales en las primeras edades de la tierra.
- Enfermedades como las royas, tizones, añublos, mildius y carbones, han sido observadas desde los tiempos más remotos de la antigüedad.
- Según la Biblia, en el Antiguo Testamento, los hebreos tenían conocimiento de esas enfermedades, y atribuían su causa a la ira de Dios.

La historia de la fitopatología se divide para su mejor comprensión en cinco edades: antigua, Pre Moderna, Moderna y Contemporánea.

EDAD ANTIGUA

- Los griegos atribuían un origen divino a las enfermedades que atacaban a los cultivos. Conocieron las royas de los cereales y los llamaban robigo, Dios de las royas.
- Aristóteles (384-322 A.C) registró las incidencias periódicas de las royas del trigo, observando que en unos años era mayor que en otros y relacionó esto con las condiciones ambientales.
- Teofrasto (370- 386 A.C) Publica el libro “Historia de las plantas” en el cual hace referencia a las enfermedades, señalando el hecho que las plantas cultivadas eran más susceptibles a éstas que los silvestres. También distingue las enfermedades parasitarias de las fisiológicas.

PERÍODO ROMANO

- Las royas del trigo constituyeron para los romanos el más serio castigo de los Dioses. Palodio los llamó “Máxima Peste Vegetal”.
- Los romanos celebraban fiestas llamadas “Robigalias” anualmente con procesiones solemnes y sacrificios en honor a dos divinidades: Robigans y Robigo, para apartar las royas de los trigales.

Los “Cerialias” eran festividades efectuadas en el circo y consistía en cacerías de un zorro al cual alaban a la cola antorchas encendidas que simbolizaban a las royas, y el animal al salir corriendo aterrizado por el fuego, se suponía que dejaba a las royas de los cultivos.

- Plinio, de acuerdo a sus observaciones, dejó las siguientes recomendaciones para controlar las royas:
 - 1.- Sacudimiento de los trigales.
 - 2.- Siembra temprana, buscando la maduración anticipada de los granos antes de que se presentara la enfermedad.
 - 3.- Plantar estacas de Laurel en el campo para que las royas pasaran a estas.
- En el siglo XVI Gabriel Alonzo De Herrera publica la obra “Agricultura General” donde establece medidas profilácticas muy curiosas para el tratamiento de las enfermedades.

EDAD PRE-MODERNA

- Comienza en el siglo XVII cuando las enfermedades de las plantas cobran importancia en Europa, a medida que se intensifican los cultivos, hasta el primer decenio del siglo XIX.

- Las ciencias naturales progresan y se realiza el primer intento para clasificar las enfermedades de las plantas, se escriben los primeros libros sobre Patología vegetal y se decreta la primera resolución sobre el control de la roya del trigo con el exterminio obligatorio del “agrachejo”.
- Los agricultores van a considerar a las enfermedades como inevitables contaminaciones debido a condiciones desfavorables del clima y suelo.
- A finales del siglo XVII y comienzos del siglo XVIII, el concepto autogenista toma cuerpo y predomina en la patología vegetal; fundándose en la teoría de que las enfermedades eran producidas por alteraciones de la savia, excluyéndose las intervenciones de agentes extraños a la planta.
- Heinrich Hesse (1690) consideraba entre los principales causantes de tizón o quemados de los árboles “La savia superflua con inflamación de la misma”.
- Galileo lanza la hipótesis de los daños causados sobre las plantas por la acción simultánea de las royas del sol, la neblina (efectos galileo) .
- A finales del siglo XVIII, los botánicos se dedican al estudio de los hongos parásitos, tratando de establecer la relación entre estos y las plantas parásitadas.

- Los italianos hacen el primer aporte al desarrollo de la fitopatología:
 - .- Micheli (1729) describe hongos de los géneros *Aspergillus*, *Botritis* y *Puccinia*.
 - .- Fontana (1767) estudia algunas enfermedades entre royas y carbones.
 - .- Targioni-Tozzetti (1766) señalan que las royas u los carbones del trigo consistían en la vegetación del hongo que emergía debajo de la epidermis de la planta.
 - .- Tillet (1755) publicó un trabajo demostrando que la enfermedad sobre el carbón del trigo demostrando que la enfermedad era contagiosa y se controlaba con agua que contenía sal y cal, sin embargo no consideró el polvo de los carbones como esporas del causante, sino más bien como conductores de la entidad infecciosa.
 - .- Bemdict Prevost (1807) observó la germinación de las esporas del causante del carbón hediondo del trigo en agua en el laboratorio, logró infectar plantas sanas con esporas y recobra estos mas tarde de los granos de las plantas infectadas.
 - .- Prevost fue el primero en demostrar la eficiencia del sulfato de cobre en solución de 1 por 10.000 para prevenir la germinación de las esporas del hongo.

