



Agricultura Razonada®



West Analítica y Servicios S.A. de C.V.

Esmeralda No. 2847 Col. Verde Valle

C.P. 44550 Guadalajara, México

Teléfonos: (33)31231823, 31217925

Sitio Web: www.westanalitica.com.mx

Correos: eaquilar@allabs.com maldana@allabs.com

bzuniga@allabs.com mgarcia@allabs.com

Serie: Microbiología

MICROORGANISMOS PATÓGENOS

-Hongos, bacterias, nematodos-

1. Generalidades sobre Patología Vegetal.

La Patología Vegetal es el estudio de las enfermedades y trastornos de las plantas. La enfermedad puede ser definida como una desviación perjudicial del funcionamiento normal de los procesos fisiológicos; desviación causada por un agente infeccioso. En el caso de las enfermedades de las plantas, el agente causal tal vez un hongo, virus, bacteria o una planta de floración parasitaria. (La 'desviación perjudicial' causada por un agente no infeccioso, por ejemplo, un herbicida o una deficiencia de nutrientes, usualmente se denomina como 'un trastorno' de la planta.)

Las enfermedades de las plantas han tenido en todo el mundo un enorme impacto sobre los cultivos y las economías regionales. Hace casi dos siglos los cultivos de papa de buena parte de Europa, fueron devastados por el hongo del tizón tardío, *Phytophthora infestans*, un patógeno introducido en un cultivo no nativo. Los estragos de esta enfermedad se estima provocaron más de 1 millón de muertes por hambre.

Hace cien años, la roya del cafeto, del hongo *Hemileia vastatrix*, causó tal devastación en las plantaciones de café de lo que hoy es Sri Lanka, que todo el café fue desenterrado y reemplazado por té. Hace más de sesenta años una epidemia de la mancha marrón en el

arroz, causada por *Cochliobolus miyabeanus*, en lo que hoy es Bangladesh, llevó a muchos miles de muertes por inanición.

El estudio de la patología vegetal tiene por objeto limitar el daño causado por los agentes infecciosos. Su erradicación puede estar encaminada a eliminar totalmente el agente causal de una enfermedad en particular o, en algunas circunstancias, el programa de erradicación puede ser dirigido al huésped alternativo del patógeno. La erradicación de este huésped elimina una parte esencial del estilo de vida del patógeno. Ejemplos de esto incluyen la eliminación de *Ribes spp.* para controlar la roya vesicular del pino blanco, o para controlar la roya del trigo.

2. Los servicios de análisis fitopatológico.

Un diagnóstico correcto es el paso más importante en el eventual control de una enfermedad de las plantas. La mayoría de las enfermedades tienen un protocolo de control bastante bien establecido. La falta de control oportuno de una enfermedad puede ser el resultado de un mal diagnóstico por parte del agricultor o del personal involucrado en el cultivo. Para asegurar la veracidad del diagnóstico, es necesario recurrir a los laboratorios debidamente equipados para ello. Nuestros servicios de laboratorio en lo referente al diagnóstico fitopatológico tienen por objetivo proporcionar información confiable y oportuna sobre el estado de salud de los suelos y de los tejidos vegetales de los cultivos, analizando también la calidad del agua, lixiviados, sustratos comerciales, charolas para producción de plántulas, y otros. Los servicios incluyen el análisis de patógenos bacterianos, fúngicos, virales y nematodos. Ofrecemos también análisis de *poscosecha*, cuando los frutos maduran, las esporas de hongos y bacterias sobre heridas y frutos mojados son causantes de enfermedades de poscosecha. En éste caso, los análisis van orientados a la detección de hongos y bacterias. Nuestros clientes incluyen productores agrícolas, invernaderos, asesores agronómicos, productores de semillas, campos de golf y campos deportivos, entre otros.

3. Enfermedades de mayor incidencia en México.

3.1. Enfermedades Bacterianas.

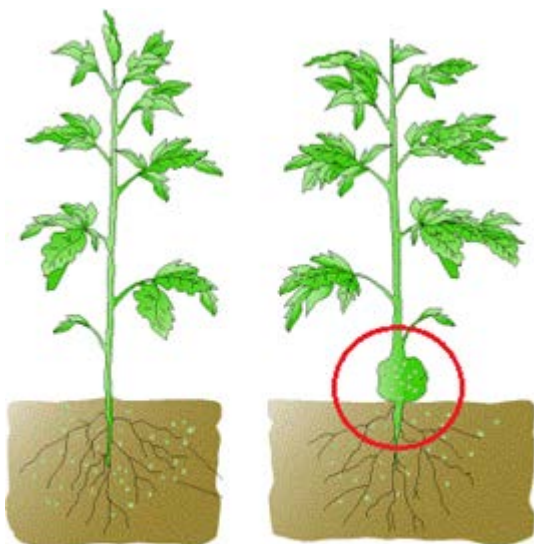
Las bacterias son organismos microscópicos que así como ocasionan enfermedades al hombre, también son responsables de fuertes pérdidas económicas a la agricultura como consecuencia de su ataque a las plantas cultivadas. Se acostumbra agrupar las enfermedades bacterianas en tres diferentes tipos, de acuerdo con los síntomas que presentan las plantas afectadas, a saber:

- 1. "Marchitamiento" como consecuencia de la invasión de los tejidos vasculares, que obstruyen los vasos conductores de nutrimentos.*
- 2. Tizones, pudriciones y manchas*

foliares en los que es destruido el tejido parenquimatoso. 3. Desarrollo exagerado de tejidos (hiperplasias).

Las bacterias que ocasionan enfermedades a las plantas cultivadas pertenecen, en su mayoría, a cinco géneros: *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erzvinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*. Los síntomas, en muchos casos, permiten identificar en forma práctica algunas enfermedades. Generalmente las pudriciones bacterianas son de consistencia suave y frecuentemente malolientes. En casos dudosos, lo mejor es consultar al técnico especialista en enfermedades de las plantas.

Durante mucho tiempo se ha hecho uso de fungicidas a base de cobre para el combate de las enfermedades bacterianas. En la actualidad, existen también tratamientos muy efectivos a base de antibióticos. A continuación se mencionan, en orden alfabético, las especies más frecuentes de los géneros de bacterias ya enumeradas, así como algunos de sus hospederos.



Lesión ocasionada por la bacteria *Agrobacterium*

AGROBACTERIUM.

Agrobacterium rhizogens. Ataca a gran número de plantas, ocasionando la excesiva ramificación de las raíces. Se han señalado como hospederos principales: duraznero, manzano, membrillero, rosal y vid. En esta última, ocasiona la enfermedad conocida como "Cabellera de la vid".

