

ESTRATEGIAS INTEGRADAS PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS

Héctor Achicanoy López¹

RESUMEN

En el manejo del patosistema de cultivos, se debe tener en cuenta el control del patógeno y el manejo del hospedante. La importancia económica de las enfermedades de las plantas, debe medirse no sólo por el verdadero daño que ocasionan, sino también por los costos en las medidas de prevención y control. Cuando se intenta planear y aplicar nuevos métodos de control de las enfermedades de las plantas, el objetivo debe ser un control racional, eficaz y seguro a un costo mínimo.

En el control de las enfermedades de las plantas, las estrategias aplicadas se utilizan en términos generales, para proteger a las poblaciones más que a unas plantas individuales, aunque ciertos hospederos enfermos se controlan individualmente. Casi la totalidad de las estrategias de control, se utilizan antes de que las plantas enfermen, es decir, los métodos son preventivos y no curativos.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP), utiliza todas las técnicas y métodos más apropiados para mantener en lo posible, las poblaciones de plagas a niveles por debajo

1 M.Sc. Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, Departamento de Agronomía, Apartado 1027, Medellín-Colombia.

de aquellos que ocasionan daño económico. Sin embargo, en el caso de las plantas, el MIP debe ser cuidadosamente revisado y permanentemente ajustado debido a la variabilidad de los fitopatógenos en la naturaleza, particularmente los hongos.

El control de la enfermedad, se puede lograr mediante un sólo procedimiento, pero en la mayoría de los casos exige la utilización de medidas múltiples e implica un programa integrado de manipulación del ambiente y de las estrategias reglamentarias, culturales, biológicas, físicas y

¹ Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. A.A. 1027. Medellín.

químicas.

Palabras claves: Patosistema, estrategias, control, enfermedad, epidemiología

ABSTRACT

INTEGRATED STRATEGIES TO CONTROL PLANT DISEASES

In the management of the crops pathosystems, it should be kept in mind, the control of plant pathogen and management of host. The economic importance of plants diseases, it should not only be measured by the true damage that it causes, but also for the costs in the measures of prevention and control. When one tries to drift and to apply new methods of control of the diseases of the plants, the objective should be a rational, effective and sure control at a minimum cost. In the control of the plants diseases, the strategies are used in general terms, to protect the populations more than to some individual plants, although certain diseases hosts are controlled individually. Almost the entirety of the control strategies, they are used before the plants make disease, that is to say, the methods are preventive and not healing.

The Integrated Pest Management (IPM), it uses all the techniques and more appropriate methods to maintain as much as possible, the pests populations at levels below those that cause economic damage. However, in the case of the plants diseases, the IPM should be carefully revised and permanently adjusted due to the variability of the plant pathogens in the nature, particularly the fungi.

The diseases control, you can only achieve by means of a procedure, but in most of the cases, it demands the use of multiple measures and it implies an integrated program of manipulation of the atmosphere and of the regulation, cultural, biological, physical and chemical strategies.

Key words: Pathosistem, strategies, control, disease, epidemiology

INTRODUCCIÓN

El enfoque holístico del estudio y manejo de las enfermedades de las plantas, involucra al agroecosistema y a un subsistema específico, conocido como

patosistema. En el manejo del patosistema de cultivos, tradicionalmente se tiene en cuenta el control del parásito y el manejo del hospedante. Cuando el cultivo de un agricultor es destruido por un parásito, no le importa si este parásito, es un insecto,

un hongo o un virus. Lo único que le preocupa es la destrucción en sí o cuanto le cuesta el control. Es por esto, que la naturaleza multidisciplinaria del concepto

El propósito del manejo del hospedero, es prevenir la destrucción por la enfermedad, más que controlar ésta o cualquier otra especie de parásitos. Con el tiempo se controlará la destrucción del cultivo, a través del desarrollo de variedades con niveles adecuados de resistencia estable, a todas las especies de patógenos localmente importantes. En consecuencia, a partir del análisis de los patosistemas, se pretende manejar considerablemente el hospedero, de tal forma que permita hacer más fácil, barato, seguro y efectivo, todos los aspectos del manejo del patógeno. Con mejoras substanciales en el manejo del hospedante, el control del patógeno puede resultar aún innecesario.

La importancia económica de las enfermedades de las plantas, debe medirse no sólo por el verdadero daño que ocasionan, sino también por los costos en las medidas de prevención y control y por las limitaciones que tienen algunos cultivos o variedades a la siembra en determinadas zonas agrícolas. Cuando se intenta planear y aplicar nuevos métodos de control de las enfermedades de las plantas, el objetivo debe ser un control racional, eficaz y seguro a un costo mínimo.

En el control de las enfermedades de las plantas, las medidas aplicadas se

de manejo del patosistema, adquiere su mayor importancia.

utilizan en términos generales, para proteger a las poblaciones más que a unas plantas individuales, aunque ciertos hospederos enfermos se controlan individualmente. Casi la totalidad de los métodos de control, se utilizan antes de que las plantas enfermen, es decir, los métodos son preventivos y no curativos.

Durante las últimas décadas, ha cambiado el significado de algunos términos usados en la protección de cultivos. Así, control es un término amplio que se aplica a cualquier procedimiento empleado para reducir las poblaciones de plagas (fitopatógenos en nuestro caso) o prevenir sus efectos detrimentales; mientras que manejo se refiere a una filosofía y metodología de restricción en el número de plagas a niveles no perjudiciales. Significa además, un sistema que no solamente persigue el objetivo de prevenir las pérdidas ocasionadas por las plagas, sino que considera otros aspectos tales como económicos, sociales y ecológicos.

Paralelamente se ha impulsado un enfoque más racional de manejo conocido como Manejo Integrado de Plagas (MIP). Se trata de un sistema de manejo de plagas que en el contexto de la conjugación del ambiente y la dinámica de población de la especie plaga, utiliza todas las técnicas y métodos más

apropiados para mantener en lo posible, las poblaciones de plagas a niveles por debajo de aquellos que ocasionan daño económico. El MIP tiene bases ecológicas, depende de gran manera de los factores naturales de mortalidad y del clima, y busca estrategias de control que perturben lo menos posible a esos factores. Sin embargo, en el caso de las enfermedades de las plantas, el MIP debe ser cuidadosamente revisado y permanente-mente ajustado debido a la

Generalmente, la toma de decisión sobre el manejo de una enfermedad, se fundamenta en la teoría del umbral económico que se refiere al nivel de población más bajo capaz de ocasionar daño económico o afectar la producción. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las decisiones basadas en umbrales, son inciertas y solamente tienen validez para determinado cultivo, en una etapa de crecimiento del cultivo y en ciertas condiciones ambientales. Por lo tanto, las medidas de manejo de una enfermedad deben ser preventivas y si es posible, fundamentadas en un sistema de predicción que permita determinar la probabilidad de que una enfermedad alcance el umbral de daño económico.