EDAD MODERNA: Segundo decenio del siglo XIX hasta comienzos del siglo XX.

- Surge la fitopatología como una ciencia nueva. Se descarta la Teoría Autogenista con el desarrollo de la escuela de micólogos. Se comprueba que las esporas de los hongos asociados a los síntomas, son causantes de las enfermedades, lo que da lugar al nacimiento de la “Escuela Patogenista”.
- Paralelamente a la escuela patogenista aparece otra escuela, la predisposicionista, sostenida por un grupo de científicos, quienes afirmaban que las enfermedades de las plantas dependían más de las condiciones ambientales que del parásito.
- Julius Meyer (1841) escribió el libro “Pflanzen Pathologie” donde clasificó y describió un gran número de enfermedades de las plantas. En este libro omite el error de considerar que los carbones no eran de carácter infeccioso, si no un estancamiento o pudrición de la savia, provocada por fertilizaciones inadecuadas del suelo.
- Los hermanos Louis Rene y Charles Tulasne (1815-1855) hicieron estudios sobre la biología de hongos (Ersifaceas, uredinales, ustilaginales y algunos Pirenimicetos), donde revelan la naturaleza parasitaria de las royas y carbones y descubre el polimorfismo de las royas. Con estos descubrimientos desaparece la escuela autogenista.

- Es el más grande período de la fitopatología porque en él se logran descubrimientos que establecen firmemente la naturaleza parasitaria de los hongos asociados con las enfermedades de las plantas. Este período es el de Kuhn y De Bary.
- Con las investigaciones de Kuhn y de Bary se afianza definitivamente la teoría patogenista en la fitopatología, donde se le atribuye al patógeno toda la responsabilidad de las enfermedades de la planta.
- Anton de Bary estudia la biología del hongo del carbón del maíz, luego se dedica a estudiar los mildiús (*Peronosporaceas*) y coloca sobre bases firmes la biología de *Phytophthora infestans*, causante de la candelilla de la papa. De Bary es el creador del género *Phytophthora*.
- Otro trabajo de De Bary, es el descubrimiento del heteroicismo de las royas y establece que el agrocejo (*Berberis vulgaris*) era el huésped alterno de la roya negra del trigo (*Puccinia graminis* Triticum).
- Julius Kuhn (1825-1910) fue el primero en demostrar la entrada del micelio del hongo en las plantitas de trigo y verificar su desarrollo en el huésped hasta la formación de las esporas en el grano.

- Publica el libro “Las enfermedades de las plantas cultivadas”. En esta obra reconoce enfermedades solamente debido a condiciones desfavorables del ambiente y aquellas debido a organismos parásitos, incluyendo a insectos, fanerógamas y criptógamas parásitas.
- Anton de Bary y Julius G. Kuhn son considerados los padres de la fitopatología.
- Durante los años 1878-1889 el fitopatólogo norteamericano Thomas Burril estudia una enfermedad severa sobre la manzana y peral denominada “fuego del peral” y atribuye su causa a la bacteria *Miccrocooccus amglovorus (Erwinia amylovora)* y demuestra que la transmisión de la enfermedad ocurre por transferencia de exudados de plantas enfermas a las sanas.
- A los comienzos de 1890 Erwin Smith fue el primero en demostrar que la agalla de corona, enfermedad que era considerada similar a los tumores cancerosos de los humanos y animales, era causado por una bacteria (*Agrobacterium tumefaciens*)

PERÍODO ECONÓMICO

- Abarca desde 1880 hasta 1905, se denomina así el auge que adquiere el control químico de las enfermedades, por el descubrimiento del caldo bordelés. Con este descubrimiento el sulfato de cobre va a tener un extenso empleo en el combate de las epifíticas y el azufre se usa para controlar los oídios.

- En 1880 Alexis Millardet estudia el mildiú de la uva y señala las características que podían retardarlas o favorecerlas. Descubrió el caldo bordelés constituido por sales de cobre y cal disueltos en agua.
- Jens Ludwig Jensen (1836-1904) conduce investigaciones para controlar el hongo *Phytophthora infestans*. También estudió el efecto de la temperatura en el desarrollo del causante de la enfermedad.
- Jensen también recomienda el método del agua caliente para controlar los hongos causantes del carbón.