Agrobacterium tumefaciens. Agalla del cuello (Agalla de la corona) en gran número de plantas. Ataca frutales como aguacatero, ciruelo, duraznero, manzano, membrillero, olivo, peral, zarzamora; cultivos bajos como alfalfa, frijol, etc., y ornamentales como clavel, rosal, etc. Ocasiona la formación de agallas generalmente en el cuello de la raíz, pero también pueden formarse en las raíces

secundarias y aun en partes aéreas. Las agallas son, casi siempre, redondeadas u ovals, con la superficie rugosa, iniciándose con una rápida proliferación celular de los tejidos del meristemo hasta llegar a formar verdaderos tumores de consistencia suave o dura.

CORYNEBACTERIUM.

Corynebacterium flaccumfaciens. Marchitez bacteriana del frijol. Esta enfermedad está muy difundida. Las plantas se marchitan a cualquier edad desde la fase de plántulas hasta la producción de vaina. Las hojas presentan un color castaño, son secas y rasgadas durante la época de lluvias. Frecuentemente las plantas se achaparran. La enfermedad se transmite por la semilla y se disemina por los insectos y la lluvia, principalmente.

Corynebacterium michiganense. Cáncer bacteriano del jitomate. Llega en ocasiones a causar cuantiosas pérdidas. Se trata de una enfermedad de los tejidos vasculares. Las

plántulas aparecen achaparradas; en plantas adultas empieza con el marchitamiento del margen de las hojas inferiores. El fruto empieza a presentar manchas pequeñas, realzadas blanquecinas, con el centro en forma de ojo de pájaro y un halo blanquecino. En ataques medios, el fruto se desarrolla poco y se deforma, amarillándose en el interior. La diseminación de la bacteria se efectúa por medio de la lluvia al salpicar y sobrevive en el suelo hasta dos años. Es acarreada por la semilla tanto en el interior como en el exterior.

Corynebacterium poinsettiae. Cáncer del tallo, mancha de las hojas de la nochebuena. Se presenta en forma de grietas longitudinales empapadas de agua, hinchadas en los tallos tiernos, llegando a invadir los pecíolos foliares y a veces ocasiona la defoliación. El tejido interno del tallo se amarilla y se oscurecen los vasos conductores. Los tallos se vuelven quebradizos y se desprenden de las lesiones, masas de bacterias amarillentas empapadas de un líquido viscoso.

Corynebacterium sepedonicum. Pudrición anular del tubérculo de la papa. Todas las variedades comerciales son susceptibles, llegando a resentirse fuertes pérdidas. Una planta infectada puede ocasionar que se niegue a un cultivo la certificación de su semilla. Los primeros síntomas se observan en plantas adultas con uno o más tallos marchitos por planta y poco comparado con los demás que aparentan estar sanos. Las hojas inferiores presentan zonas amarillentas y sus márgenes se enrollan hacia el haz. Cuando se corta un tallo transversalmente, se desprende un líquido cremoso. Los tubérculos se infectan a través del tallo y sólo se descubren cuando se tienen en el almacén, presentando un anillo vascular cremoso ligeramente café con olor pestilente ocasionado por la contaminación de organismos secundarios. La diseminación de la bacteria se efectúa durante los cortes del tubérculo para siembra.

ERWINIA.

Erwinia amylovora. Mancha de fuego del ciruelo, manzano, membrillero y peral. Ataca en general toda la parte aérea, pero rara vez se observa en todos los órganos al mismo tiempo. Los primeros síntomas aparecen en las flores, presentándose una decoloración de los pétalos con tonalidades castaño oscuro hasta negras, lo que indica la muerte de la flor. La infección desciende por las ramas y troncos que posteriormente presentan cánceres con escurrimientos gomosos color ámbar en las axilas o en grietas de la corteza. También los frutos presentan lesiones castaño oscuras con grietas gomosas. La planta parece chamuscada. La bacteria es diseminada por la lluvia, insectos y por el hombre cuando efectúa trabajo de podas, injertos, etcétera.

Erwinia ananas. Ocasiona la enfermedad llamada vulgarmente pudrición morena del fruto de la piña. En los casos de infección incipiente, no se nota a simple vista, pero a medida que avanza el ataque se oscurece y endurece la piña, se observan manchas oscuras y las plantas jóvenes afectadas toman un color castaño o castaño oscuro; los tejidos también se endurecen y van secándose.

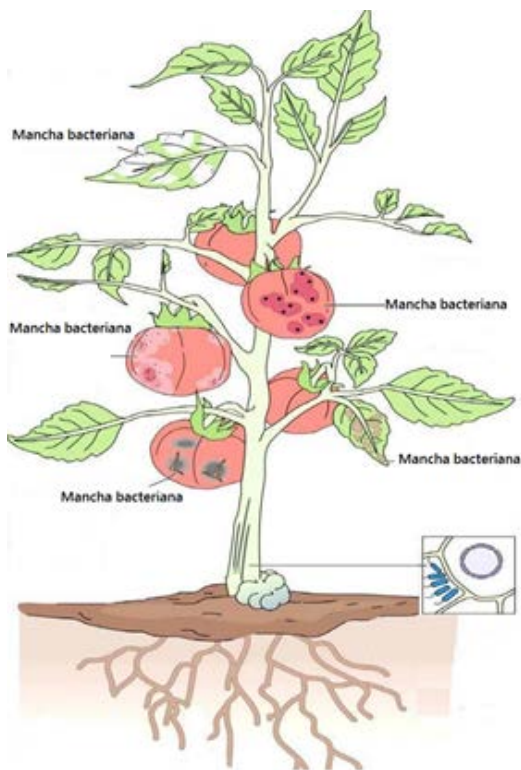
Erwinia atroseptica. Pudrición suave del tubérculo de la papa, "*pierna negra*" o pudrición basal del tallo. Se trata de una enfermedad sistémica que se propaga mediante el tubérculo infectado en la siembra. Síntomas: las hojas inferiores se amarillean y las

superiores se enrollan hacia arriba. Los tallos y hojas tienden a desarrollarse hacia arriba preferentemente. El tallo presenta manchas oscuras en la base y puede mostrar secreción bacteriana. Los tubérculos pueden ser infectados a través del tallo. La enfermedad es más intensa en tiempo de calor y humedad, y continúa durante el almacenamiento.

Erwinia carotovora. Pudrición suave del ajo, apio, camote, cebolla, jitomate, zanahoria, etc. La bacteria penetra en las raíces y bulbos a través de heridas ocasionadas por insectos o por la labranza, por heridas causadas por el manejo de los productos o en el almacenamiento y tránsito. Ataca a un gran número de cultivos de hortalizas y plantas ornamentales. Frecuentemente, los bulbos o raíces afectadas despiden mal olor y sus tejidos internos se encuentran desintegrados, apreciándose una masa interna amarillenta. La enfermedad es más frecuente en lugares oscuros.

