

10. ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS DEL SUELO

Héctor Muñoz Vargas *

La semilla constituye uno de los medios más comunes y eficientes en la dispersión y propagación de enfermedades, particularmente de las causadas por entidades fungosas que habitan en el suelo. A la vez, sabemos que el estado sanitario es uno de los factores que participan significativamente en la obtención de cosechas productivas y en la calidad de las mismas.

En atención a que en los cursos sobre el cultivo de la papa se presentan con detalle las características sintomatológicas de los diferentes disturbios, en esta oportunidad se considerarán aspectos generales de las enfermedades fungosas en órganos subterráneos, condiciones del hospedero para el desarrollo de un proceso infectivo, características de los organismos causales, factores del suelo relacionados con la vida de esos organismos y algunas referencias sobre control. Con esta exposición se espera profundizar un poco más en cuanto se conoce de las enfermedades antes citadas, con miras a que los cultivadores de papa puedan disponer en un futuro cercano de un material que en verdad merezca el calificativo de semilla.

10.1 IMPORTANCIA DE LAS ENFERMEDADES FUNGOSAS.

Las enfermedades causadas por hongos, y en general las enfermedades de las plantas son importantes por los efectos indeseables sobre estas o sus productos, en razón de la dependencia del hombre para la satisfacción de muchas de sus necesidades. Las enfermedades de las plantas causan pérdidas económicas a los cultivadores, escasez de alimentos y elevación de precios en el mercado; pueden constituirse en factor limitante para el cultivo de especies o variedades valiosas en determinadas zonas; pueden influir en el nivel de empleo y en la organización de nuevas industrias; demandan inversiones cuantiosas en investigación, etc.

En el caso de las enfermedades causadas por hongos del suelo, la importancia de ellas se hace más relievante, por cuanto las técnicas conocidas para control son poco eficientes, costosas e impracticables en ocasiones; además, los suelos pueden quedar inhabilitados para ciertos cultivos por períodos largos de tiempo.

Desde el punto de vista de la producción de semilla de papa, gran parte de las enfermedades que afectan el cultivo son causadas por hongos del suelo, los cuales no solo participan en la reducción de los rendimientos, sino que pueden determinar la descalificación de un material destinado a semilla, por los riesgos de diseminación a través de la misma y consecuente-

* Ingeniero Agrónomo M.S. Fitopatología.

mente por la posible gestación de afecciones severas en áreas que se han mantenido libres. Pues el concepto de semilla implica a más de su pureza varietal y poder germinativo, acreditar un estado sanitario óptimo.

10.2. CLASIFICACION DE LAS ENFERMEDADES FUNGOSAS.

Las enfermedades causadas por hongos pueden agruparse en diferentes formas atendiendo al tipo de estudio propuesto; por síntomas; por órganos afectados en la planta; por el tipo, especie o variedad de la planta; por grupos taxonómicos de hongos patógenos, etc. Para los propósitos de este curso podemos clasificarlas así:

Enfermedades fungosas en semillas almacenadas
" " " órganos aéreos
" " " " subterráneos

Dentro de este último grupo podría establecerse una diferenciación entre las enfermedades que ocasionan reducción en los rendimientos del cultivo por daños durante el período de desarrollo, enfermedades que demeritan la calidad de la semilla por el daño o porte de estructuras de patógenos y enfermedades que inhabilitan el producto para semilla por presentar infecciones de determinados patógenos.

10.3. ENFERMEDADES DE ORGANOS SUBTERRANEOS.

Los órganos subterráneos de la papa, raíces, estolones y tubérculos pueden ser atacados por enfermedades de diferente etiología y en grados variables, dependiendo de la variedad, del agente causal, del suelo, y aún de las técnicas del cultivo empleadas.

Entre las enfermedades más comunes causadas por hongos del suelo se destacan las designadas bajo los nombres de:

10.3.1. Rhizoctoniasis, chancro, costra negra, pudrición del pie, Rhizoctonia root rot, Rhizoctonia disease, Rhizoctonia scab (Rhizoctonia solani Kühn).