MÉTODOS DE CONTROL DE ENFERMEDADES

Los métodos de control se clasifican de acuerdo con ciertos principios fundamentales derivados del conocimiento de la causa y desarrollo de la enfermedad. Toda enfermedad infecciosa tiene tres

variabilidad de los fitopatógenos en la naturaleza, particularmente los hongos.

El control de la enfermedad se puede lograr mediante un sólo procedimiento, pero en la mayoría de los casos exige la utilización de medidas múltiples e implica un programa integrado de manipulación del ambiente y de los factores reglamentarios, culturales, biológicos, físicos y químicos.

parámetros epidemiológicos que gobiernan su avance o desarrollo como son la cantidad de inóculo inicial, la tasa de infección y el tiempo. Esto quiere decir que los métodos de control de las enfermedades, deben tener efecto sobre esos parámetros, particularmente el inóculo inicial y la tasa de infección.

En general, los métodos de control de las enfermedades de las plantas se pueden clasificar en reglamentarios, culturales, biológicos, físicos y químicos.

MÉTODOS REGLAMENTARIOS

Los métodos reglamentarios se relacionan con disposiciones legales (ley, decreto, resolución) emitidas por autoridades estatales competentes (Instituto Colombiano Agropecuario, ICA) y que permiten restringir las actividades agrícolas (de campo y de comercio) con el fin de excluir los patógenos de sus hospederos o de una área geográfica determinada. Las medidas legales se realizan mediante las cuarentenas y

labores de inspección y certificación. El método reglamentario se conoce también como exclusión y comprende además, el método denominado evasión del patógeno. En algunas ocasiones, la exclusión se aplica mediante la erradicación de ciertas plantas hospederas y mediante la eliminación de insectos vectores.

CUARENTENAS

En Fitopatología, el propósito de las cuarentenas es prevenir la introducción de los patógenos de las plantas desde las áreas dónde prevalecen a otras dónde no están presentes. La característica de una cuarentena es su acción retardadora en la aparición de una enfermedad (rara vez se erradica un fitopatógeno). Para que una cuarentena sea eficaz, debe apoyarse en una legislación impartida por instituciones gubernamentales e impuesta por inspectores de Sanidad Vegetal.

Existen dos tipos de cuarentena según su radio de acción, la cuarentena interna, cuando las medidas restringen el movimiento de material vegetal dentro de un país o región y la cuarentena externa, cuando son medidas que regulan o controlan la importación o exportación de materiales vegetales. En ciertos casos, se hace indispensable la prohibición total del movimiento de material vegetal; en otros casos, se hace necesario restringir el movimiento y ubicar el material vegetal en estaciones cuarentenarias para realizar inspecciones periódicas y verificar su estado sanitario.

El término cuarentena se deriva del latín *quarantum* que significa cuarenta, para referirse en la edad media, al período de 40 días que debían permanecer los barcos con sus pasajeros en los puertos, con el fin de evitar la diseminación de graves infecciones como la peste bubónica y el cólera.

INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN

Las medidas cuarentenarias de inspección y posterior certificación, se realizan principalmente en las actividades de comercio internacional y están dirigidas a verificar el estado sanitario del material vegetal en el país de origen (exportación) y el de entrada (importación) mediante un certificado fitosanitario de inspección, emitido por las autoridades respectivas y que permite la nacionalización del material vegetal. Por lo general, estas inspecciones se hacen en los aeropuertos, puertos marítimos, puertos fluviales y puestos fronterizos. A nivel regional o local, el movimiento de material vegetal es sometido a inspección para evitar la diseminación de ciertas enfermedades. También se hacen inspecciones a los sitios de producción de material de propagación (semillas, tubérculos, bulbos, plántulas) destinado para la venta a los agricultores, asegurando así, que ese material permanezca libre de patógenos y sea catalogado como semilla certificada. De

igual manera se realizan inspecciones en los viveros encargados de la venta de material vegetal en general.

EVASIÓN DEL PATÓGENO

El patógeno se puede evitar o evadir antes del establecimiento del cultivo, mediante algunas medidas como elección del área geográfica, del lugar de siembra y de la fecha de siembra o de transplante y el uso de material de propagación sano. Estas medidas, se pueden impartir a través de disposiciones legales gubernamentales.

* **Elección del lugar de siembra.** La elección del lugar de siembra en determinada área geográfica, puede ser importante para evadir las enfermedades causadas por fitopatógenos del suelo como *Fusarium*, *Verticillium* y *Phytophthora* o, para evitar los suelos con residuos de cosecha como fuente de inóculo para enfermedades del follaje. Esta medida se utiliza también para aislar el cultivo de plantaciones enfermas o abandonadas.

• **Elección de la fecha de siembra o de transplante.** Las fechas de siembra o de transplante, pueden programarse para proporcionar las condiciones ambientales (temperatura y humedad principalmente) que son más favorables para el crecimiento y desarrollo del hospedero, antes que para el patógeno. Igualmente, es importante conocer las épocas en que hay menor cantidad de fitopatógenos y de insectos vectores.

• **Elección del área geográfica.** Los principales factores determinantes en la selección del área geográfica para la siembra de un cultivo, son la temperatura y la humedad. En muchos casos es recomendable realizar la siembra en un medio desfavorable para el patógeno, particularmente en aquellas plantaciones destinadas a la producción de semilla certificada.

En algunos casos, es necesario fijar por reglamento la fecha de siembra para un cultivo en ciertas áreas geográficas, esto evita mantener en el campo una fuente de inóculo permanente.

* **Uso de material de propagación sano.** El uso de material de propagación libre de enfermedades o adecuadamente tratado, proporciona uno de los medios más eficaces para evitar la aparición de enfermedades en un cultivo.

MÉTODOS CULTURALES

Los métodos culturales se basan en las actividades del agricultor o labores de cultivo destinadas a evitar que el patógeno establezca relación con el hospedero (cuando el patógeno se introduce por medidas cuarentenarias ineficaces) o reducir su cantidad en la plantación (cuando el patógeno logra establecerse), y

comprenden principalmente medidas como la erradicación del patógeno y el suministro de condiciones desfavorables para el patógeno. En la erradicación del patógeno se utilizan además, algunos métodos biológicos, físicos y químicos los cuales se analizan separadamente.

ERRADICACIÓN DEL PATÓGENO

La erradicación del patógeno comprende estrategias destinadas a la eliminación o reducción del patógeno después que ha logrado establecerse en el cultivo hospedero. Generalmente la

En las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos, generalmente la erradicación del hospedero no resulta fructífera. En ocasiones, la erradicación de plantas voluntarias, de malezas y hospederos alternos es suficiente para eliminar o reducir considerablemente el inóculo.