PERÍODO DE LOS PRIMEROS TRABAJOS CON VIRUS

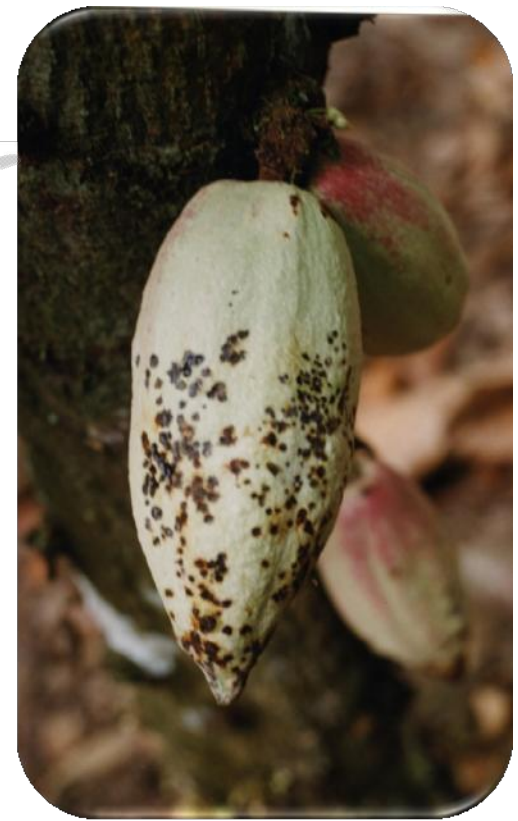
- En 1870 se presentó un abigarrado de las plantas de tabaco en Holanda. Adolfo Meyer describió la enfermedad y sugirió el nombre del mosaico para la anomalía.
- Meyer descubre que cuando se inyectaba jugo producto de la maceración de hojas de mosaico en plantas sanas, los síntomas aparecían a los 10 días. Además de demostrar la transmisibilidad, descubre la inactividad del virus por el calor.
- Mas tarde Dimitri Ivanowski descubre la filtrabilidad de los virus al demostrar que pasaban a través de los filtros Chamberland.

- Martinus Beijerinck (1851-1931) demostró que el virus del mosaico del tabaco puede permanecer infeccioso en hojas enfermas a los dos años de ser herborizados y denominó la supuesta entidad infecciosa “Centagium vivum fluidum”.

PERÍODO DE LA NEMATOLOGÍA

- Los primeros reportes de nematodos asociados a enfermedades de las plantas fue hecha en Inglaterra por Needhan en 1743, al observar nematodos dentro de granos de trigo. Pero no fue hasta 1855 que un segundo nematodo, el nematodo agallados de la raíz, fue observado en agallas de raíces de pepino.
- Varios nemátodos más parasitando plantas fueron descritos en el comienzo del siglo XX por Robert Cobb.

Enfermedades de las Plantas



Enfermedades de las Plantas

- ❖ *Planta sana:* Es aquella que puede llevar a cabo sus funciones fisiológicas al máximo de su potencial genético; o sea que:
 - 1.- las células meristemáticas (cambium) se dividen y diferencian a medida que lo necesitan.
 - 2.- diferentes tipos de células especializadas absorben agua y nutrientes desde el suelo y lo translocan a todas las partes de la planta.
 - 3.- llevan a cabo la fotosíntesis, translocan, metabolizan o almacenan los productos de este proceso.
 - 4.- producen semillas u otros órganos reproductivos para la sobrevivencia y multiplicación.
- ❖ Cuando la habilidad de las células de una planta o parte de ésta es interferida por un organismo patógeno o una condición ambiental adversa, la actividad de las células funciona mal o mueren y la planta se enferma.

- ❖ Se puede definir enfermedad, como una serie de respuestas visibles en los órganos de la planta por la acción de un organismo patógeno o un factor ambiental; que resulta en cambios adversos en su forma, función, integridad y deterioro o muerte de parte o toda la planta.