Es una enfermedad ampliamente distribuida en las zonas productoras de papa; puede afectar brotes, tubérculos, raíces, estolones y el sector basal del tallo. Dependiendo de la amplitud de los tejidos comprometidos en el proceso infectivo y de la edad del hospedero puede ocasionar la muerte de este o reducir la producción. El patógeno es un habitante natural del suelo con capacidad para causar enfermedad en gran número de plantas de diferentes especies. En algunos estados de Estados Unidos, tradicionalmente productores de semilla, el grado de contaminación de los tubérculos con estructuras de resistencia del patógeno es un factor a considerar dentro de la

certificación de semillas.

10.3.2. Lanosa, arrebolado, lama, macana, peste nieve, mortaja blanca, papa cagajona, (Rosellinia sp).

Parece que esta afección sólo se encuentra localizada en algunas áreas productoras de la zona andina, ricas en residuos leñosos de bosques y en climas bastante fríos y húmedos. Causa pudrición en el sector basal del tallo, en raíces, estolones y tubérculos. Aunque el patógeno es un organismo polífago con gran número de hospederos leñosos y semileñosos, incluyendo frutales, forestales, hortalizas y ornamentales, a nivel mundial; en papa solo se ha registrado en pocos sitios. Generalmente se presenta en focos dentro del cultivo y en ellos la pérdida de tubérculos por pudrición puede ascender al 100%.

La presencia de semillas contaminadas debería determinar la descalificación del material para la certificación. Además, el patógeno persiste en el suelo por varios años, inhabilitándolo para el cultivo de plantas susceptibles.

10.3.3. Marchitez o Wilt (Verticillium spp).

Es una enfermedad registrada en algunas áreas productoras, de climas ligeramente templados y fríos, cuyo agente causal ataca una amplia variedad de plantas, entre las cuales se cuentan árboles, arbustos, ornamentales, leguminosas y malezas, con muy poca evidencia de especialización en hospederos. En 1.932 fue aislado por Donandt, según Ludwig (1960), de más de 70 géneros de plantas, encontrando que cada aislamiento era transferible a cada uno de los otros hospederos.

La marchitez y colapso de las plantas obedece a obstrucción y lesiones del sistema vascular, pues el patógeno se considera especializado en cuanto a los tejidos que ataca ; por esto, la afección puede manifestarse en tubérculos, estolones, raíces y tallos.

Como quiera que la semilla atacada por este patógeno puede no presentar síntomas visibles, en un plan de certificación de semillas deberían rechazarse los lotes donde se registre el problema.

10.3.4. Verruga, sarna, wart disease (Synchytrium endobioticum (Schilb). Perc.).

Es una enfermedad de distribución amplia, no registrada en Colombia, que afecta todos los órganos subterráneos con excepción de las raíces; ocasionalmente se presenta en tallo y follaje. El patógeno es un parásito obligado con capacidad de sobrevivencia en el suelo por gran número de años, y sus hospederos

son plantas de la familia Solanaceae: papa, tomate, Solanum nigrum, S. dulcamara, otras especies del género Solanum, Hyoscyamus niger y Nicandra physaloides; puede causar bajas severas en los rendimientos y es vector de virus. Con relación a este microorganismo es importante desarrollar prácticas preventivas eficaces para impedir la introducción a áreas que se han mantenido libres.

10.3.5 Roña, roña polvosa o sarna, powdery scab (Spongospora subterranea (Wallr.) Lagerheim).

Se presenta con mayor frecuencia y severidad en suelos fríos y húmedos; en tubérculos se desarrollan lesiones superficiales a manera de pústulas, en raíces hay formación de agallas, y nódulos en estolones. En órganos aéreos no se observan manifestaciones del disturbio. El patógeno cuenta con algunos pocos hospederos de la familia Solanaceae. La enfermedad puede causar bajas en la producción y deterioro en la calidad.

10.3.6. Gangrena, carbón, (Angiosorus (Thecaphora) solani)

La enfermedad se encuentra localizada en algunas zonas productoras de América y afecta principalmente los tubérculos, aunque pueden presentarse en el extremo inferior de los tallos. En los órganos aéreos no se encuentran síntomas visibles.