- **Rotación de cultivos.** Esta práctica cultural reduce la cantidad de inóculo de los fitopatógenos del suelo y en ocasiones puede eliminar ese inóculo cuando se siembra durante 3 o 4 años especies de cultivos que no son atacadas por esos patógenos. En algunos casos, cuando la rotación se hace con barbecho de corta duración (2 a 4 meses) puede ser útil para lograr niveles bajos de inóculo. De igual manera, la labranza mínima contribuye en la reducción de los fitopatógenos del suelo.

erradicación se lleva a cabo mediante la erradicación del hospedante, la rotación de cultivos y el saneamiento:

- **Erradicación del hospedero.** En ciertos casos particularmente en las enfermedades virales y algunas bacteriales, la destrucción de las plantas infectadas y las sospechosas, es una medida exitosa para eliminar los patógenos.
- **Saneamiento.** Las medidas sanitarias (de aseo) permiten eliminar, reducir o evitar la dispersión del patógeno en una planta o en un cultivo. Se puede hacer mediante el corte de hojas, frutos, ramas o de cualquier otra parte vegetal infectada; también se conoce como poda fitosanitaria. El material cortado se puede enterrar, quemar o destruir adecuadamente. El saneamiento se realiza también mediante la limpieza y desinfestación de herramientas, equipos y maquinaria agrícolas y, en lugares de almacenamiento o depósito.

CONDICIONES DESFAVORABLES PARA EL PATÓGENO

Algunas prácticas culturales como las podas de formación y mantenimiento permiten una ventilación dentro del cultivo creando así una humedad desfavorable principalmente para los hongos fitopatógenos. La regulación del agua del suelo mediante un drenaje o riego adecuados, reduce la presencia de ciertos hongos y nematodos. Una fertilización balanceada y un pH del suelo apropiado, ayudan a limitar el desarrollo de determinados fitopatógenos. La práctica de solarización que utiliza cubiertas plásticas transparentes para elevar la temperatura del suelo, puede reducir notablemente la cantidad de inóculo de los fitopatógenos del suelo, al

La acción de los organismos antagonistas se puede realizar a través de fenómenos como el hiperparasitismo, la protección cruzada e interferencia, resistencia inducida, los suelos supresivos, las plantas antagonistas y las plantas trampa. Sin embargo, se debe aclarar que los resultados exitosos de los biocontroladores se han basado en pruebas *in vitro* interactuando el antagonista y el patógeno, sin tener en cuenta la planta y otros factores del patosistema. Recientemente se ha incrementado el uso de biofertilizantes (microorganismos enzimáticos benéficos) particularmente para las enfermedades con origen en el suelo.

Los casos más conocidos de

menos en pequeñas áreas.

MÉTODOS BIOLÓGICOS

Los métodos biológicos se pueden clasificar en dos grupos principales, los organismos antagonistas y las variedades resistentes.

ORGANISMOS ANTAGÓNISTAS

El control de los fitopatógenos se puede lograr biológicamente en forma total o parcial, mediante el uso de organismos biocontroladores antagonistas (que reducen la cantidad de inóculo, causan inhibición o lisis, es decir, muerte), y por lo general ocurre en la naturaleza.

hiperparasitismo son el micoparasitismo, los bacteriófagos y los hongos nematófagos (predación). El micoparásito del género *Trichoderma* particularmente la especie *T. harzianum*, es la alternativa de control biológico más importante en las enfermedades del suelo (rizoplana); igualmente los géneros *Gliocladium* y *Paecilomyces* se han reportado como antagonistas. Entre las bacterias se tiene los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* (*P. fluorescens*). El control biológico de los patógenos de las partes aéreas de la planta (filoplana) no es eficiente y aún se encuentra en investigación; sin embargo, en tomate de árbol *Cyphomandra betaceae*, se ha observado en forma natural, micoparasitismo exitoso de la cenicilla *Oidium* sp. mediante el hongo

antagonista *Ampelomyces* sp.

En la práctica, se conocen algunos casos de protección directa de las plantas mediante control biológico utilizando microorganismos antagónicos (principalmente hongos y bacterias) en el sitio de infección antes o después de que ocurra la enfermedad. Por ejemplo, el biocontrol de la agalla de corona *Agrobacterium tumefaciens* con la cepa K84 de *Agrobacterium radiobacter* y, el caso de las micorrizas.

Los suelos supresivos, son aquellos suelos agrícolas o no agrícolas en donde los fitopatógenos están ausentes o se encuentran en cantidades reducidas, haciendo que las enfermedades sean de menor intensidad. Las plantas antagónicas

El Fitomejoramiento y actualmente la Biotecnología, proporcionan una de las herramientas más efectivas, seguras y económicas para el control de las enfermedades en aquellos cultivos que dispongan de variedades resistentes y además, es el método ideal para controlar adecuadamente las enfermedades virales, las royas, los marchitamientos vasculares y las pudriciones radiculares.

En la producción de variedades resistentes se busca preferentemente que esas variedades tengan una combinación de altos niveles de resistencia vertical y horizontal con el fin de limitar la cantidad de inóculo inicial conferido por la resistencia vertical y limitar el crecimiento y desarrollo del patógeno proporcionado

(*Chenopodium ambrosioides*, *Larrea tridentata*, espárrago, caléndula, tagetes), producen algún grado de antagonismo sobre los fitopatógenos del suelo debido a que liberan ciertas sustancias tóxicas (alelopatía) que reducen la cantidad de inóculo del suelo y de las raíces de las plantas.

Las plantas trampa (maíz de porte alto, crotalaria, belladona), que se siembran dentro o alrededor de un cultivo reducen considerablemente la cantidad de inóculo que puede llegar al cultivo, principalmente los virus transmitidos por áfidos y los nemátodos fitopatógenos.

VARIEDADES RESISTENTES

por la resistencia horizontal. Sin embargo, esto no es fácil en la práctica, por lo que la mayoría de las variedades resistentes solamente tienen uno o algunos genes mayores de resistencia vertical lo cual significa que esas variedades son resistentes a algunas razas del patógeno.

Teniendo en cuenta que en la naturaleza aparecen nuevas razas del patógeno, la resistencia de la variedad original se "rompe", razón por la cual la variedad debe ser remplazada después de algunos años (generalmente 3 a 5 años). Con el propósito de "prolongar" la duración de la resistencia, se recomienda complementar con métodos de manejo de la enfermedad como culturales, físicos y químicos destinados a reducir la cantidad

de inóculo. Otra alternativa puede ser el uso de multilíneas (varias líneas con un gen distinto de resistencia vertical al patógeno) que confieren resistencia vertical a una mayor población del patógeno reduciendo así la capacidad reproductiva del patógeno. También se recomienda la mezcla de diferentes variedades (mezcla varietal con diferentes genes de resistencia), como una alternativa más rápida y económica.