Erwinia sp. (Probablemente *E. aroideae*). Pudrición de la cabeza del henequén y maguey (*agave*). Ocasiona la pudrición suave de la base de las pencas y la cabeza o corona y a veces despiden un olor nauseabundo.

Erwinia sp. Mancha bacteriana del nogal de castilla. Ocasiona el manchado de las hojas y ramas tiernas, además de los frutos en desarrollo, los que, en caso de ataque intenso, no alcanzan su tamaño normal.



Lesiones ocasionadas por bacteria *Pseudomonas spp.*

PSEUDOMONAS.

Pseudomonas allicola. Pudrición bacteriana de la cebolla. Ocasiona la pudrición suave del bulbo, sobre todo en el almacén. En casos graves pueden estropearse los bulbos enteros.

Pseudomonas marginata. Pudrición de los nudos del gladiolo, pudrición del tallo, roña. Se presentan lesiones en los racimos, de color amarillo claro, manchas circulares acuosas color castaño claro u oscuro, a veces hundidas, o con márgenes realzados roñosos y con escurrimientos gomosos. Los primeros síntomas se observan después del trasplante, en forma de pequeñas manchas elevadas y rojizas en las hojas, generalmente en la base, de creciente tamaño y hundidas.

Pseudomonas phaseolicola. Tizón de halo del frijol. Son frecuentes los ataques de esta enfermedad en México, aun cuando es menos importante que otras. Sus síntomas son: se observan manchas acuosas rodeadas de un halo color verde amarillento y más o menos circular. Se observa una secreción color crema en cada una de las manchas. En forma posterior las lesiones adquieren un color castaño y se secan.

La coloración castaño y marchitez se extienden a toda la hoja, las vainas jóvenes se marchitan y con frecuencia no producen semilla. Las plantas suelen detener su desarrollo

y quedan achaparradas, con las puntas distorsionadas y moteadas. Los tallos presentan grietas rojizas con escurrimientos grisáceos. Las manchas de las vainas son rojizas o castañas y presentan costras plateadas. Las semillas son pequeñas, arrugadas y tienen manchas cremosas.

Pseudomonas pisi. Tizón bacteriano del chícharo. Se presenta en todos los lugares en que se cultiva la planta y ocasiona manchas en las hojas, en las cuales se forman lesiones acuosas de color verde oscuro que aumentan de tamaño hasta secar la hoja. Los tallos presentan cuarteaduras color verde oscuro o pardo. Las flores - o vainas- tiernas son destruidas y la semilla se cubre de una secreción bacteriana. La bacteria penetra a través de los estomas o heridas hasta llegar al sistema vascular, marchitando la planta entera. Control. Evítese ocasionar heridas durante las labores de cultivo. Siémbrese al principio de la primavera en suelo bien drenado. Úsese semilla sana procedente de lugares exentos de la enfermedad. Rotar cultivos cada cuatro años.

Pseudomonas savastanoi pv. Tuberculosis del olivo. Se presenta en forma de tumores o agallas de consistencia suave y esponjosa en raíces, troncos, ramas, hojas o frutos. Los brotes terminales se desarrollan poco hasta que mueren. La bacteria penetra a través de heridas o rajaduras de la corteza. Existen variedades con diferente susceptibilidad.

Pseudomonas sesami. Mancha bacteriana del ajonjolí. Se presenta atacando a los tallos tiernos y hojas, en los que forma manchas pardas más o menos difusas.

Pseudomonas solanacalum. Marchitez bacteriana de la col, jitomate y tabaco; pudrición bacteriana del camote y plátano. También ataca el frijol, papa, betabel, zanahoria, cacahuete, chile, etc. Los síntomas corresponden a los de las enfermedades vasculares, como son la falta de desarrollo, marchitez, ennegrecimiento de los tejidos vasculares y lesiones oscuras o tajaduras en tallos o frutos. Con frecuencia, el marchitamiento se observa durante las horas calurosas del día, con aparente recuperación en la noche; pero el marchitamiento se intensifica cada vez, llegando a ocasionar la muerte de la planta. Las plantas jóvenes son más susceptibles a la enfermedad y presentan a veces escurrimientos bacterianos. En el caso de la papa, se observa un anillo oscuro en el tubérculo al ser fraccionado.

Pseudomonas syringae. Cáncer bacteriano de las yemas y ramas del duraznero y peral. Los árboles jóvenes son más susceptibles. Se presenta la enfermedad en forma de lesiones o chancros hundidos, corteza agrietada y a veces escurrimientos gomosos. En las hojas se observa un ligero enrollamiento hacia el haz. Las yemas se ennegrecen y aparecen lesiones oscuras en los frutos. El sistema vascular también es afectado y, en consecuencia, puede observarse una marchitez en las hojas superiores.

XANTHOMONAS.

Xanthomonas citri. Cáncer bacteriano de los cítricos. Todas las variedades y especies de cítricos son susceptibles. Sus síntomas: en las hojas y frutos se observan abultamientos corchosos y rugosos de color pardo. En las hojas, las lesiones presentan un halo de color amarillento y aceitoso. Las lesiones viejas, en cambio, adquieren un color pardo y consistencia corchosa. En las ramas se forman cánceres similares a los de las hojas y frutos.

Xanthomonas gummisudans. Tizón bacteriano del gladiolo. Se presenta en forma de manchas en las hojas, empapadas de agua, de forma rectangular y color verdoso, con un

escurrimiento bacteriano que es diseminado por insectos o por la lluvia al salpicar de plantas enfermas a las sanas.

Xanthomonas malvacearum. Mancha angular de la hoja del algodón, tizón bacteriano del algodón. Se localiza en casi todas las regiones algodoneras del mundo. En la semilla, la bacteria sobrevive en la vellosidad superficial. Al ser sembrada, la semilla puede ser destruida antes de germinar, quedando sólo una masa viscosa. En plantas jóvenes, se observan manchas acuosas que llegan a ocasionar la muerte de las hojas y su desprendimiento. En el tallo, se observan cánceres negruzcos que pueden envolverlo parcial o totalmente. Los "papalotes" o capullos presentan manchas circulares grasosas superficiales. Los cotiledones de la semilla también pueden presentar manchas acuosas.

Xanthomonas phaseoli. Tizón común del frijol. Esta enfermedad es muy parecida a la del tizón de halo cuando el ataque ya se ha generalizado; la única diferencia consiste en que el tizón común no forma halo alrededor de las lesiones.