Sobre la biología de este patógeno se conoce muy poco; no obstante se afirma que puede sobrevivir en el suelo con capacidad infectiva por varios años. Además, parece que el microorganismo exige condiciones especiales para el desarrollo del proceso infectivo puesto que la enfermedad no se ha presentado en los cultivos sucesivos realizados en lotes contaminados; se manifiesta en algunos semestres pero no en otros.

Con base en el daño ocasionado a los tubérculos y en consideración a que la semilla es el más importante vehículo de diseminación, es recomendable el rechazo de los materiales obtenidos de lotes donde se manifieste la afección.

10.3.7 Podredumbre basal, tizón del sur, pudrición por Sclerotium (Sclerotium rolfsii Sacc).

Es una enfermedad distribuida mundialmente, que afecta múltiples hospederos; la humedad es un factor estimulante en el proceso evolutivo de la condición patológica. El disturbio se manifiesta comunmente en la zona basal del tallo, pero puede extenderse a raíces, estolones y tubérculos.

A causa de la persistencia del hongo en el suelo y considerando la susceptibilidad de muchas de las plantas cultivadas, es necesario prevenir la diseminación a través de semilla contaminada.

10.4. FACTORES RELACIONADOS CON EL HOSPEDERO.

Uno de los elementos necesarios en el desarrollo de la enfermedad es el hospedero, y respecto a este, la condición que presente en el momento de establecer contacto con el inóculo es determinante de la iniciación del proceso.

10.4.1. Predisposición.

Las plantas enfermas así como las plantas sanas de un cultivo, en general están sometidas a efectos similares del ambiente en que se desarrollan, pero las sembradas en ciertos ambientes disponen de menos defensas que las que tendrían al sembrarlas en otros. Las condiciones extremas del tiempo, la fertilidad y condiciones del suelo, y otros factores externos pueden ejercer un efecto adverso sobre las plantas, haciéndolas más vulnerables al ataque de patógenos de lo que sería en otro medio. Este fenómeno es considerado como una predisposición.

Así que las plantas pueden estar predisuestas por el ambiente a una o varias enfermedades, pero esta predisposición no implica necesariamente el desarrollo de un progreso patológico. Esta predisposición ha sido difícil de evaluar por problemas en el manejo del ambiente experimental impuesto, especialmente en la obtención de un acople semejante al que se cumple entre el patógeno y el hospedero en el medio natural. Por esta razón muchos trabajos de investigación hacen confusa la comprensión del fenómeno.

10.4.2 El problema de la resistencia - Susceptibilidad.

Horsfall y Dimond (1.959) consideran que la salud o sanidad es el estado común de las plantas puesto que si estas no permanecieran razonablemente sanas desaparecerían; también, que la sola existencia de especies es un indicativo de que la enfermedad es anormal y consecuentemente la susceptibilidad. Por esto, conceptúan que las plantas se defienden de sus enemigos mediante procesos dinámicos y en forma mecánica. Pero a pesar de estos interesantes conceptos, es conveniente precisar siquiera sucintamente los criterios de resistencia, susceptibilidad, escape e inmunidad a efecto del manejo que puedan requerir los cultivos.

Con el término ro para suprimir o demorar la actividad de un patógeno o de otros factores de daño; puede ser un carácter genético con posibilidad de ser influido por

predisposición o por edad de la planta. Así hemos podido observar cómo los tejidos jóvenes y succulentos son por lo general menos resistentes que los tejidos maduros; el damping-off es una enfermedad común en plántulas, no así en estados más avanzados de desarrollo. Igualmente, algunos factores ambientales pueden retardar la maduración de los tejidos de la planta, permaneciendo succulentos durante un tiempo superior al normal y expuestos al ataque de patógenos.

La susceptibilidad es una condición del hospedero en contraposición a la resistencia, y por la cual este es objeto de ataque por uno o varios patógenos. Desde luego, entre los límites de resistencia y susceptibilidad se encuentra una diversidad de niveles o grados. También, la resistencia de la planta a un patógeno durante una etapa de su vida no implica que esa condición se extienda al eventual ataque de otros microorganismos.