La Biotecnología en general, es la manipulación, codificación genética, multiplicación de organismos y obtención de nuevos productos a través de modernas tecnologías, como el Cultivo de Tejidos y

La técnica de Cultivo de Tejidos utiliza diferentes métodos que aceleran y amplían los límites convencionales del fitomejoramiento. Frecuentemente mediante meristemas o explantes (cortes), se obtiene una rápida propagación clonal, resultando gran cantidad de plantas idénticas en algunos meses. El cultivo de protoplastos, permite obtener individuos con comportamiento que puede ser diferente al de la planta original. Con el cultivo de anteras, se obtienen plantas haploides y con cultivos unicelulares o de tejidos de callo, se obtienen plantas que en ocasiones su comportamiento difiere al de la planta original.

La producción de variedades resistentes mediante la Ingeniería Genética, es una esperanzadora alternativa para el control de las enfermedades de las plantas. La obtención de plantas transformadas

la Ingeniería Genética. La Biotecnología Vegetal en particular, se considera como una herramienta en la búsqueda de mejores alternativas en el control de las enfermedades de las plantas. Tiene como fundamento la Biología Molecular, y su importancia en la Fitopatología radica principalmente en la obtención de material vegetal libre de patógenos y en la localización, aislamiento, modificación y transferencia de los genes que controlan la resistencia a las enfermedades utilizando diversas metodologías como la clonación, Ingeniería Genética, "screening" diferencial de ARN, marcadores moleculares y mapeo, entre otras.

genéticamente o plantas transgénicas, representa uno de los avances más significativos en el desarrollo de la tecnología agrícola actual, debido a que permite diseñar genéticamente una planta para mejorar algunas características biológicas como la defensa ante el ataque de los patógenos. Es probable que las nuevas variedades muestren una inestabilidad ante las diversas condiciones ambientales y ante los fitopatógenos existentes en una localidad determinada.

La transferencia de genes foráneos en plantas consiste fundamentalmente en cortar el ADN (portador de la información genética) en fragmentos, aislar selectivamente algunos de éstos e insertarlos o "clonarlos" en una molécula de ADN, que sirve como vector o vehículo, para finalmente introducirlo en las células vegetales de la planta que se

pretende mejorar.

Actualmente se ha utilizado con éxito varios tipos de vectores (modificados) para introducir material genético en células vegetales tales como la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* o su plásmido Ti modificado, también se usa virus, viroides y otros organismos.

MÉTODOS FÍSICOS

Los métodos físicos para el control de las enfermedades contribuyen a erradicar el patógeno o a reducir su cantidad y comprenden medidas que utilizan temperaturas altas o bajas y, el uso de las radiaciones.

TRATAMIENTO CON CALOR

- El tratamiento térmico es una medida
- Pausterización. Este tratamiento de calor permite preservar la microflora antagónica y se logra mediante vapor aireado a presión, con una temperatura entre 60 y 72°C durante 30 minutos que destruye nematodos, algunos oomicetos y la mayoría de las bacterias y hongos fitopatógenos localizados principalmente en los primeros 15 cm de la superficie del suelo.
 - Acolchado. La práctica de acolchado, consiste en cubrir el suelo con plástico (generalmente negro) durante los días soleados con el fin de elevar la temperatura alrededor de 52°C en los primeros 5 cm de la superficie del

eficiente y ampliamente utilizada para control de fitopatógenos del suelo y de material de propagación. Los tratamientos del suelo con calor, por lo general se realizan en pequeñas áreas como invernaderos y semilleros debido principalmente al costo invertido. Se puede hacer mediante esterilización, pausterización, acolchado y solarización, de la siguiente manera:

• Tratamiento del suelo

- Esterilización. La esterilización del suelo se logra con vapor a presión que se mantenga por lo menos durante 30 minutos a 82°C. Con este tratamiento, se eliminan todos los fitopatógenos del suelo y las semillas de malezas.

suelo que destruye algunos oomicetos y nematodos.

- Solarización. Es una modalidad de pausterización que consiste en cubrir el suelo húmedo con plástico (generalmente transparente) durante la época soleada con el objetivo de elevar la temperatura de los primeros 10 o 15 cm del suelo a niveles letales para la mayoría de los fitopatógenos del suelo, incluyendo insectos y malezas. El período de tratamiento debe ser mayor a 4 semanas.

* **Tratamiento del material de propagación.** La sanidad del material de

propagación como las semillas, tubérculos, bulbos, plántulas, cormos, rizomas, esquejes, yemas, injertos, portainjertos, es de gran importancia en el control de las enfermedades por lo que se debe hacer todo esfuerzo por obtener y utilizar material propagativo libre de patógenos.

Termoterapia. El tratamiento físico incluye básicamente el uso del calor y está dirigido fundamentalmente a enfermedades virales y bacteriales. Generalmente, las fuentes de calor utilizadas son el agua caliente; la mezcla de vapor más aire y el horno microondas. La temperatura de la fuente de calor y la duración del tratamiento, depende de la combinación patógeno-hospedero; por lo general, la temperatura oscila entre 35 y 54°C durante un período entre varios

Muchas enfermedades de las plantas tanto en el campo como en invernadero y en almacenamiento, solamente se controlan mediante el uso de sustancias químicas naturales o sintéticas. Los métodos químicos tienen como propósito la protección de la planta de los fitopatógenos y en algunos casos, la reducción o erradicación de un patógeno que ya ha infectado a la planta. Los compuestos químicos inhiben la germinación, el crecimiento y la reproducción de los fitopatógenos o, pueden ser completamente letales a estos.

Las sustancias químicas reciben el nombre de fungicidas, bactericidas, nematocidas, dependiendo del fitopatógeno

minutos a horas.

Refrigeración. Es la técnica ideal para el control de las enfermedades de postcosecha principalmente de los productos carnosos durante el transporte y almacenamiento. Las temperaturas cercanas al punto de congelación, inhiben o retardan el desarrollo de los patógenos.

Radiaciones. En forma experimental se sabe que varios tipos de radiaciones electromagnéticas (luz ultravioleta UV, rayos X y rayos γ) y radiaciones particuladas (partículas α y β), eliminan los patógenos de productos de postcosecha particularmente frutos y hortalizas.

MÉTODOS QUÍMICOS

atacado. Alrededor del 60% de los productos químicos utilizados actualmente son fungicidas. Algunos de estos compuestos químicos son tóxicos para la mayoría de los fitopatógenos (amplio espectro), mientras que otros pueden ser tóxicos para uno o varios de ellos. La mayoría de las sustancias químicas se usan para el control de las enfermedades de las partes aéreas de la planta; otras para el tratamiento del suelo; para el tratamiento de material de propagación; para el tratamiento de heridas; para desinfectar almacenes y, para proteger a los frutos, hortalizas y granos durante el transporte y almacenamiento.