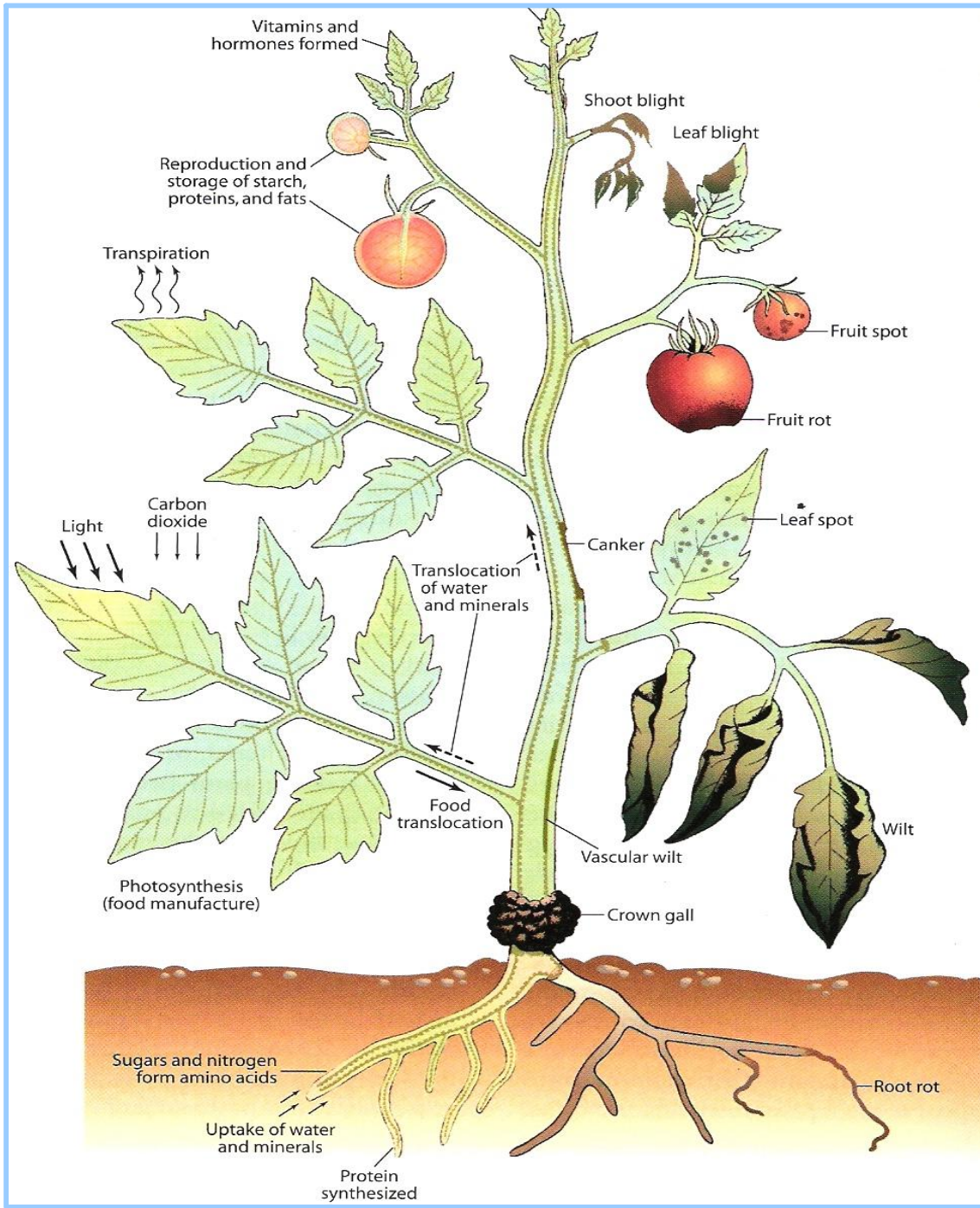
CARACTERISITICAS DE UNA ENFERMEDAD

- 1.- Es *fisiológica*, causa desordenes en el metabolismo del vegetal (absorción, translocación, fotosíntesis).
- 2.- Es *progresiva*. Es decir, no es estática. Es una serie de reacciones sucesivas y continuas.
- 3.- Es *anormal*, porque hay una alteración en la fisiología y la morfología de la planta.
- 4.- Es *dañina*, ya que afecta los órganos o a la planta en su totalidad. (marchitamiento, muerte, quemado, entre otros).

EFFECTOS QUE PRODUCEN LOS PATÓGENOS EN LAS PLANTAS.

- 1.- Debilitamiento del hospedante por absorción continua del alimento por parte del patógeno.
- 2.- Alteración o inhibición del metabolismo del hospedante por la secreción de toxinas, enzimas, polisacáridos y sustancias reguladoras de crecimiento.
- 3.- Bloqueo de la translocación de los nutrientes minerales y agua a través de los tejidos conductores.





(Agrios, 2005)

TEJIDOS INFECTADOS Y FUNCIONES FISIOLÓGICAS AFECTADAS



Tejidos infectados y síntomas	Función(es) alteradas	Enfermedad
Infección de la raíz	Absorción de agua y nutrientes	Pudrición radical
Obstrucción de vasos xilématicos	Translocación de agua y minerales.	Marchitamiento vascular
Infección en el follaje	Fotosíntesis	Manchas foliares, tizones y mosaicos.
Infección de la corteza	Translocación de fotosintetizados a la parte inferior de la planta	Cancro cortical, infecciones virales del floema
Infecciones florales	Interfiere en la reproducción	Tizones bacteriano y fungoso
Infecciones en frutos	Reproducción y almacenamiento de fotosintetizados.	Pudriciones de frutos
Estimulación a la división e hipertrofia celular	Varias funciones	Agallas de corona.

