

Bibliografía

ERWIN, D.C. and RIBEIRO, O.K. 1996. Phytophthora diseases worldwide. The American Phytopathological Society, APS. St Paul, Minnesota. 562 p.

FEICHTENBERGER, E. 1997. Tombamento, gomose de Phytophthora e podridão parda. Phytophthora spp. In. KIMATI, H. et al. Manual de Fitopatologia. Vol 2: Doenças das plantas cultivadas. Sao Paulo. Editora Agronômica CERES Ltda. pp. 272-276.

TUSET, J. 1987. Podredumbres de los Frutos Cítricos. Valencia. Valenciana Coselleria d' Agricultura i Pesca. 206 p.

WHITESIDE, J.O., GARNSEY, S.M. and TIMMER, L.W., eds. 1993. Compendium of Citrus Diseases. Florida. The American Phytopathological Society. APS Press. USA. 80 p.

Capítulo 5.11

Bases conceptuales para el Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades



Manejo de las enfermedades en cultivos hortícolas

Ing. Agr. Vivienne Gepp, MSc.

Cátedra de Fitopatología. Departamento Facultad de Agronomía UDELAR
vgepp@agro.edu.uy

SÍNTESIS DE TEMAS

- Introducción.
- Manejo del suelo.
- Manejo del cultivo.
- Conclusiones.
- Resultados de EMCAPER traducido de Jacimar de Souza 1999 por Margarita Gacía.

5-11.1 Introducción

En la producción vegetal se está manejando un sistema biológico complejo constituido por plantas cultivadas ubicadas dentro de un ambiente físico, químico y biológico, con múltiples interacciones entre sus componentes. En la producción ecológica no se pretende romper el equilibrio de este sistema, sino manejar diversos factores para modificarlo con el objetivo de obtener alimentos y otros productos para la humanidad. La producción orgánica pretende trabajar con la naturaleza, aprovechando las fuerzas que hacen que las plantas y los animales crezcan y se reproduzcan con la mayor salud posible. La producción se basa en lograr un cierto nivel de equilibrio entre todos los organismos vivos del sistema: plantas, animales y múltiples microorganismos.

En la producción ecológica no se pretende romper el equilibrio de este sistema, sino manejar diversos factores para modificarlo con el objetivo de obtener alimentos y otros productos para la humanidad.

En el manejo de plagas y enfermedades, la producción orgánica busca favorecer los mecanismos de defensa que los organismos vivos poseen naturalmente frente a las plagas y enfermedades, siendo la diversidad un pilar fundamental para obtener y mantener este equilibrio.

En el presente artículo se enfocan diversas medidas para evitar las pérdidas provocadas por enfermedades en los cultivos ecológicos. El concepto de “manejo” de enfermedades no implica la eliminación total de los patógenos que los causan, sean éstos hongos, virus, bacterias o nematodos, sino disminuir las posibilidades de que éstos causen pérdidas significativas. Según los casos, esto se logra más fácilmente modificando las condiciones ambientales, disminuyendo la población del patógeno, haciendo menos susceptible al cultivo, o con una combinación de éstos.

Conociendo las características del ciclo de desarrollo de las enfermedades, se pueden tomar medidas para cortarlo en la etapa en que se encuentra más vulnerable el agente causal. Una de estas etapas es cuando el patógeno debe sobrevivir períodos en que no puede infectar el cultivo, ya sea por su ausencia, por no estar susceptible o por las condiciones ambientales desfavorables. Las

medidas a tomar dependen de donde sobrevive el patógeno. El inóculo (esporas u otras estructuras de hongos, células bacterianas, huevos o larvas de nematodos) de muchas enfermedades permanece en el rastrojo o en el suelo y a menudo también en el material de propagación. En otros casos, entre los cuales están los virus, sobreviven en otras plantas cultivadas o malezas o en sus órganos de propagación vegetativa (tubérculos, bulbos, estacas, etc.) y eventualmente en la semilla.