ACCIÓN PROTECTORA Y

SISTÉMICA

Los compuestos químicos particularmente los fungicidas, actúan como protectores cuando se aplican

sobre el hospedero antes de la infección (acción local protectora), mientras que otros actúan como sistémicos es decir, que se absorben y translocan por la planta (acción erradicante o curativa). La mayoría de los fungicidas y bactericidas protectores son compuestos que actúan sobre sitios múltiples de la célula interfiriendo con los procesos metabólicos esenciales como la permeabilidad de la membrana celular, síntesis de ARN y la respiración. Un buen número de fungicidas y algunos bactericidas (antibióticos agrícolas) sistémicos operan en un sitio único de la célula interrumpiendo la maquinaria biosintética celular; por ejemplo, los fungicidas sistémicos más recientes son inhibidores de síntesis del ergosterol.

DOSIS Y FORMULACIÓN

La mayoría de los fungicidas y bactericidas protectores se usan en diferentes dosis, por lo general se aplican de 2 a 4 gr. del producto comercial por litro de agua con una frecuencia de aplicación de 8 a 15 días en tiempo seco y de 5 a 8 días en época lluviosa. Los fungicidas y bactericidas sistémicos se aplican generalmente en dosis de 0.3 a 1.0 g del producto comercial por litro de agua cada 15 o 30 días. Se recomienda aplicar los productos sistémicos alternados con los protectores con el objeto de evitar la inducción de resistencia en los fitopatógenos que puede surgir como una consecuencia de la mutación y la adaptación.

La formulación de los compuestos químicos se refiere a la presentación comercial del producto. Los fungicidas y algunos bactericidas se formulan como polvos (P), polvos mojables (P.M.), soluciones (S), dispersión (DISP), suspensión concentrada (S.C.), concentrado emulsionable (C.E.), concentrado soluble (C.S.), granulados (G) y fumigantes (Fum), y otras como las pinturas y las pastas. El producto comercial incluye el ingrediente activo (i.a.) o grupo químico (el que realmente actúa sobre el fitopatógeno) en diversos porcentajes de concentración, más un material inerte con surfactantes. La formulación y el ingrediente activo debe mostrarse en la etiqueta del producto. Por ejemplo, un fungicida con la formulación P.M. 50%, significa que es polvo mojable con el 50% de i.a. La mayoría de los nematocidas recientes vienen formulados como granulados, líquidos y fumigantes.

TOXICIDAD

La toxicidad de las sustancias químicas se refiere a la potencialidad para causar envenenamiento después de la exposición

Los fungicidas y bactericidas se aplican principalmente mediante aspersión y espolvoreo al follaje. En las aspersiones se utiliza el agua como vehículo, son las más utilizadas y los equipos empleados pueden ser aspersoras terrestres manuales (bombas espalderas) o motorizadas de alto volumen (500 litros de agua por hectárea) que arrojan gotas de un tamaño promedio de

a una o varias dosis en un período corto o prolongado. Este efecto se expresa mediante la dosis letal media (DL50), basada en su efecto sobre animales experimentales y se mide en miligramos del producto por kilogramos de peso del animal. Se considera altamente tóxico a un compuesto cuando la DL50 oral es de 1 a 50 mg/kg, la DL50 dermal es de 1 a 200 mg/kg y la DL50 por inhalación es menor o igual a 2000 µg/dm³. Mientras menor sea el valor de la DL50, mayor es la toxicidad del compuesto químico. En el caso de los fungicidas, bactericidas y nematocidas, se agrupan en categorías toxicológicas designadas como altamente tóxico al hombre (categoría I), medianamente tóxico (categoría II), moderadamente tóxico (categoría III) y baja toxicidad (categoría IV). Por lo tanto deben siempre utilizarse con las precauciones necesarias y además, usar ropa, botas y máscaras apropiadas. Siempre que se decida aplicar compuestos químicos, se debe leer cuidadosamente la etiqueta del producto.

MODOS DE APLICACIÓN

300µm. Cuando la aspersión se hace con un equipo con corriente de aire a presión, se consigue el proceso de nebulización (distribución más uniforme del producto) con tamaño de gota entre 50 y 200 µm de diámetro a bajo volumen (30-100 l/ha). Las aspersiones aéreas con avionetas o helicópteros, se hacen con nebulización a ultrabajo volumen (1-5 l/ha). En el

espolvoreo se usan polvos (sin agua) y tiene la ventaja de ser más efectivo cuando se aplica durante las épocas de lluvia o en las horas de rocío por adherirse mejor a los tejidos húmedos de la planta.

Algunos fungicidas y nematicidas se usan para el tratamiento del suelo y generalmente son aplicados directamente al suelo (o en el agua de riego), en forma granular, polvos, suspensión o fumigante.

En el tratamiento de material de propagación, principalmente el tratamiento de semillas, se usan fungicidas protectores o sistémicos, y pueden aplicarse sobre las semillas como espolvoreo, como pasta aguada o por inmersión de las semillas en la solución del producto comercial. En el tratamiento de cortes y heridas principalmente de árboles, se usan productos desinfectantes específicos como la pasta bordeleza y cicatrizantes hormonales, que se aplican directamente sobre las superficies.

Se recomienda aplicar los compuestos químicos acompañados de surfactantes (agente activador de superficies) que son aditivos que mejoran el cubrimiento y la fijación del producto. Los surfactantes pueden actuar como dispersantes, emulsificantes, adherentes y humectantes.

El uso del aceite en el control de enfermedades, tiene una acción preventiva, terapéutica y resiste mejor la evaporación.

El uso de diferentes medios de control

CONTROL DE PATÓGENOS MONOCÍCLICOS Y POLICÍCLICOS

Los estudios epidemiológicos son importantes en la elección de los métodos de control para una determinada enfermedad. Así se tiene que, los métodos reglamentarios destinados a excluir completamente el patógeno de una área específica, es muy útil en el control de los fitopatógenos monocíclicos y policíclicos. En el manejo de fitopatógenos monocíclicos, la estrategia más eficaz es excluir o reducir la cantidad de inóculo inicial lo que se puede conseguir con la selección del lugar y época de siembra, el tratamiento del suelo, el uso de material de propagación sano o tratado, el uso de variedades resistentes, la rotación de cultivos y la eliminación de malezas y hospederos alternos.

Para el manejo de los fitopatógenos policíclicos las estrategias de control deben dirigirse fundamentalmente a reducir la cantidad de inóculo inicial y secundario, mediante métodos como la protección química y las prácticas culturales. En términos generales, las recomendaciones para el control de las enfermedades de las plantas deben darse en forma condicional debido a que los factores implicados en la enfermedad son variables y dinámicos.

se hace necesario a causa del gran número

de enfermedades que pueden afectar un determinado cultivo y también debido a la diversidad de condiciones del ambiente que rodean ese cultivo.