Xanthomonas pruni. Gomosis, mancha negra, cáncer bacteriano del ciruelo y duraznero. Es una de las enfermedades más frecuentes del duraznero. Sus síntomas: en las hojas se observan pequeñas manchas redondas o angulosas y rojizas, con el centro de color pardo y muerto. El tejido muerto de las manchas llega a desprenderse, quedando las hojas perforadas (fase de "tiro de munición"). Las manchas pueden juntarse con otras para formar grandes zonas, llegando a presentarse la defoliación parcial o avanzada. En las ramas, se forman cánceres hundidos con escurrimientos gomosos. En los frutos, las manchas se oscurecen y hunden, produciéndose también escurrimientos gomosos.

Xanthomonas rubrilineans. Raya roja de la caña de azúcar. Se presenta en forma de bandas de color rojizo oscuro a lo largo de las hojas. Esas bandas son uniformes y más bien angostas. Las plantas jóvenes son más susceptibles y presentan, en los primeros ataques, bandas acuosas que se localizan casi siempre en la parte central de la hoja y cerca de la nervadura central, o bien, cerca de la base de la hoja. Con el tiempo, esas bandas adquieren un color rojizo oscuro o castaño. La enfermedad puede atacar las hojas más jóvenes y aun el cogollo, ocasionando su pudrición. Las plantas afectadas en el cogollo tienen las hojas viejas amarillentas y marchitas, con las bandas rojizas características. En la actualidad, la enfermedad es de carácter secundario, ya que las variedades usuales poseen resistencia muy aceptable; se recomienda usar siempre variedades resistentes.

Xanthomonas translucens. Espiga negra del trigo. Muestra ennegrecimiento de las glumas, empezando por las brácteas florales, tallos y hojas. También ataca al centeno y otras gramíneas. Las lesiones son pequeñas y lineales, con apariencia húmeda. Con el tiempo, se oscurecen y emanan exudaciones acuosas.

Xanthomonas vasculorum. Gomosis de la caña de azúcar. El ataque de esta enfermedad se manifiesta en las hojas en forma de rayas longitudinales de color amarillento o anaranjado que llegan a invadir los tallos, los cuales producen exudaciones gomosas amarillentas o rojizas cuando se les hacen cortes. Las infecciones primarias se producen cuando se siembra semilla infectada o que se ha contaminado con los machetes que usan los trabajadores. El organismo causal de la *gomosis* también ataca el maíz, sorgo, pastos, cocotero y otras palmáceas. La enfermedad es una de las más perjudiciales de la caña de azúcar y puede llegar a ocasionar la pérdida total de la cosecha.

Xanthomonas vesicatoria. Mancha bacteriana del jitomate y chile. Es muy frecuente en la estación húmeda y se presenta en forma de pequeñas manchas oscuras y escamosas que tienen, a veces, el borde translúcido. Estas lesiones con frecuencia sirven de entrada a otros microorganismos secundarios. Las manchas también aparecen en tallos y hojas tiernas, así como en pecíolos.

3.2. Enfermedades Virosas.

Son las ocasionadas por los virus, entendiéndose por virus el principio infeccioso o agente etiológico capaz de atravesar los filtros que retienen las bacterias. Los síntomas de su ataque son muy variables y el más común consiste en una pérdida de color (clorosis) debida a la reducida producción de clorofila. En el follaje pueden observarse moteados de color verde y amarillo contrastantes (mosaicos); manchas anulares o amarillamientos uniformes. El enanismo es otro síntoma de la reducción de clorofila, así como entrenudos enjutos, hojas y botones pequeños, reducción en los rendimientos, etc. También se presentan varias deformaciones y distorsiones en tallos, hojas y flores, además de roseteados o "escobas de bruja". Otros síntomas pueden ser los tejidos muertos, pero es posible que estén enmascarados, sobre todo en épocas cálidas.

La transmisión de las enfermedades virosas se efectúa de una planta a otra mediante insectos, rozamientos entre ramas, o medios mecánicos (con frecuencia, manejar primero plantas enfermas y posteriormente plantas sanas también disemina las enfermedades virosas); también se efectúa la diseminación por medio de esquejes, púas y demás material para injertos; algunas veces al enredarse de una planta a otra.

De todos los géneros de virus conocidos como causantes de enfermedades de las plantas, sólo se consideran aquí los que se presentan con mayor frecuencia en cultivos comerciales y se da una breve descripción de ellos.

Annulus dubius Holmes = Virus X. Mosaico de las hojas de la papa. Ocasiona la enfermedad llamada mosaico latente de la papa. Esta es una enfermedad común en todo el mundo.

CORIUM.

Coriurn solani. Ocasiona el enrollamiento de las hojas de la papa. Esta enfermedad es peligrosa, aun cuando no sea muy frecuente en los cultivos. Las plantas afectadas, de más o menos 30 a 40 días, presentan hojas delgadas, apergaminadas, enrolladas y muy tiesas; a veces adquieren una coloración rojiza o púrpura en la cara inferior. Las plantas quedan achaparradas; la producción de tubérculos es escasa y éstos se ven rizados, con zonas del tejido muerto. La transmisión de la enfermedad se efectúa por medio de los insectos, principalmente pulgones (áfidos).

MARMOR.

Marmor cucumeris . Ocasiona el mosaico de las cucurbitáceas, jitomate y, algunas veces, también llega a atacar la papa, chile, etc. En las cucurbitáceas se presenta en forma de moteados verdes-amarillentos, hojas pequeñas y deformes . La planta, en general , se observa poco desarrollada y con entrenudos cortos; la producción de frutos se reduce y los que se logran también resultan moteados y deformes.

Marmor lactucae . Mosaico de la lechuga. Es de distribución general. Se aprecian las hojas moteadas, deformes, amarillentas de color pardo. Las plantas en general se desarrollan mal o mueren. La transmisión de la enfermedad de una planta a otra se efectúa por medio de insectos áfidos (pulgones) o por la semilla.

Marmor phaseolus No. 1. Mosaico común del frijol. Ocasiona el moteado de las hojas en diferentes tonos de verde. En ataques intensos las hojas y tallos se deforman y las flores caen; el desarrollo general de la planta es muy lento y el rendimiento también es muy reducido.

Marmor sacchari .Ocasiona el mosaico de la caña de azúcar. Esta enfermedad es general en todo el mundo y es transmitida por insectos áfidos. Aparecen en las hojas moteados pálidos; a veces se producen lesiones (cánceres) en los tallos. El tejido interno de éstos se decolora y presenta zonas muertas.

Marmor solani Holmes. Virus A de la papa. Con frecuencia se asocia con el Virus X para ocasionar distorsiones en tallos y hojas.