Con relación al fenómeno conocido como "escape", Garret (1.970), declara que es un caso en el que un hospedero genéticamente susceptible evade la infección por cualquier causa: por ausencia del patógeno, por baja población de inóculo, o por inhibición de la infección debida a factores ambientales desfavorables.

La inmunidad, clasificada en un grupo diferente al de las categorías de resistencia, se refiere a la calidad de un hospedero para poder mantenerse completamente libre del ataque y daño de un parásito infeccioso.

En adición al criterio general de resistencia de un hospedero, con frecuencia se encuentran los conceptos de resistencia vertical y resistencia horizontal. La primera, también llamada perpendicular, se refiere a la resistencia de una variedad a algunas razas del patógeno, aunque no a todas; produce una casi inmunidad, es gobernada por genes mayores y en epifitología es importante por su efecto reductor sobre la población de inóculo inicial.

Cuando la resistencia se manifiesta igualmente distribuida contra todas las razas del patógeno se la denomina horizontal, lateral o de campo; es conferida por genes menores y epifitológicamente se le evalúa porque permite reducir la velocidad de la infección. La reducción de esta velocidad se obtiene por resistencia al desarrollo de lesiones, por baja fructificación del hongo en las lesiones producidas y por la toma de un tiempo mayor que el normalmente requerido para la esporulación del hongo

10.5. HONGOS DEL SUELO PATOGENOS DE LA PAPA.

Los hongos del suelo que atacan órganos subterráneos de la papa pertenecen a varios grupos taxonómicos, y aunque en general cumplen ciclos biológicos diferentes, tienen un medio de sobrevivencia común. Para reconocerlos veremos algunas de sus características y mecanismos de dispersión.

10.5.1. Características Generales.

1. Rhizoctonia solani Kühn y Sclerotium rolfsii Sacc.

Pertenecen al orden Mycelia Sterilia del grupo de Hongos Superiores; no forman esporas o cuerpos fructíferos asexuales; el micelio es septado y desarrollan estructuras de resistencia conocidas como esclerocios, los cuales conservan su viabilidad aún bajo condiciones ambientales extremas. En R. solani, el micelio es hialino cuando joven y castaño al envejecer; los esclerocios son de forma irregular y de color castaño a negro, visibles en la superficie de los tubérculos; el estado sexual corresponde a Pellicularia filamentosa. En S. rolfsii el micelio es blanco algodonoso y los esclerocios de color pardo a negro, globosos a irregulares.

Estos dos microorganismos son polífagos, ampliamente distribuidos; sobreviven en residuos de materia orgánica y gracias a sus estructuras de resistencia; los favorece la humedad y crecen bien en PDA.

2. Spongospora subterranea (Wallr) Lagerheim y Synchytrium endobioticum (Schilb) Perc.

Pertenecen al grupo de los hongos Inferiores, Clase Plasmodiophoromycetes y Chytridiomycetes respectivamente. Carecen de verdadero micelio, son endoparásitos y causan hipertrofia e hiperplasia en las células superficiales del hospedero. En S. subterranea la fase somática es un plasmodio desarrollado dentro de las células del hospedero; produce esporas de resistencia de pared gruesa; sobre la existencia de un estado sexual hay disparidad de criterios. S. endobioticum se reproduce asexualmente por zoosporas formadas dentro de un esporangio, y como resultado de la reproducción sexual se origina un tipo de esporangio de resistencia dentro de las células del hospedero.

3. Verticillium spp.

Se encuentra clasificado dentro de los Hongos Superiores, Clase Deuteromycetes, Orden Moniliales. El micelio es septado, hialino; las fructificaciones asexuales se presentan en conidioforos delgados, verticilados en cuyos extremos se desarrollan pequeñas masas húmedas de conidias. V. dahliae forma microesclerocios, no así V. albo-atrum. Son patógenos del sistema vascular en gran número de hospederos. La sobrevivencia de Verticillium se explica por su habilidad saprofitica competitiva en residuos vegetales.