CONTROL DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

La variedad y complejidad de las enfermedades de las plantas causadas por hongos, ha propiciado el desarrollo de un número bastante amplio de métodos para su control. Sin embargo, el éxito en estas medidas depende del diagnóstico apropiado de la enfermedad fungosa, puesto que las características del hongo patógeno determinan con frecuencia el método de control. En consecuencia, debe determinarse la naturaleza y ciclo biológico del fitopatógeno y tener un conocimiento adecuado de la patogénesis debido a que diferentes hongos tienen distintos modos de penetración, diferentes maneras de producir infección y distintos medios de supervivencia.

Una de las primeras recomendaciones, es el uso de semilla o material de propagación libre de patógenos que para ciertas enfermedades fungosas es de uso obligatorio. Otras medidas son la eliminación y destrucción de órganos vegetales infectados (poda sanitaria); el control de malezas y hospederos alternos; la destrucción de residuos de cosecha; el uso de herramientas, equipos y empaques o recipientes limpios; el drenaje adecuado

En la práctica, el método más eficiente y en ocasiones el único disponible para el

y la ventilación de las plantas son prácticas que no deben faltar en el manejo de la mayoría de las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos.

La rotación de cultivos es una medida adecuada para controlar principalmente las enfermedades causadas por hongos del suelo, exceptuando aquellos hongos que tienen un amplio rango de hospederos, que viven en forma saprofítica por mucho tiempo o que producen esporas de alta longevidad. Respecto al agua de riego, es importante conocer si el hongo patógeno depende de agua libre para su dispersión y desarrollo, lo que sugiere escoger entre riego por aspersión o riego por gravedad.

El uso de variedades resistentes a ciertos patógenos, tiene su mejor aplicación en el control de enfermedades de las plantas causadas por hongos. Actualmente, algunas enfermedades fungosas severas como es el caso de las royas, los marchitamientos vasculares y las pudriciones radiculares en cultivos de importancia económica, se controlan satisfactoriamente mediante el uso de variedades resistentes. Aunque las variedades resistentes han demostrado éxito, el grado de control es variable según el cultivo, el hongo patógeno y los factores ambientales involucrados; no obstante, el control mediante la resistencia genética, es el método de mayor confiabilidad y aceptación.

control de la mayoría de las enfermedades fungosas de las plantas, es el uso de

productos químicos o fungicidas protectores y sistémicos aplicados al suelo, al material de propagación y a los cultivos. El control de los hongos fitopatógenos del suelo en pequeñas áreas se puede realizar mediante calor (vapor aireado) y en áreas más grandes se recomienda el uso de fumigantes como el bromuro de metilo. En ciertas enfermedades, hay necesidad de combatir los insectos vectores como único recurso disponible.

En general, se han producido grandes avances en el control de las enfermedades de las plantas causadas por hongos, razón por la cual se puede afirmar que estas enfermedades son relativamente más fáciles de controlar comparadas con las causadas por otro grupo de fitopatógenos, aún cuando las pérdidas por los hongos sean todavía considerables.

CONTROL DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

El control de las enfermedades de las plantas ocasionadas por las bacterias es relativamente complejo, pese a que las bacterias fitopatógenas son células sensibles a la desecación y la radiación, carecen de medios de penetración directa al hospedero, su diseminación no es esencialmente por el viento y su supervivencia es limitada.

Los métodos de control pueden ser diferentes entre los diversos grupos de bacterias fitopatógenas. En general, el

control debe empezar desde el material de propagación y teniendo en cuenta que la infección bacteriana no es evidente en este estado, se recomienda inspeccionar cuidadosamente las semillas, tubérculos, esquejes, etc. con el fin de determinar la ausencia de enfermedades bacteriales. Esta etapa del control es de particular importancia debido a que las bacterias fitopatógenas se reproducen rápidamente y la población inicial del inóculo sirve como foco primario de epidemias destructoras en la plantación. Esto implica entonces, el establecimiento indispensable de programas de producción y distribución de semilla sanitariamente certificada o debidamente tratada. En algunos casos, el tratamiento con calor es eficiente para el control de las bacterias patógenas que son portadas en el material de propagación.

Otras medidas a tener en cuenta en el manejo y control de las enfermedades bacteriales es el tratamiento del suelo con calor o con productos químicos (áreas pequeñas); evitar heridas en los tejidos y órganos; desinfestación de herramientas y equipos; control de malezas y hospederos alternos; destrucción de residuos de cosecha; evitar el riego por aspersión particularmente para aquellas enfermedades bacteriales que afectan el follaje y producen exudado; control de los insectos portadores de bacterias; evitar la fertilización con exceso de nitrógeno; la rotación de cultivos con especies no hospederas, puede contribuir en la reducción de pérdidas. En algunos casos,

la erradicación de las plantas enfermas puede ser exitosa.

El uso de sustancias químicas no ha sido eficiente, además de que pocos productos actúan como bactericidas, siendo los cúpricos los más recomendados. La aplicación de antibióticos en forma de aspersión o espolvoreo, aunque en ciertos casos ha resultado satisfactoria, tiene las desventajas de ocasionar problemas por efecto residual, aparición de bacterias resistentes, fitotoxicidad y un elevado costo.

El avance en la producción de variedades resistentes a las enfermedades causadas por bacterias, principalmente las que afectan el follaje, es en la actualidad el método de control más eficiente.

CONTROL DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

En el control de las enfermedades virales de las plantas, es esencial conocer la ecología del virus (factores ambientales, hospederos y forma de transmisión o diseminación), su identificación correcta y determinar sus principales propiedades físicas y químicas. Para una identificación y caracterización precisa del virus debe tenerse en cuenta además de la sintomatología, el rango de hospederos, el vector y la relación virus-vector; esto permite determinar la fuente probable de inóculo primario y la forma de dispersión

Si el virus posee vector (aéreo o en el suelo), es primordial registrar el ciclo de

natural.

El control de las enfermedades virales de las plantas incluye métodos reglamentarios, culturales, biológicos físicos y eventualmente químicos (en forma indirecta). Se pueden incluir otras medidas de control, pero su utilización depende básicamente del estudio ecológico del virus en una determinada área geográfica. Inicialmente se requieren medidas cuarentenarias, inspección y certificación de material de propagación que garantice la distribución comercial de esos materiales libres de virus. Si esto no es posible, se puede inactivar el virus mediante tratamiento con calor (agua caliente o calor seco o húmedo) del material de propagación a temperaturas y períodos de tiempo previamente establecidos.