CLASIFICACIÓN DE LAS ENFERMEDADES

1. Según los síntomas que ocasionan.

- 1.1. Pudriciones de la raíz.
- 1.2. Cancros
- 1.3. Marchitamiento
- 1.4. Manchas foliares
- 1.5. Carbones
- 1.6. Royas
- 1.7. Antracnosis
- 1.8. Mosaicos

2. De acuerdo al órgano de la planta afectado.

- 2.1. Enfermedades de la raíz.
- 2.2. Enfermedades de las hojas.
- 2.3. Enfermedades del tallo
- 2.4. Enfermedades del fruto

3. De acuerdo al cultivo afectado.

- 3.1. Enfermedades de los cereales
- 3.2. Enfermedades de las hortalizas.
- 3.3. Enfermedades de los frutales.
- 3.4. Enfermedades de las ornamentales.
- 3.5. Enfermedades de los árboles forestales.

4. Según el agente patógeno o la condición ambiental.

A. Enfermedades infecciosas o bióticas por:

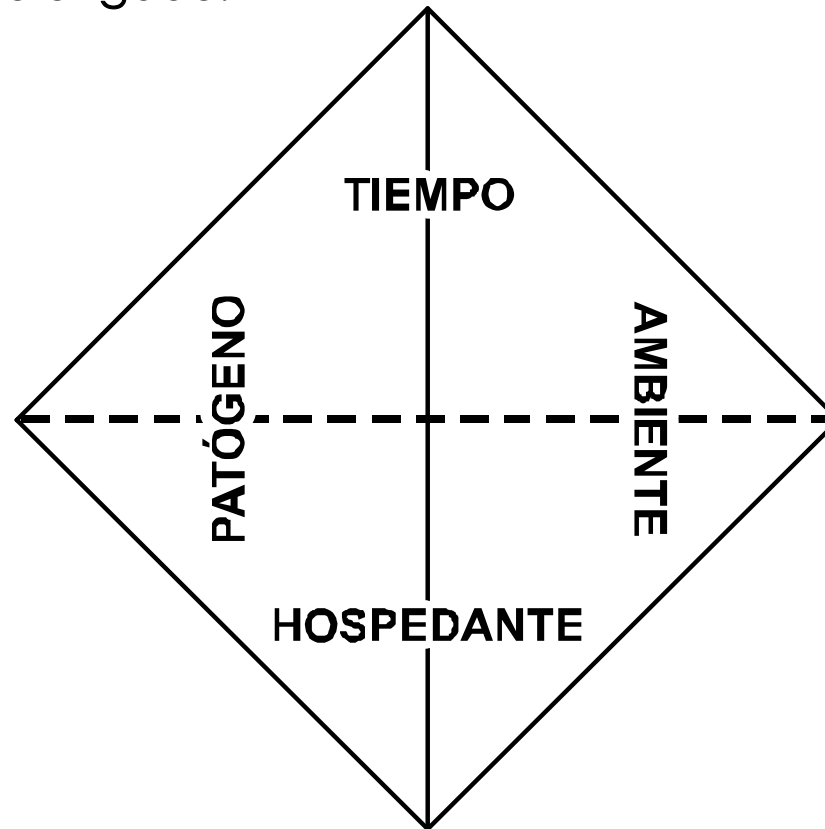
- A.1. Hongos.
- A.2. Procariotas (bacterias y fitoplasmas)
- A.3. Plantas superiores parásitas.
- A.4. Virus y viroides.
- A.5. Nemátodos.
- A.6. Protozoarios.

B. Enfermedades no infecciosas o abióticas por:

- B.1. Temperaturas muy altas o muy bajas.
- B.2. Falta o exceso de humedad en el suelo.
- B.3. Falta o exceso de luz
- B.4. Falta de oxígeno.
- B.5. Contaminación atmosférica.
- B.6. Deficiencias de nutrientes.
- B.7. Toxicidad mineral.
- B.8. pH del suelo.
- B.9. Toxicidad por plaguicidas.
- B.10. Prácticas agrícolas inadecuadas.

CONDICIONES PARA QUE SE PRODUZCA UNA ENFERMEDAD

1. Presencia del hospedante susceptible.
2. Acción de un patógeno virulento.
3. Condiciones ambientales favorables para el patógeno y el hospedante.
4. Tiempo prolongado.