Marmor tabaci . O Mosaico del chile, jitomate, papa, tabaco y de otras solanáceas. En el jitomate se observan moteados ligeros en las hojas , así como enrollamientos y varias malformaciones. Existe una raza de este virus que ocasiona moteados amarillentos en hojas y tallos y, a veces en los frutos. El rendimiento se reduce grandemente. En el chile, las lesiones cloróticas amarillentas van seguidas de una clorosis sistémica general. La transmisión del virus se efectúa mecánicamente mediante el laboreo y el manejo de los cultivos, o por insectos que lo diseminan.

RUGA.

Ruga sp. Chino de la hoja del papayo. Esta enfermedad es de regular frecuencia en este cultivo, sobre todo en plantas jóvenes a las que ocasiona verdaderas deformaciones en las puntas tiernas.

Ruga verrucosans. Rizado o "enchinamiento" de la hoja de la remolacha, betabel, frijol, zanahoria, apio, col y otras crucíferas; cucurbitáceas, espinaca, jitomate y muchas plantas ornamentales. En la remolacha se observa una decoloración de la venación de las hojas, al mismo tiempo que un rizado y protuberancias agudas, en dicha venación, notorias en el envés de las hojas. El número de hojas pequeñas aumenta. En el jitomate las plantas pequeñas se amarillan hasta morir. Las plantas adultas muestran distorsiones y enrollamientos de las hojas hacia el haz y, en general, el follaje se endurece y apergamina, quedando algunos pecíolos encorvados hacia abajo. Las ramas y tallos son anormalmente erectos; la planta entera se vuelve amarillenta y marchita; frecuentemente, la venación se colorea de púrpura; las raíces mueren y la fructificación es muy escasa. En las cucurbitáceas, las guías se encorvan hacia arriba, las hojas viejas se amarillan, las puntas de hojas y tallos adquieren un color verde intenso. En el frijol se presenta un

adelgazamiento y rizado hacia adentro de las primeras hojas verdaderas, a la vez que se abrillantan; la planta detiene su desarrollo y puede morir. Las plantas adultas sobreviven hasta el fin de la estación, presentando enrollamiento y rizados hacia adentro en las puntas, las hojas nuevas son pequeñas y los entrenudos cortos. El virus es transmitido por insectos, especialmente por chicharritas (*Circulifer spp.*). Otros virus ocasionan daños, en varios cultivos, como el achaparramiento del maíz y, el que ocasiona la punta morada en la hoja de la papa.

3.3. Manchas Foliare.

Este tipo de enfermedad es el más común de todas y el más notorio a simple vista. Por lo mismo, es el que más llama la atención y se hacen muchos intentos por combatirlo. La mancha foliar típica es una lesión de tejido muerto, bien delimitada, frecuentemente parda o negra y a veces blanca con el centro oscuro, así como el margen. Cuando las manchas son numerosas, llegan a unirse para formar áreas muertas de mayor tamaño, de modo que los síntomas pueden semejar un tizón, una quemadura o un *chamuzcado*. Algunos tipos de lesiones se consideran como antracnosis, manchas antracnóticas, o manchas negras. En este caso, las dos primeras se clasifican dentro del grupo de las Antracnosis, y las restantes en el de las "Manchas Foliare". En el último grupo se incluyen géneros de hongos con gran cantidad de especies; por ejemplo: del género *Septoria* se tienen cerca de 1,000 especies; en el género *Cercospora* se consideran no menos de 400 especies identificadas. Todas esas especies se desarrollan preferentemente en la estación húmeda. Una somera comparación de ellas es útil en la programación de las medidas de control a seguir. En los párrafos siguientes se describen los géneros de hongos que más frecuentemente causan manchas foliare.



Lesiones ocasionadas por el hongo *Alternaria spp.*

ALTERNARIA.

Alternaria brassicae. Ocasiona la mancha negra de las crucíferas (col, coliflor, nabo, etcétera). Las plantas jóvenes, sobre todo, son las más expuestas al ataque de este hongo, el cual frecuentemente impide la emergencia de las plántulas (*Damping off* o *Secadera*) ampliándose en círculos concéntricos, con una coloración

oscura que les imparten las esporas del hongo. En productos almacenados, las manchas se unen y favorecen el desarrollo fungoso hasta cubrir completamente la hoja. En la coliflor, la infección produce manchas pardas en la cabeza, empezando por el margen de cada flor o grupos de flores. La diseminación del hongo se efectúa por medio del viento, las herramientas de trabajo, o bien, por causa del hombre o animales. Las esporas sobreviven en el interior o exterior de la semilla. No se requiere la presencia de heridas para que se presente la infección.

CEPHALEUROS (Alga).

Cephalcuros virescens . Mancha verde de las hojas del mango, aguacatero, guayabo, alcanfor y varias ornamentales, corno magnolias, acacia, etc. Los cultivos tropicales son los más frecuentemente afectados Síntomas: en las plantas pequeñas se desarrollan manchas angostas y oscuras en los tallos, seguidas de un adelgazamiento de los mismos, sobre todo en la base. Las manchas de las hojas son circulares y amarillentas, Síntomas. En las hojas y ramas tiernas se observan manchas afelpadas de color café rojizo. Cuando esas manchas son abundantes, las ramas son ceñidas y poco desarrolladas, presentando "parches" acojinados y rojizos. Las manchas de las hojas conservan generalmente su color café verdoso (atabacado). En las ramas, el alga invade el tejido de la corteza, ocasionándole cuarteaduras que favorecen la penetración de hongos parásitos. Los árboles débiles son los más susceptibles y la enfermedad se disemina con mayor rapidez en épocas lluviosas. Las ramas pueden morir, perdiéndose por tanto, los frutos que debían producir.

CERCOSPORA.

Cercospora arachidicola Hori y *Cercospora personata* . Los dos hongos ocasionan manchas de color pardo en las hojas de las plantas de cacahuete. Esta enfermedad es más frecuente en zonas de alta humedad ambiental y ocasiona la defoliación si se le descuida. Síntomas: en general, el primero de los hongos se presenta en plantas jóvenes, en tanto que el segundo ataca plantas adultas. En las hojas, se observan manchas casi circulares de color castaño claro a castaño rojizo o negro en el envés, y más claras en el haz. Las manchas se presentan rodeadas de un halo amarillento. En el caso del *Cercospora personata*, el halo es más oscuro en ambas caras de la hoja. Los hongos sobreviven en desechos en el campo y, en condiciones favorables, constituyen el medio de contagio primario que se disemina con rapidez a las plantas.

Cercospora capsici . Mancha de la hoja del chile. También ocasiona la pudrición de las puntas tiernas de las ramas. Esta enfermedad es común en las temporadas lluviosas. En las hojas se observan, manchas casi redondas, de 0.5 a 2.5 centímetros de diámetro más o menos; al principio se ven acuosas y después se presentan con márgenes color castaño oscuro; las hojas se amarillan y caen. El hongo se desarrolla en el interior del pedúnculo de los frutos, ocasionando la pudrición de la punta del tallo.