4. Rosellinia sp.

Se halla clasificado dentro de los hongos Superiores, Clase Ascomycetes, Orden Sphaeriales. La fase sexual o ascospórica corresponde al género Rosellinia y la fase asexual o conídica al género Graphium; en la fase vegetativa presenta cordones miceliales o rizomorfos, los cuales son comunmente visibles sobre los tubérculos y en la base de los tallos. Las hifas son hialinos, ligeramente distendidos en la proximidad de la septa. Se sabe que en laboratorio muere a temperaturas superiores a 34 °C durante 13 días y por ello se sugiere que los sitios fríos le favorecen.

5. Angiosorus solani (Thecaphora solani Bar.)

Pertenece a los Hongos Superiores, Clase Basidiomycetes, Orden Ustilaginales. Las estructuras características son las teleutosporas, de color amarillento y con pequeñas espinas en la superficie. Las hifas se desarrollan dentro de los tejidos del hospedero en forma intercelular. Presenta un micelio primario y uno secundario; este constituye la fase somática más importante. En el tubérculo se forman soros locales de 1 a 1.2 mm conteniendo masas de esporas oscuras.

10.5.2. Dispersión de Hongos del Suelo.

Los patógenos pueden dispersarse en forma autónoma o mediante agentes de diseminación como insectos, agua, viento, etc. Por dispersión autónoma se entiende la diseminación a través del suelo, semillas o partes de la planta durante las labores del cultivo. A continuación se expondran aspectos de la dispersión autónoma.

.1. Dispersión de patógenos en el suelo.

1) Contaminación del suelo.

Gradualmente se realiza la diseminación de un patógeno, de un área contaminada a otra libre de él, y puede ocurrir en forma accidental o por introducción de material contaminado. El patógeno puede entrar con semillas infectadas o con plantas vivas.

2) Diseminación del patógeno y proliferación.

En suelos contaminados la diseminación y proliferación del patógeno esta sujeta a la interacción de varios factores como: la frecuencia de siembra del cultivo susceptible en el mismo suelo y de la adaptación del patógeno al medio.

Los parásitos facultativos no especializados tienen una completa vida

saprofitica pero pueden atacar tejidos vivos; pueden diseminarse y multiplicarse. Rhizoctonia, Verticillium, en un suelo cultivado, pero dependiendo de la base alimenticia de ese suelo, de la temperatura, aireación y del antagonismo con otros microorganismos. Si se sustrae la base alimenticia, cambiando el _____ por arena, R. solani disminuye sustancialmente.

Los parásitos obligados dependen de sus hospederos, y cuando estos mueren no pueden sobrevivir en el suelo en estado de reposo hasta la aparición de nuevos brotes del hospedero. Un parásito obligado no puede crecer y diseminarse en el suelo, y su amplitud y patrón de vida dependerá de la amplitud y patrón de vida del hospedero. Así que la velocidad y extensión de su diseminación estará sujeta a la frecuencia con que crezcan las plantas susceptibles. Ejemplo: Synchytrium endobioticum y Spongospora subterranea. El único caso en que los parásitos obligados pueden efectuar su diseminación en el suelo es cuando un esporangio libera zoosporas natatorias, las cuales tienen un período de vida activa muy corto.

3) Persistencia del patógeno.

La persistencia puede variar de horas a muchos años. En Alemania se determinó en 10 años la persistencia de S. endobioticum en suelo sin cultivar y libre de malezas, pero parece que los esporangios de resistencia pueden sobrevivir hasta 30 años. Sobre S. subterranea poco se sabe de la persistencia en el suelo aunque se dice que conserva su viabilidad por varios años.

.2. Dispersión de patógenos por suelo.

1) Por solo suelo.

El movimiento de suelo por aradas, rastrilladas, el desplazamiento de maquinaria y otras labores mecánicas de cultivo y cosecha permiten la dispersión de un patógeno en los suelos de la finca. La diseminación también se efectúa por suelo transportado en el calzado de los trabajadores y por cualquier tipo de erosión. El patrón de distribución se presenta errático y se acomoda al patrón de actividades de la finca. De finca a finca la diseminación opera gradualmente con el intercambio de equipos y por erosión en gran escala.

2) Por suelo adherido a partes de plantas.