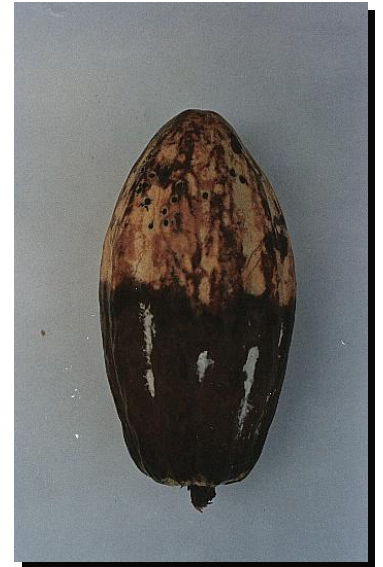
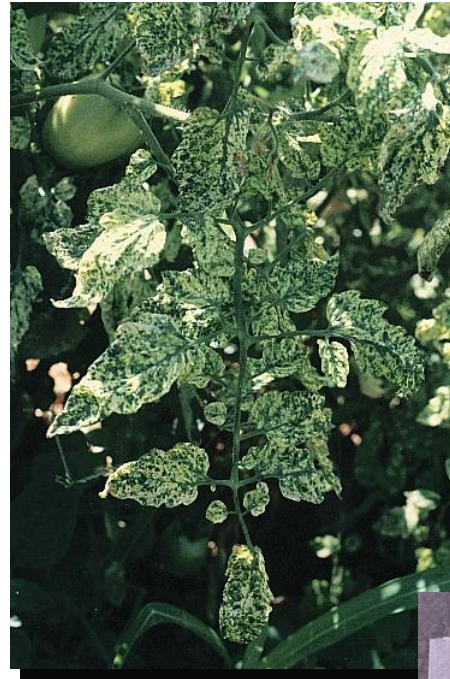
ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL ESTUDIO DE UNA ENFERMEDAD

- 1.- Sintomatología
- 2.- Etiología
- 3.- Patogénesis
- 4.- Epidemiología
- 5.- Control

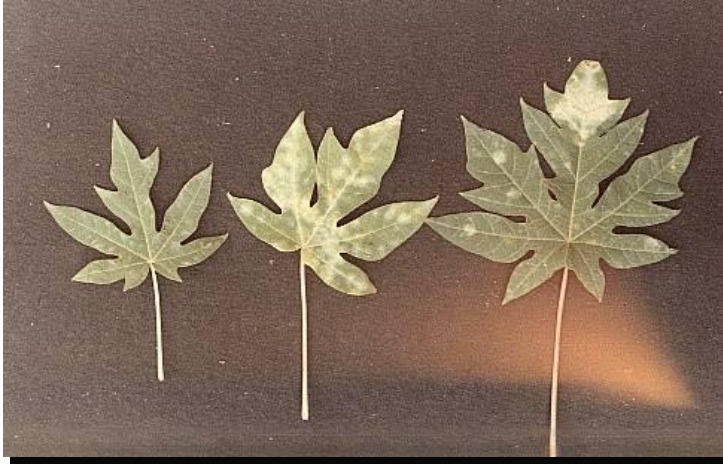
1. SINTOMATOLOGÍA

- ❖ *Síntoma*: Es la manifestación visible de la enfermedad de la planta.
Ej. Manchas foliares, pústulas, bolsas carbonosas, quemazones, mosaicos, entre otros.
- ❖ *Signo*: Es la manifestación macroscópica o microscópica del agente causante de la enfermedad.
Ej. Puntos negros, amarillos, rojos, red de micelio, polvo gris, felpa blanca, entre otros.

SÍNTOMAS



SIGNOS



IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DE LOS SÍNTOMAS



Mediante las características de los síntomas se puede inferir, en algunos casos, cuál es el agente causal de una enfermedad; si embargo, esto va a depender de la experiencia del investigador.

- Ej: *Mosaico es el síntoma característico de una virosis.
*Manchas foliares y húmedas, síntomas característicos del tizón bacteriano.
*Manchas necróticas con anillos concéntricos, síntomas típicos de una alternariosis.
*Cancros color rojizo en maíz y base de tallo en leguminosas, característicos de una rizoctoniasis.
*Transformación de flores en hojas en la inflorescencia masculina de maíz, síntoma característico del mildiú lanoso en el cultivo.

DINAMISMO DE SÍNTOMAS

Se denomina así a las diferentes fases o estadios por los que pasa el síntoma durante el desarrollo de la enfermedad; estas fases son:

Síntoma temprano: La primera manifestación de la enfermedad.

Ej. Manchas translucidas, puntos amarillos, amarillamiento foliar.

Síntoma típico: Es aquel que caracteriza a la enfermedad.

Ej. Manchas zonadas; filodias en inflorescencia masculina del maíz, manchas blancas en ajonjolí, entre otros.

Síntoma tardío: Es aquel que se presenta en el estado final de la enfermedad.

Ej. Muerte total de la planta; perforaciones en manchas foliares en cafeto.



CLASIFICACIÓN DE LOS SÍNTOMAS

Histológicos: Cuando sucede en las estructuras celulares y para observarlos se deben hacer cortes histológicos.

Morfológicos: Son los que presentan los órganos de las plantas debido a las anomalías en las células causadas por el patógeno.