Para los virus diseminados mecánicamente, debe evitarse al mínimo el contacto de las herramientas, manos, etc. con las plantas. Se puede reducir la diseminación del virus y su vector de un cultivo a otro mediante el aislamiento que se puede hacer aumentando la distancia entre cultivos o por medio de barreras vivas (plantas inmunes al virus y hospederas del vector aéreo) establecidas alrededor del cultivo.

vida y la época de mayor actividad del vector. Con ciertos virus transmitidos por

vectores aéreos (insectos), particularmente los virus no persistentes (llevados en el estilete y que son adquiridos y transmitidos en unos pocos minutos), es imprescindible determinar, si se puede intentar su control químico y observar la efectividad de los insecticidas, de tal manera que se tenga la certeza de que no se estimulará la actividad de los insectos vectores antes de su muerte por acción del insecticida.

La destrucción de malezas hospederas de virus y de vectores localizadas en las cercanías del cultivo, disminuye la incidencia de las enfermedades virales. Se puede también reducir la incidencia mediante la práctica de evitar los vectores en aquellos lugares donde se conoce el ciclo de vida y la etapa de máxima dispersión del vector, de tal manera que el período de mayor susceptibilidad del hospedero no coincida con las altas poblaciones del vector.

La erradicación de las plantas enfermas con síntomas evidentes de virus, reduce apreciablemente las fuentes de inóculo en el campo y en los casos de virus con vectores aéreos ha resultado una medida satisfactoria. En los virus transmitidos mecánicamente, esta práctica de erradicación no resulta adecuada, debido a la posible contaminación de las plantas sanas. Al utilizar la erradicación, se debe tener en cuenta que generalmente los virus son transmitidos por formas aladas y en las plantaciones que son colonizadas por áfidos, la eliminación de las plantas

afectadas puede favorecer la dispersión de los áfidos alados, ocasionando infección en otras plantas. Se recomienda la destrucción de las plantas enfermas incluyendo el sistema radical, para evitar nuevos brotes de la planta que pueden resultar infectados.

El mejoramiento de las plantas con resistencia a las enfermedades virales, se ha intentado y empleado para los virus económicamente importantes, en algunos casos con éxito y en otros con resultados poco satisfactorios.

CONTROL DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS

Se puede afirmar que todas las plantas cultivadas comercialmente, son atacadas por los nematodos en mayor o menor grado, debilitando su crecimiento y reduciendo sus rendimientos. Sin embargo, los nematodos patógenos, por sí solos, rara vez ocasionan la muerte de la planta, no obstante su eficiente grado de parasitismo.

La toma de decisiones en cuanto al control de los nematodos fitopatógenos, debe estar bien fundamentado porque se puede correr el riesgo de equivocaciones si no se tiene en consideración la relación entre la población del nematodo y el nivel de daño al cultivo y además, se debe considerar la complejidad de la interacción nematodo-planta-ambiente. En la mayoría de los cultivos tropicales,

solamente cuando el daño es severo, se puede cuantificar la población del nematodo; pero, cuando el ataque es leve o moderado, la cuantificación poblacional del nematodo se dificulta, y en consecuencia la recomendación de control por nematodos, limitados por el costo y el tipo de cultivo. El uso de semilla libre de nematodos o debidamente tratada, así como evitar la introducción de nematodos a través del suelo (plantas en bolsas, por ejemplo), es una medida indispensable. El tratamiento con calor del material de propagación, se realiza por inmersión en agua caliente con temperatura entre 43°C y 53°C durante algunos minutos hasta 4 horas o más según el cultivo. Para tratamiento del suelo con calor en pequeñas áreas, se recomienda una temperatura de 50°C durante 30 minutos con vapor o agua caliente.

Entre las prácticas culturales se incluye la rotación con cultivos no hospederos aunque tiene limitaciones debido a que otros nematodos pueden atacar a las plantas no hospederas y además, no es práctico para los casos de cultivos perennes como los frutales; otra medida es el saneamiento que incluye la limpieza de maquinaria, equipos y herramientas.

Como control biológico se utiliza los cultivos trampa y las plantas antagónicas (rosa amarilla, espárrago, crotalaria) que contribuyen a reducir la población de nematodos debido al efecto de alelopatía. El uso de variedades resistentes es el

puede resultar inadecuada.

Se disponen de diversos métodos para el control de las enfermedades causadas

método más conveniente y de menos costo en el control de los nematodos fitopatógenos.

Actualmente, el control químico es el de mayor uso por su eficiencia. Se conocen dos grupos de nematicidas aplicados al suelo según su formulación, los fumigantes y los no fumigantes. Los fumigantes se aplican antes de la siembra en forma líquida o gaseosa y el suelo debe ser cubierto con plástico durante 2 a 3 semanas. La mayoría de los nematicidas no fumigantes son granulados y muchos son sistémicos los que se pueden aplicar antes o después de la siembra.

CONTROL DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR MICOPLASMAS

El uso de material de propagación, es la mejor medida de prevención de las enfermedades por micoplasmas; se recomienda el tratamiento con calor mediante inmersión de ese material en agua caliente a una temperatura entre 30°C durante 72 horas y 50°C durante 10 minutos.

La erradicación de las plantas infectadas una vez que se detectan los síntomas en el campo, es indispensable para disminuir la fuente de inóculo; se

recomienda la destrucción de las plantas erradicadas. La erradicación de malezas hospederas y el control eficiente de los insectos vectores (chicharritas) con

Los micoplasmas fitopatógenos son sensibles a los antibióticos, particularmente a los incluidos en el grupo de la tetraciclina. Cuando las raíces de las plantas infectadas se sumergen periódicamente en una solución de tetraciclina, los síntomas se pueden retardar, disminuir o desaparecer, sin embargo, el micoplasma no es eliminado de la planta por lo que los síntomas reaparecen (síntomas reversibles) cuando se deja de aplicar el antibiótico. Los resultados son más exitosos en árboles donde el antibiótico se inyecta en el tronco mediante presión o flujo lento por gravedad y cuando el tratamiento se realiza en las etapas iniciales de la infección.

CONTROL DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR PLANTAS PARÁSITAS SUPERIORES

Teniendo en cuenta que la principal forma de dispersión de las plantas parásitas se realiza mediante las semillas, la mayoría de las medidas implican la prevención de la producción y diseminación de las semillas. En general, las prácticas de control consisten en la eliminación física o química (uso de herbicidas como el glifosato) de las plantas parásitas del cultivo o del suelo cultivado, preferiblemente antes de que produzcan semillas. Cuando los focos son

insecticidas, contribuye a reducir la incidencia de la enfermedad.

pequeños, se recomienda su eliminación mediante poda de las ramas hospederas y posterior quema.

La limpieza total del equipo e implementos agrícolas que han permanecido en terrenos infestados y evitar el desplazamiento de animales domésticos procedentes de campos afectados, son medidas que previenen la presencia de las plantas parásitas.

CONTROL DE ENFERMEDADES EN POSTCOSECHA

En la planeación de las medidas de control de las enfermedades en postcosecha, se debe considerar aspectos relacionados con la naturaleza de la enfermedad tales como el proceso de infección, factores que influyen en el desarrollo de la enfermedad y la fisiología del hospedero enfermo, entre otros. En términos generales, el control se orienta a reducir la cantidad de inóculo, a prevenir y erradicar las infecciones en el campo, a evitar las heridas y a impedir el desarrollo y diseminación de la enfermedad.