El método más efectivo de diseminación de patógenos es por transferencia de suelo contaminado de un área a otra, adherido a raíces, tubérculos y otros órganos de la planta. Por este medio se distribuyen los patógenos no solo entre fincas, sino entre países.

.3. Dispersión por semillas.

Después de grandes esfuerzos se ha demostrado que las semillas están asociadas con uno o varios patógenos responsables de enfermedades y por ello dentro de los criterios de certificación se incluye la calidad sanitaria del material.

Puesto que la semilla en su estado de reposo, en general no provee condiciones adecuadas para el crecimiento activo de patógenos, el inóculo normalmente es transportado dentro de los tejidos o adherido a ellos, en forma de micelio latente, esporas o esclerocios. La velocidad de esta diseminación dependerá del movimiento de semillas.

1) Contaminación de semillas.

En las semillas pueden presentarse varios tipos de contaminación. Uno de ellos ocurre cuando el patógeno o patógenos se hallan establecidos dentro de los tejidos. Otro tipo de contaminación de origen externo, debido al porte de patógenos en la superficie, por arribo de estructuras durante las labores de cosecha. También se considera contaminación a la mezcla de semillas del cultivo con semillas de malezas.

2) Diseminación, multiplicación y persistencia de patógenos.

Las condiciones ambientales prevalentes en el área del cultivo regulan la velocidad de diseminación y multiplicación. Esos factores del ambiente operan como un mecanismo de control al limitar la velocidad y extensión de la diseminación, particularmente para hongos portados en la semilla.

El tiempo durante el cual un patógeno permanece viable sobre o dentro de la semilla con capacidad para causar enfermedad, bajo condiciones de almacenamiento, varía de pocos meses a varios años, dependiendo de la estructura del hongo presente.

.4. Dispersión en plantas y partes de plantas.

Bajo este título se considera la dispersión de patógenos en plantas, partes de plantas, residuos de cultivos y material vegetal que permanece en el suelo sometido a procesos de descomposición natural.

La rapidez en el transporte de plantas completas y partes de las mismas actúa como un factor de multiplicación en la velocidad de dispersión de patógenos y crea un problema complejo al mantenimiento de áreas libres. Por esto, para el movimiento de plantas, tubérculos, bulbos, cormos, estolones, esquejes o productos de consumo, es de suma conveniencia el que se encuentren sanos y libres de patógenos viables, en particular de aquellos que causan enfermedades desconocidas o no registradas en el lugar de introducción.

La presencia de patógenos viables hace posible su establecimiento y diseminación en áreas nuevas, siempre y cuando concorra un ambiente propicio. Si la papa debe ser trasladada a un área nueva para siembra, donde se presume que una probable enfermedad portada por semilla puede ocasionar daños severos, es importante que ese material se encuentre libre no solo de infecciones masivas sino de toda infección. Mediante investigaciones se ha descubierto la existencia de importantes razas fisiológicas de patógenos como S. endobioticum, capaces de causar severos daños al cultivo.

La acumulación de residuos de cosecha en el campo, de tubérculos con daños, favorece la esporulación de los hongos y sirve de fuente de inóculo para cultivos vecinos. Tiene importancia local en la diseminación de lote a lote y de finca a finca.

10.6. EL SUELO COMO MEDIO DE VIDA DE LOS HONGOS .

El ambiente del suelo desempeña una función muy importante en la patogénesis de las enfermedades de la raíz y de los órganos subterráneos de las plantas. Este ambiente incluye no solo la rizosfera de la planta hospedero sino también el suelo.

En el ambiente del suelo se expresan los efectos combinados de diversos factores: factores físicos como el tipo de suelo y textura, humedad, aireación y temperatura; factores químicos como el pH, contenido de minerales (nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores), y materia orgánica; y factores bióticos. Al lado de estos el ambiente es modificado por prácticas de cultivo. Sin embargo, las investigaciones realizadas en este campo demuestran que es difícil obtener un claro análisis de los efectos.