Localizados: Cuando el síntoma se muestra localizados en diversos órganos de la plantas. Ej. Manchas, pústulas, canchros, agallas.

Primario: Es aquel que se presenta en el mismo sitio donde el patógeno hizo su acción. Ej. Manchas, un canchro, una podredumbre.

Secundario: Son aquellos síntomas que se aprecian distante de donde el patógeno ejerció su acción. Este síntoma es consecuencia del síntoma primario. Ej. Muerte regresiva en ramas de aguacate, presencia de tubérculos en las axilas de ramas de papa.

Simples: Es el que se manifiesta con las mismas características en los diferentes órganos de la planta enferma. Ej. Manchas, pústulas.

Complejos: Los que varían de características en los diferentes órganos de la planta causados por un solo patógeno. Ej. Escobas en cojines florales y yemas vegetativas, necrosis en hojas, pudrición en mazorcas de cacao producidos por *Crinipellis pernicioso*.

Clasificación de Síntomas según Whetzel

Síntomas necróticos:

Conducen a la degeneración y muerte de las células y los tejidos (son regresivos).

Síntomas hipoplásticos:

Inciden en el retardo o detención de la multiplicación o el crecimiento celular, y reducción en la clorofila (son represivos).

Síntomas hiperplásticos:

Son característicos de la multiplicación excesiva, sobrecrecimiento o superdesarrollo de las células (son progresivos).

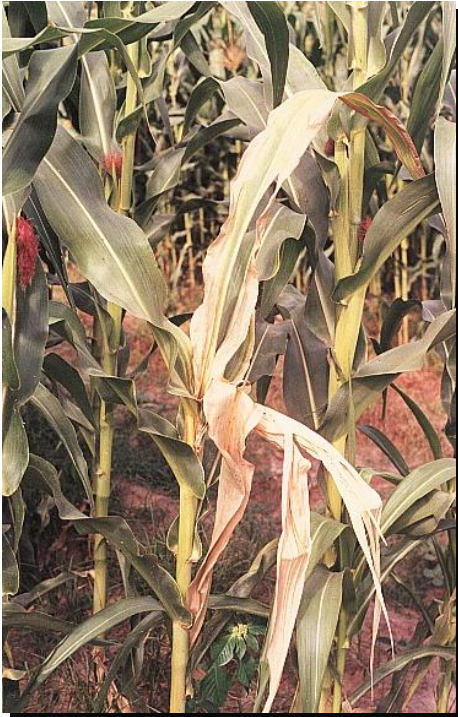
Síntomas Necróticos

Manchas
Cancros
Pústulas
Pudriciones
Quemaduras
Muerte regresiva
Perforaciones
Escaldaduras