Cercospora coffeicola. Mancha de hierro del cafeto, mancha del fruto. Es muy común en México, sobre todo en regiones muy húmedas. La defoliación y el manchado del fruto son los daños más importantes. El resultado de la infección a los frutos es una pudrición negra, seca y típica. El hongo se transmite por la semilla. Las manchas ocasionadas por el hongo *Cercospora* presentan bordes de color castaño y el centro brillante, con manchas pequeñas negras. La limpieza del suelo, el control de la humedad del mismo, así como la regulación del sombreado, son las mejores recomendaciones que se hacen. Otras especies del mismo género de hongos atacan diversos cultivos, tanto bajos como frutales y ornamentales, pero su importancia es muy secundaria comparada con la de otras enfermedades.

DIPLOCARPON.

Diplocarpon rosae . Mancha negra del rosal. En todo el mundo es muy frecuente esta enfermedad dondequiera que se cultive la planta. Síntomas: se forman manchas oscuras

sobre la cara superior de las hojas, de forma circular o irregular con los contornos radiales o fibrosos; estas manchas pueden unirse para formar otras mayores. El tejido alrededor de la mancha puede adquirir un color amarillento y caer fácilmente la hoja. La defoliación prematura puede ocasionar el debilitamiento general de la planta y la falta de floración al año siguiente. También los tallos y pedúnculos son atacados y presentan manchas negras. La enfermedad es muy frecuente en la época lluviosa.

DOTHIDELLA

Dothidella ulei Mancha sudamericana de la hoja del hule. Es específica de plantas del género Hevea y constituye uno de los más importantes factores limitantes del cultivo. En México está muy extendida la enfermedad. Síntomas: en las hojas jóvenes se presentan manchas de color olivo o verde oscuro, transparentes, aterciopeladas, con márgenes irregulares rodeados de un halo blanquecino y distribuidas en toda la superficie foliar. Las manchas pueden unirse y cubrir toda la superficie de la hoja; los márgenes de las hojas se enrollan y adquieren un color negro, desprendiéndose de los pecíolos. En los márgenes de las zonas atacadas de las hojas viejas aparecen después manchas realizadas de color negro opaco y variable en forma. Las condiciones favorables para el desarrollo del hongo son el rocío abundante en las hojas y alta humedad ambiental.

PESTALOTIA.

Pestalotia mangiferae virgatula. Mancha de la hoja del mango. Se presenta en forma de manchas pequeñas o pústulas, generalmente con los márgenes de color café rojizo. La enfermedad no es muy importante.

Pestalotia palmarum. Mancha de la hoja y fruto del cocotero. Esta enfermedad es muy frecuente, pero es de carácter secundario. Se combate en forma similar a la del mango. Otras especies atacan el aguacatero, ajonjolí, cacahuate, granado, etc.

PHYLLACHORA.

De este género sólo hay una especie importante que ataca el aguacatero; se trata del *Phyllachora gratissima*, pero sólo es secundaria.

PHYLLOSTICTA.

Varias especies de este género afectan varios cultivos en forma secundaria. Las plantas atacadas son varias (aguacatero, alfalfa, algodón, arroz, cacahuate, higuera, hule, mango, manzano, trébol, etcétera).

SEPTORIA.

Septoria apii. Mancha de la hoja del apio; también se llama tizón tardío del apio. Es una enfermedad muy generalizada en este cultivo. Sus síntomas: los primeros síntomas son manchas amarillentas alargadas en las hojas, de más o menos un centímetro cada una. Esas manchas pronto se oscurecen y el tejido afectado muere. Cuando los ataques son intensos, las manchas se unen hasta casi cubrir toda la hoja, la cual adquiere un color pardo o negro y muere; los pecíolos también son atacados. El hongo sobrevive en los desechos vegetales que van quedando en el suelo.

Septoria cucurbitacearum Sacc. Mancha de la hoja de las cucurbitáceas. Esta enfermedad es de frecuencia media. Síntomas: en las hojas se forman manchas pequeñas, grises y circulares frecuentemente rodeadas de una zona amarillenta. El hongo sobrevive en los desechos de cosechas previas.

Septoria lycopersici Speg. Mancha de las hojas del jitomate. Es bastante frecuente esta enfermedad en todas las zonas tomateras del país, pero es de carácter secundario. La enfermedad aparece sobre todo, en la época lluviosa, y ataca las plantas en cualquier estado. En estas condiciones, el follaje puede ser destruido, y el fruto no se desarrolla completamente. La infección se inicia en las hojas más viejas y cercanas al suelo, en forma de manchas acuosas pequeñas bien diseminadas. Esas manchas posteriormente presentan centros rugosos grisáceos y con márgenes oscuros prominentes. El agente patógeno sobrevive en desechos sobre el terreno, así como en otras solanáceas.

STEMPHYLIUM.

Stemphylium solani. Mancha gris de la hoja del jitomate. También ataca otras solanáceas. La enfermedad es frecuente en temporadas cálidas y húmedas, llegando a ocasionar la defoliación de las plantas en los semilleros o en el campo. Las primeras infecciones se producen en las hojas más viejas, las cuales presentan numerosas manchas pequeñas de color castaño oscuro, ampliándose sobre la cara interna. Los centros frecuentemente se observan cuarteados y cubiertos con una película gris oscura. Las hojas se amarillan y detienen su desarrollo. Pueden morir todas las hojas y permanecer vivas las de las puntas. Frecuentemente los semilleros son destruidos totalmente.

3.4. Marchitamientos.

Con el término de marchitamiento se designa al grupo de enfermedades que consisten en una pérdida de frescura; las plantas afectadas quedan flácidas y sin ningún vigor. El marchitamiento de las plantas puede ser temporal debido a la rapidez excesiva de la transpiración; o bien, puede ser permanente por la continua pérdida de la humedad, sobrepasando el punto de recuperación. Los micro-organismos que ocasionan estos marchitamientos, ya sea por reducción u obstrucción total de la conducción de agua, pueden ocasionar la enfermedad con carácter permanente.

En vista de que los marchitamientos son enfermedades sistémicas debido a la obstrucción de los tejidos vasculares de la planta, son muy importantes y difíciles de controlar, comparándolos con lesiones o cánceres localizados. En muchos casos, la penetración del hongo patógeno se efectúa por las heridas o raíces secundarias y, por tanto, es difícil prevenirla con tratamientos protectores. Con frecuencia, a pesar de que el hongo sólo está presente cerca de la base del tallo de una planta, el primer síntoma es una flacidez o marchitez de una rama cercana a la punta de la planta.