De acuerdo con las explicaciones de Kreutzer (1.960), el ambiente afecta todas las formas de vida existentes en el suelo y cada organismo es afectado directa o indirectamente por cualquier factor ambiental o por una combinación de ellos; cualquier organismo o combinación de organismos influye directa o indirectamente sobre todos o sobre cualquier factor ambiental; y, cada entidad viva sufre el impacto de cada una de las otras o de una combinación de ellas.

El tratadista antes citado propone una clasificación de los factores participantes e ilustra las relaciones que tienen lugar entre ellos, como indica la figura.

Existe un complejo de interacciones entre: 1) la naturaleza fisico-química del suelo; 2) los factores ambientales básicos de luz, temperatura y humedad; 3) los microorganismos vivos en el suelo; 4) la planta cultivada que crece en el mismo suelo.

Cuando una planta crece en el suelo se inicia una serie interminable de cambios y de complejas interacciones. Con la penetración de las raíces en el suelo se pierden excesos de agua a través de la transpiración de las hojas y aumenta la aireación del suelo. Los hongos, Streptomyces y bacterias aeróbicas se multiplican; las bacterias anaeróbicas disminuyen. La permeabilidad del suelo aumenta, cambia el pH y la química del suelo. La cantidad y la calidad de la población del suelo es alterada. Las secreciones de las raíces determinan el carácter de la rizosfera. Elementos menores se fijan o son disponibles y los niveles de nitrato y fosfato fluctúan. Las plantas reaccionan desarrollando su follaje, el cual reduce la luz y la temperatura sobre la superficie del suelo. Se crea un microclima. El carácter de la población en la superficie del suelo cambia. El resultado es una planta pobre o mejor para cosecha.

Bajo el marco así esbozado, Kreutzer (1.930), entiende el desarrollo de las enfermedades originadas en el suelo.

10.7. CONTROL DE HONGOS DEL SUELO PATOGENOS EN PAPA.

El conocimiento adquirido acerca de las manifestaciones de una enfermedad, de la etiología, epidemiología y de su ciclo son de gran utilidad en el estudio y aplicación de métodos de control, pues estos muchas veces dependen del patógeno, del hospedero, y de las interacciones entre los mismos. Además esos métodos de control deben ser, no solo eficientes y prácticos, sino económicos.

En el aspecto económico, aunque no existe la convicción que se merece, la prevención de enfermedades es más eficiente y menos costosa que los tratamientos una vez ha empezado el desarrollo del disturbio.

Las terapias conocidas para el control de enfermedades en el campo sólo permiten reducir los niveles de daño, más no una supresión satisfactoria; y cuando se trata de enfermedades en órganos subterráneos con la afección en proceso, el problema del control adquiere dimensiones extraordinarias. Por tanto, en la producción de semilla, por cuanto significa en el éxito de un cultivo, las acciones deben dirigirse hacia la prevención, complementadas siempre con el empleo de los métodos de control disponibles.

Los principios generales para el control de enfermedades son aplicables a los casos de disturbios causados por hongos del suelo.

10.7.1. Inspección y Cuarentenas.

Es un mecanismo de naturaleza legal orientado a evitar la dispersión y diseminación de patógenos a áreas donde se podrían originar epidemias o daños severos. A este efecto se trata de verificar la sanidad de los materiales en plan de movilización, mediante inspecciones de cultivos en el campo y observación temporal en sitios aislados. Dentro de esta concepción de control debe ubicarse la certificación de semillas.

10.7.2. Cultural.

El control así designado hace referencia a las prácticas de manejo del cultivo y a los trabajos genéticos, sin el uso de agentes biológicos, físicos o químicos. Tiende a eliminar el patógeno de un hospedero o de un área, a mejorar la resistencia, a crear condiciones desfavorables para el patógeno, o a obtener material propagativo libre de patógenos.

1. Erradicación.

Es una práctica muy útil, orientada a eliminar el patógeno o a reducir las fuentes de inóculo. Comprende la eliminación de plantas en el sitio donde se encuentran, o la remoción de plantas e incineración fuera del sitio de cultivo. Es aplicable al control de patógenos que habitan naturalmente el suelo, con las debidas precauciones para no contrariar en la ejecución el fin que se persigue.