Síntomas Hipoplásticos

Amarillamiento
Mosaicos
Etiolación
Albinismo
Enanismo
Achaparramiento

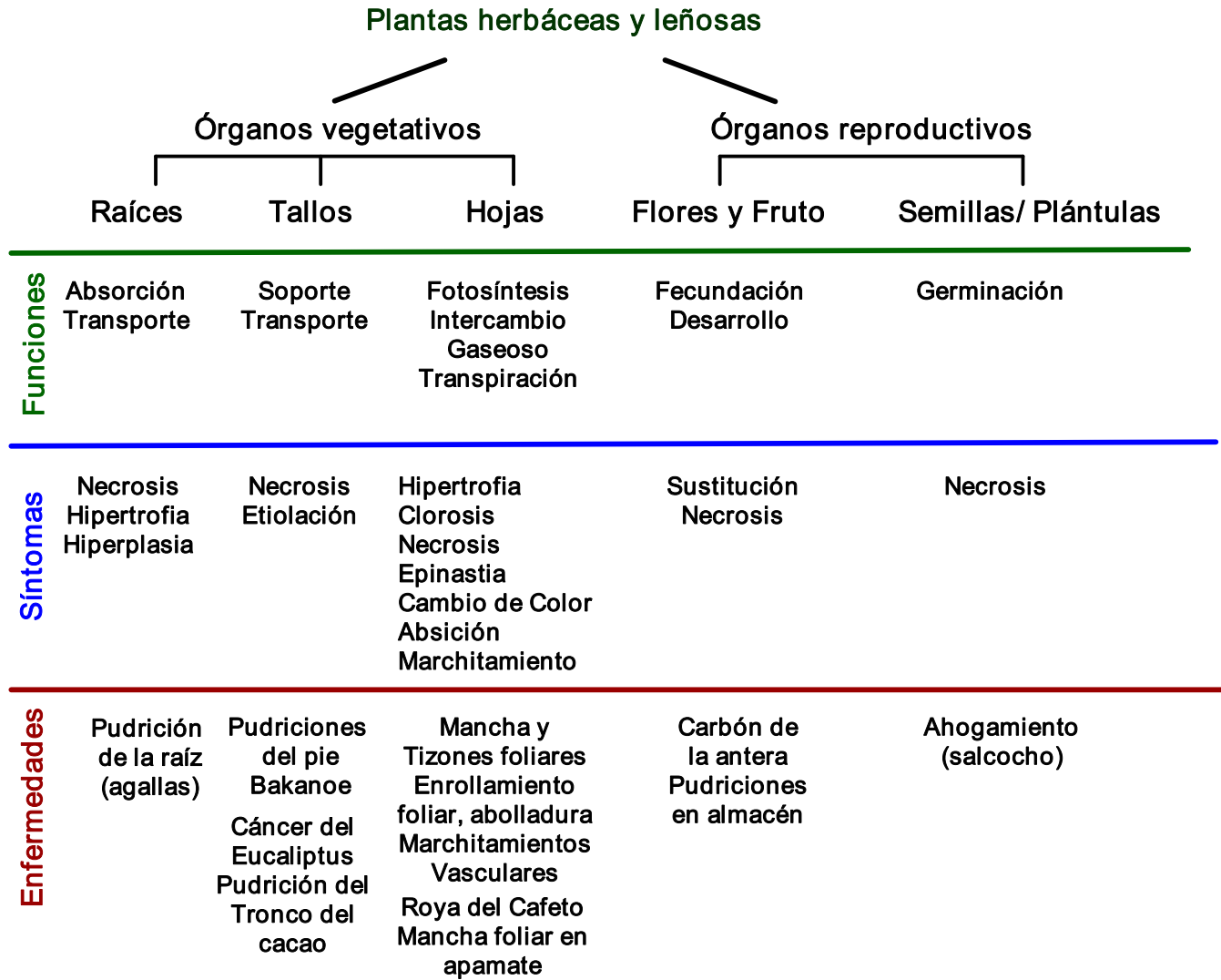


Síntomas Hiperplásticos

Sarna
Roña
Agallas
Super alargamiento
Callos
Fasciación
Virescencia
Heteropia



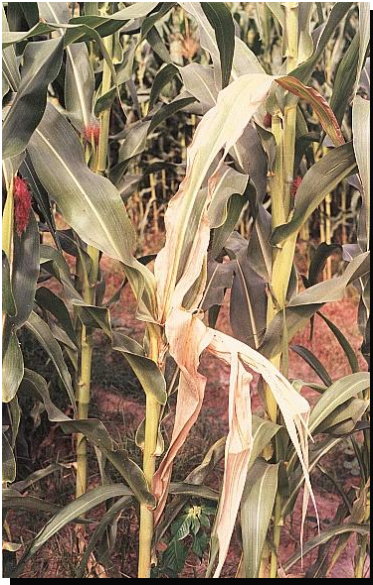
Síntomas y su relación con las funciones de las plantas



Epifitias de importancia que causaron grandes pérdidas

Enfermedad	Localización	Importancia
Roya de los Cereales	Mundial	Grave, frecuente y provocan enormes pérdidas
Carbones de los Cereales	Mundial	Pérdidas en las semillas
Cornezuelo del centeno y de trigo	Mundial	Veneno para hombre y animales
Tizón tardío de la papa	Climas fríos y húmedos	Ocasiónó pérdidas y hambre de miles de Irlandeses
Tizón sureño del maíz	Estados Unidos	En 1970 causó la pérdida de 1000 millones de dólares
Cenicilla (mildiú) de los viñedos	Mundial	Epidémica en Europa
Mildiú lanoso de los viñedos	Estados Unidos y Europa	Fuerte epidemia en Europa
Tizón del castaño	Estados Unidos	Destruyó todos los castaños en EE. UU 1904 - 1940
Roya del cafeto	Mundial	Destruyó todos los cafetales del sureste Asiático entre 1870 – 1880; desde 1970 está presente en Brasil y otros países.

Enfermedad	Localización	Importancia
Sigatoka del plátano	Mundial	Ocasiona grandes pérdidas anuales
Mosaico de la caña de azúcar	Mundial	Produce grandes pérdidas en caña de azúcar y maíz
Tristeza de los cítricos	África – América	Ha destruido millones de árboles
Amarillamiento de la remolacha	Mundial	Ha ocasionado grandes pérdidas año tras año
Cáncer de los cítricos	Asia, África, Brasil y EE. UU	Destruyó millones de árboles en Florida en 1910
Tizón de fuego del manzano y el peral	EE.UU y Europa	Destruye anualmente muchos árboles
Marchitamiento del banano	América	Ha destruido plantaciones de banano
Marchitamiento de papa y tomate	América del Sur	Ha causado serios daños a estos cultivos



GRACIAS