El número de propágulos infectivos es generalmente, el mayor determinante de la severidad o incidencia de la enfermedad, tanto en infecciones en el campo como en postcosecha. Algunas prácticas utilizadas después de la cosecha dirigidas a mantener la sanidad en los sitios de

almacenamiento y de los diversos equipos e implementos, ha demostrado eficiencia en la reducción de la cantidad de inóculo y en la intensidad de las enfermedades en

Los métodos de saneamiento recomendados para el control de enfermedades en postcosecha y que permiten eliminar particularmente a los hongos fitopatógenos, son la poda de órganos y tejidos muertos o senescentes de los árboles; recolección oportuna de los frutos y hojas caídos, así como otros deshechos.

Muchos de los patógenos responsables de las enfermedades en postcosecha (*Rhizopus*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Erwinia*), son incapaces de penetrar las barreras estructurales de la superficie del hospedero y solamente lo hacen a través de heridas originadas por daños mecánicos (separación del fruto o producto de la planta), fisiológicos o ambientales o por aberturas naturales (estomas, lenticelas) durante y después de la cosecha. Las medidas para controlar este tipo de infecciones, están dirigidas a evitar las heridas y a proteger la superficie del hospedero mediante el uso de empaque individual de frutos como papel parafinado y el empleo de cubiertas epidérmicas como ceras con o sin fungicidas.

Las infecciones establecidas durante la precosecha son difíciles de controlar, sin embargo, la aplicación de fungicidas protectores ha sido la práctica más exitosa. Actualmente, se conocen varios

postcosecha. Para la desinfestación se recomienda aplicar hipoclorito de sodio al 4%.

fungicidas sistémicos y protectores, que pueden erradicar las infecciones quiescentes y evitar su establecimiento. Las aspersiones periódicas de estos productos antes de la cosecha, puede reducir la presión de enfermedad y además, hace más eficiente el tratamientos químico de postcosecha con fungicidas apropiados. La inmersión de frutas y hortalizas en soluciones fungicidas inmediatamente después de la cosecha, ha demostrado ser exitoso. Para lograr una mayor eficiencia en el control químico, es necesario seleccionar compuestos de amplio espectro y utilizar mezclas de fungicidas (sistémicos y protectores) para prevenir la inducción de razas resistentes.

Los tratamientos cortos con calor, mediante la inmersión del producto (frutas) en agua caliente a una temperatura entre 45 y 55°C durante 2-5 minutos según el patógeno y el hospedero, han resultado eficaces en la erradicación de infecciones incipientes. También se puede utilizar aire caliente.

La refrigeración durante la postcosecha particularmente en frutas, es fundamental, porque además de inhibir el desarrollo de los fitopatógenos (la refrigeración no destruye el patógeno), prolonga la vida fisiológica del producto. Su eficiencia depende del momento oportuno para la refrigeración (el producto cosechado debe

enfriarse lo más rápido posible) y de la estabilidad de la temperatura óptima de refrigeración, de tal manera que no cause daños a la fruta (daño por frío). Generalmente la temperatura debe estar entre 1-3°C.

La atmósfera de almacenamiento controlada que contenga de 3-5% de O₂ y

De igual manera, el manejo de la humedad relativa de almacenamiento a un nivel del 50%, favorece el control de muchos patógenos.

El control de enfermedades en los granos durante la postcosecha, se fundamenta en el manejo adecuado de la humedad y temperatura. El nivel de humedad del grano debe mantenerse alrededor del 10% y la temperatura entre 8-10°C durante el almacenamiento y transporte; esto se puede lograr mediante el uso de sistemas de ventilación que permita difundir el aire a través del grano.

LA EPIDEMIOLOGÍA Y EL CONTROL DE LAS ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS

El uso de la Epidemiología en el control de las enfermedades de las plantas, está relacionado con dos aspectos fundamentales, la alteración de uno o más de los componentes de la enfermedad y la predicción de la enfermedad.

*** Alteración de los componentes de la enfermedad.** Teniendo en cuenta que los factores esenciales para que se desarrolle

de 5-20% de CO₂, principalmente para aquellos productos que no pueden mantenerse a la temperatura óptima de refrigeración, contribuye notablemente en la inhibición del desarrollo del fitopatógeno y en la alteración de los procesos respiratorios de frutas y hortalizas que impiden las pudriciones.

una epidemia son un hospedero susceptible, un patógeno virulento y un ambiente favorable, debe quedar claro que las medidas racionales de control están dirigidas hacia la alteración de uno o más de estos componentes. Por ejemplo, se puede reducir el inóculo inicial con el uso de semilla sana o tratamientos de la semilla y del suelo; con la siembra de variedades resistentes y la alteración del ambiente de tal manera que permita detener la infección.

El uso de fungicidas y otros compuestos químicos, alteran el desarrollo de la enfermedad por su efecto sobre la tasa de infección, al causar particularmente un incremento en el período latente, logrando así un retraso en el ciclo de la enfermedad y además, un retraso en el incremento exponencial de esa enfermedad.

*** Predicción de la enfermedad.** Cuando se dispone de un sistema de predicción o de alarma eficiente, permite al agricultor evitar la enfermedad o establecer un plan de control oportuno, apropiado y económico.

**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA NO
CITADA**

ACHICANOY, H. Fundamentos de epidemiología agrícola. Medellín : Centro de Publicaciones, Universidad Nacional de Colombia, 2000. 189p.

_____. Manejo Integrado de la Mancha Anular del Papayo. En: Fitopatología

BAKER, K. F. and COOK, R. J. Biological control of plants pathogens. San Francisco: W.H. Freeman, 1974. 433p.

BUDDENHAGEN, Y. W. Breeding strategies for stress and disease resistance in developing countries. En: Annual Review of Phytopathology. Vol.21(1983); p. 385-409.

ECKERT, J. W. and OGAWA, J. M. The chemical control of post-harvest diseases: subtropical and tropical fruits. *En: Annual*

Colombiana. Vol. 19, No.1 (1995); p. 67-71.

AGRIOS, G. N. Fitopatología. 2 ed. México : Limusa, 1995. 838p.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES (Colombia). Curso sobre el uso seguro y eficaz de los plaguicidas. Bogotá : ANDI, 1993. 200p.

Review of Phytopathology. Vol. 23 (1985); p. 421-454.

KATAN, J. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *En: Annual Review of Phytopathology.* Vol. 19(1981); p. 211-236.

VANDERPLANK, J. E. Plant diseases: epidemics and control. New York : Academic Press, 1963. 349 p.

Aprobado para su publicación:
Agosto 23 de 2001