2. Rotación de cultivos.

Aunque este sistema poco agrada y menos se práctica, constituye uno de los recursos importantes en el control de patógenos del suelo, particularmente cuando estos tienen pocas especies de plantas hospedantes, cuando son parásitos obligados, o cuando sólo pueden sobrevivir saprofiticamente en los residuos de determinadas especies. Para los casos de patógenos que desarrollan estructuras de resistencia o que cuentan con gran número de hospederos, el sistema es inoperante.

Mediante la rotación de cultivos se evita el crecimiento y predominio de ciertas poblaciones de organismos, indeseables, y se les puede mantener en niveles que no impliquen real daño.

3. Sanidad.

Las actividades sanitarias son básicamente de naturaleza preventiva en la diseminación de patógenos. Dentro de su esfera se encuentran acciones como la selección de lotes, de materiales, eliminación de fuentes de inóculo, destrucción de desechos, lavado de equipos, asepsia en el personal y elementos a usar, lavado del producto y del sitio de almacenamiento,

tratamiento de semilla, cuidado en el manejo del producto para evitarle maltratos o heridas etc. Por este medio se reducen las posibilidades de infección.

4. Estimulo al desarrollo del cultivo.

Las condiciones que favorecen el desarrollo del cultivo contribuyen a mejorar su comportamiento frente al ataque de enfermedades. Así, la preparación del suelo, la fertilización, el drenaje, el riego, las distancias de siembra, el control oportuno de malezas, los cuidados contra daños mecánicos, etc., son factores que contribuyen al buen desarrollo del cultivo y estimulan su resistencia a enfermedades.

5. Procurar condiciones desfavorables al patógeno.

El conocimiento de los patógenos y de sus hábitos de vida permiten la adopción de prácticas directas contra ellos, o de formas de escape: el verdeamiento de tubérculos, la profundidad de la semilla en el suelo, la época de siembra, la localización de la zona de cultivo, etc., son algunos de los mecanismos utilizados con tal propósito.

6. Control químico.

El uso de compuestos químicos para el tratamiento de hongos del suelo patógenos de la papa es impracticable en cultivos a escala comercial por el elevado costo y por el limitado grado de eficiencia.

10.8. BIBLIOGRAFIA.

1. AGRIOS, G.M. 1.970. Plant Pathology, 2 nd ed. Academic Press. N.Y. 629 p.
2. BAKER, H.F. and W.C. SNYDER, ed. 1.965. Ecology of soil borne plant pathogens; prelude to biological control. Univ. California Press. Berkeley. 517 p.
3. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1.970. La papa; principales enfermedades y nemátodos. The International Potato Center. Lima, Perú. 56 p.
4. GARRETT, S.D. 1.970 Pathogenic root-infecting fungi. Cambridge University Press. 294 p.
5. HORSFALL, J.G. and A.E. DIMOND. 1.959. Prologue the diseased plant. In Horsfall, J. G. and A.E. Dimond ed. Plant Pathology. Vol. I Academic Press. N.Y. pp. 1-17.
6. KENAGA, C.B. 1.970. Principles of Phytopathology- Balt Publishers. Lafayette. 334 p.
7. KREUTZER, W.A. 1.960. Soil treatment. In Horsfall, J.G. and A.E. Dimond ed. Plant Pathology. Vol. III. Academic Press. N.Y. pp. 431-476.
8. MUSKETT, A.E. 1.960. Autonomous dispersal. In Horsfall, J.G. and A.E. Dimond. ed. Plant Pathology. Vol. III Academic Press. N.Y. pp 57-96.
9. O'BRIEN, M.J. and M.J. THIRUMALACHAR. 1.972. The identy of the Potato Smut. *Sydowia*, Ann. Mycologici Ser II. 26: 199-205.
10. SADASIVAN, T.S. and C.V. SUBRAMANIAN. 1.960. Interacción of pathogen, soil, other microorganims in the soil, and host. In Horsfall J.G. and A.E. Dimond ed. Plant Pathology. Vol. II. Academic Press. N.Y. pp. 273-313.
11. VANDER PLANK, J.E. 1.963. Plant diseases; epidemics and control. Academic Press. N.Y. 349 p.