Muchas especies de *Fusarium* ocasionan amarillamientos y marchitamientos. Otras especies de *Verticillium* también son responsables de marchitamientos en muchos cultivos de frutales, bajos y ornamentales.



FUSARIUM.

Muchas especies de este género de hongos ocasionan darlos en las raíces de las plantas, dando como resultado un marchitamiento de la parte aérea. Numerosas especies son las que ocasionan la secadera (" *Damping off* "); otras ocasionan la pudrición parcial o total de las plantas, por lo que se han considerado dentro del grupo Pudriciones. Sólo se describe una especie importante en México.

Lesiones en banano causadas por el peligroso hongo *Fusarium oxysporum*.

Fusarium oxysporum f. cubense . Mal de Panamá. Es la enfermedad más importante del plátano, y la más destructiva, habiendo ocasionado verdaderos desastres, sobre todo en las zonas plataneras del Golfo de México. Síntomas externos: el síntoma más notorio es un amarillamiento acompañado del marchitamiento y muerte de las hojas más viejas de la planta. La muerte puede ocurrir sin que se presente el amarillamiento parcial o total. El ataque puede avanzar hacia las hojas del centro del pseudo-tallo. La decoloración es visible en el rizoma, así como en el pseudo-tallo; pero, generalmente ocurre en las láminas más viejas y exteriores.

El pseudo-tallo frecuentemente presenta bandas longitudinales al nivel del suelo y en la base de las hojas, pero algunas veces no se observa este síntoma. Los síntomas externos varían según la edad de la planta. Las plantas jóvenes en suelos muy contaminados pueden resultar achaparradas o con poco desarrollo; sin embargo, también se puede observar lo mismo en plantas adultas o viejas. Síntomas internos. Son típicos y se observan en rizomas o pseudo-tallos cortados transversalmente.

En las plantas sanas, tanto en la parte aérea como en la subterránea, cuando se hacen cortes transversales, se observan los tejidos de un color blanco limpio; después de uno o dos minutos, adquieren un color rosado o púrpura. Cuando un rizoma enfermo se corta transversalmente, la enfermedad se puede localizar en los vasos conductores y tejidos de color pardo o negruzco. Los haces internos son más oscuros y los más alejados del centro hacia afuera, se muestran más claros, indicando el avance de la enfermedad.



VERTICILLIUM.

Verticillium albo-atrum. Este hongo ataca numerosas plantas ; árboles, arbustos, frutales, ornamentales y legumbres. El resultado inmediato se observa en forma de amarillamiento y marchitamiento, sobre todo en las partes tiernas y durante las horas más cálidas del día; posteriormente, las hojas se enrollan y con frecuencia se cuelgan o caen. Las plantas se ven mal desarrolladas y es escasa o nula su producción.

4. Síntomas y señales de enfermedades vegetales.

Hemos previamente informado que los servicios de análisis fitopatológico del laboratorio se centran en los problemas fitosanitarios causados por microorganismos patógenos. Estos organismos incluyen hongos, bacterias, y virus. Alrededor del 85% de todas las enfermedades de las plantas son causadas por hongos. Por lo tanto, sobre una base estadística solo, es probable encontrarse con enfermedades fúngicas mucho más a menudo que las causadas por otros tipos de patógenos.

En la biología moderna, los hongos no se consideran plantas. Se clasifican en su propio reino ("*mycota*", sería el término para los biólogos), con rango equivalente al de los conocidos reinos vegetal y animal. A veces, el crecimiento de los hongos es tan abundante que una masa lo suficientemente grande (micelios - filamentos microscópicos multicelulares) se acumula en tal forma que pueden observarse a simple vista.

Los síntomas son estados anormales que nos indican un trastorno o enfermedad en la planta. Por fortuna, la terminología utilizada para describir síntomas en el caso de plantas es realmente muy simple y directa.

SÍNTOMAS DE PLAGAS Y DEFICIENCIAS EN PLANTA



LAS SEÑALES O SIGNOS DEL PATÓGENO.

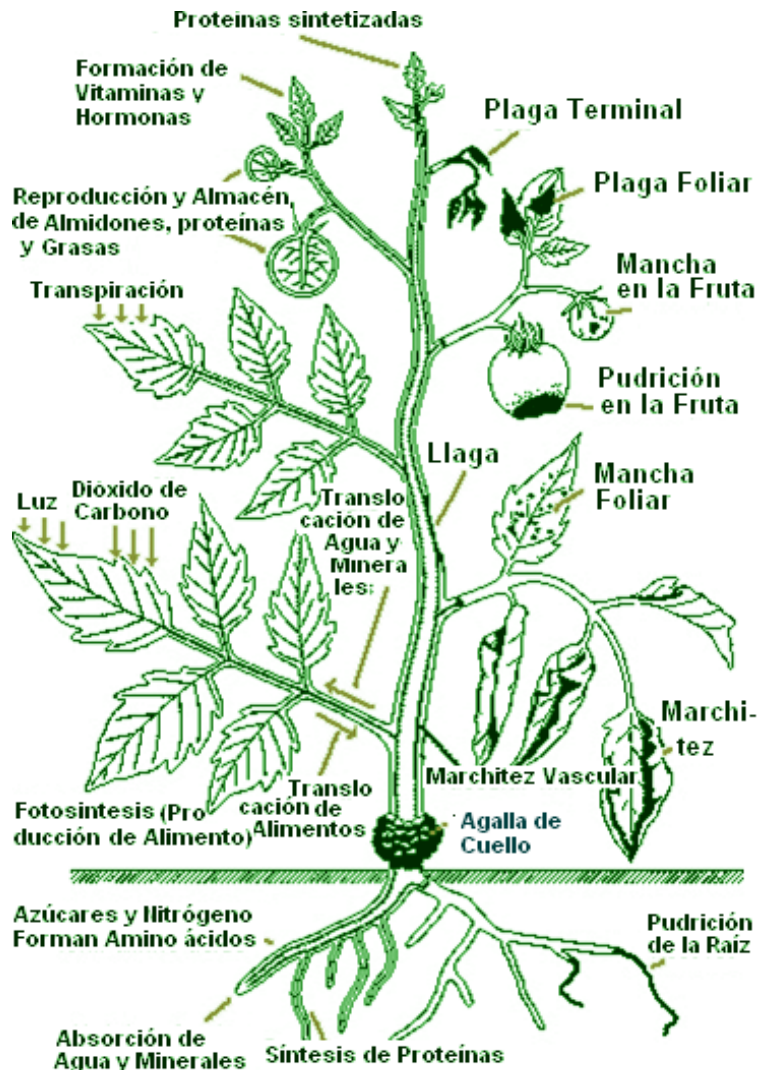
Es muy conocido que los síntomas asociados con muchos problemas diferentes de salud vegetal pueden parecer muy similares. En efecto, tanto los agricultores como sus asesores agronómicos, tienen a menudo problemas para identificar enfermedades basándose en los síntomas más evidentes. Por ello los protocolos para el diagnóstico correcto se basan en los signos (o señales) del patógeno. Los signos son la evidencia física real de la ocurrencia del patógeno en asociación con el material vegetal saludable. Estos incluyen:

- El micelio o crecimiento de moho.
 - *Bajo algunas condiciones, fácilmente visibles a simple vista.*
- Hongos: las conocidas estructuras que forman algunos hongos patógenos

- Cuerpos fructíferos.
 - *estructuras reproductivas de algunos hongos que están incrustados en el tejido enfermo. A menudo se requiere de lentes de aumento para poder localizarlas.*
- Sclerotia : estructuras duras de algunos hongos
- Royas
- Exudado bacteriano y olores específicos.
 - *Asociado a maceraciones de tejidos de ciertos patógenos*

Para tener la seguridad en el diagnóstico, es necesario estar familiarizado con los signos o "señales" de los agentes patógenos y con las técnicas necesarias para poder detectarlos e identificarlos. No es recomendable intentar diagnosticar enfermedades solamente sobre la base de los síntomas.

Análisis de Patologías Vegetales.



Fuente: Agrios, GN 1997. *Fitopatología* (4ª ed.) Academic Press, Nueva York, NY.

En la anterior figura se ilustran aquí muchos tipos o clases de síntomas. Un "punto" o mancha es una lesión relativamente pequeña, distinta, con bordes definidos. La mayoría de las veces, al describir un síntoma de enfermedad, se indica el órgano afectado. Por ejemplo, si el punto está en las hojas, se le denomina una "mancha foliar". Si los puntos están en la fruta se llamarán, naturalmente, "manchas en el fruto". Conforme las manchas o puntos van creciendo y fusionándose, los síntomas también pueden ser descritos como una "plaga". Dado que hay grados que van de manchas a plagas la terminología utilizada no siempre es muy clara. Los tumores son masas de crecimiento indiferenciado (similares a los tumores cancerosos en los seres humanos), que por lo general, se asocian con el crecimiento leñoso de tallos y ramas. Las "llagas" son lesiones profundas, que se encuentran también, principalmente, en tallos y ramas. Los marchitamientos indican

problemas con la absorción de agua. La pudrición ocurre cuando el tejido se rompe. A menudo estas pudriciones aparecen como papillas húmedas, en ocasiones babosas. Sin embargo, también puede haber pudriciones secas. Es importante acostumbrarse a usar estos términos, de manera que todas las personas involucradas en asuntos de fitopatología puedan tener una percepción clara del problema cuando se les transmite verbalmente los síntomas encontrados.

SÍNTOMAS Y SIGNOS DE ENFERMEDADES BACTERIANAS ESPECÍFICAS

Se ha hablado sobre todo acerca de los signos de hongos que causan enfermedades en las plantas. Pero ahora llegamos a los síntomas y signos específicos asociados a las enfermedades bacterianas. Mientras que los hongos causan alrededor del 85% de enfermedades de las plantas, las bacterias causan algunas enfermedades que son más difíciles de controlar. Esto es especialmente cierto en diversas zonas de México, porque las enfermedades bacterianas son más intensas en ambientes cálidos, húmedos, y lluviosos.

LOS SÍNTOMAS DE ENFERMEDADES VIRALES

De todas las enfermedades, las causadas por los virus son las más difíciles de diagnosticar. Esto no es nada sorprendente, ya que los virus no producen signos reveladores que se puedan observar fácilmente. Los síntomas suelen ser bastante sutiles, tanto así que a menudo se confunden fácilmente con las deficiencias de nutrientes y de lesiones causadas por herbicida. En estos casos lo más recomendable es recurrir al laboratorio especializado.

5. Estrategias de control de enfermedades.

A continuación presentamos la lista de las estrategias generales más importantes para el buen control de las enfermedades de las plantas.

- Resistencia de los cultivos
 - *ésta debe ser la primera línea de defensa, cuando posible.*
- Métodos Físicos
- Pesticidas
- Regulación
- Métodos de cultivo que reducen los niveles de patógenos, o que reducen la velocidad de desarrollo de la enfermedad. Estos métodos incluyen:
- Saneamiento
- Rotación de cultivos
- Erradicación de huéspedes
- Mejorar el ambiente del cultivo

Los tres términos siguientes son importantes en la discusión sobre la resistencia de un cultivo:

- Inmunidad
- Resistencia
- Tolerancia

La *inmunidad* es la regla en el reino de las plantas. Se puede decir que la mayoría de las plantas son inmunes a la mayoría de los patógenos. (Por lo tanto , uno no tiene que preocuparse por que el siguiente año aparezca el punto negro de las rosas en los tomates del huerto) La '*Resistencia*' en sentido estricto, se refiere a los niveles más bajos de enfermedad observados en algunos cultivos o variedades de una especie en particular, en comparación con otros cultivos susceptibles. Se recomienda elegir siempre variedades resistentes cuando estén disponibles. La '*tolerancia*' se refiere a las variedades o cultivos que parecen ser tan fuertemente afectada como las variedades convencionales, pero que, a pesar de ello, logran ser más productivas o vigorosas.

CREAR UN AMBIENTE DESFAVORABLE PARA LOS PATÓGENOS Y FAVORABLE PARA EL CULTIVO.

Por ejemplo, con el agua de riego. Hay muchas teorías e ideas sobre el mejor momento del día para aplicar el riego. Desde un punto de vista de la patología de las plantas, es preferible llevar a cabo la irrigación al final de la mañana , después de que se haya ya secado el rocío de las hojas, pero con tiempo suficiente para permitir que las hojas se sequen de nuevo antes del anochecer. Por supuesto, lo ideal, sería que el agua penetre en aquella superficie del suelo , donde se extienden las raíces del cultivo , que son los órganos de absorción del agua. El riego por goteo ayuda también al control de patógenos. En estos sistemas, el agua se lleva al campo en tubos de plástico que alimentan de agua a las pequeñas líneas de emisores que entregan el agua bajo el acolchado plástico justo en la base de las plantas. Debido a que el follaje no se moja, el desarrollo y la propagación de los hongos y bacterias se ven grandemente reducidos.

REFERENCIAS:

1. *Manual de Agronomía, Laboratorios A-L de México.*
2. *CD de "Agricultura Razonada" Laboratorios A-L de México.*
3. *Agrios, GN 1997. Fitopatología (4^a ed) Academic Press, Nueva York, NY.*
4. *Universidad de Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas (UF/IFAS)*
5. *Oscar Ruiz. Ph. D. en Fitopatología. Comunicaciones personales.*