5-11.2 Manejo del suelo

La producción orgánica empieza con el suelo; a través de la mejora de las cualidades físicas, químicas y biológicas del mismo se busca obtener plantas sanas y productivas. En suelos pobres, degradados, los patógenos que se establecen provocan pérdidas importantes en los cultivos, mientras que en los suelos más ricos en materia orgánica los daños suelen ser menores. En la naturaleza existen algunos casos estudiados de suelos supresivos, en los cuales, aunque se encuentra el patógeno en niveles altos, éste no produce enfermedad o lo hace con intensidad notoriamente menor que en otros suelos. La explicación de este fenómeno en muchos casos se encuentra en el efecto antagonístico de la población de microorganismos presentes en el mismo.

Incremento de materia orgánica

El incremento de la materia orgánica del suelo tiende a inducir un efecto supresivo de algunas enfermedades vegetales, a través de varios mecanismos distintos. Aumenta la actividad de los microorganismos saprófitos, los cuales compiten con los patógenos por los sustratos alimenticios. Algunos saprófitos también liberan sustancias antibióticas al ambiente y/o se alimentan directamente de los patógenos. Existen también interacciones microorganismo - planta que incrementan la resistencia de ésta a las enfermedades (ej. bacterias promotoras del crecimiento vegetal, inducción de resistencia).

Compost

Se define como el producto de la degradación biológica de desechos orgánicos bajo condiciones controladas. Es básicamente un proceso aerobio, en la cual se desarrollan altas temperaturas que eliminan la mayo-

ría de los patógenos. Posteriormente, cuando la temperatura baja nuevamente, el sustrato es colonizado nuevamente por bacterias y hongos saprófitos. Esta etapa final de maduración del compost es fundamental para que exprese condiciones supresivas de las enfermedades vegetales.

Perreira et al. (1996) presentan datos de patógenos controlados por compost hecho con determinadas sustancias, como son: *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici causante del marchitamiento del tomate por compost de aserrín; *Sclerotinia minor* causante del “tumbado” de la lechuga por residuos municipales compostados; especies de *Phytophthora* que producen podredumbres de raíz y corona en varias especies por corteza de roble y el nematodo de los nudos radiculares (*Meloidogyne* spp.) por compost hecho con corteza de árboles.

Respecto al compost hecho con residuos municipales, existe la posibilidad de que contenga altos niveles de metales pesados, los que actuarían controlando enfermedades pero también pasan a los vegetales que luego serán consumidos, siendo nocivos para el hombre.

Lombricompost

Es el resultado del procesamiento por las lombrices de desechos orgánicos y posee efectos similares a los del compost. Pero a diferencia de éste, no sufre el proceso de desinfección por alta temperatura, por lo cual determinadas estructuras de algunos patógenos, hongos en particular, pueden sobrevivir en él.

Abonos verdes

Básicamente afectan las enfermedades de tres maneras:

- 1) Ayudan a mantener las plantas sanas al mejorar las condiciones químicas y físicas del suelo.
- 2) Incrementan la materia orgánica en el suelo y así la actividad microbiana antagonista.
- 3) Como generalmente tienen pocos o ningún patógeno en común con las plantas que se cultivan para cosechar, actúan en al rotación impidiendo la multiplicación de los patógenos que quedan en el suelo.

Existen además plantas que poseen un antagonismo más específico hacia determi-

nados patógenos, plantas como *Crotolaria spectabilis* y *Tagetes* spp. hacia nematodos del género *Meloidogyne*.

Residuos vegetales

En este caso el efecto se produce por la descomposición en el suelo de materia orgánica fresca o seca, pero que no ha sufrido un proceso de compostaje. Durante la descomposición se liberan sustancias que pueden ser nocivos para algunos patógenos.

Los residuos de algunos cultivos disminuyen la intensidad de ataque de determinados patógenos en el cultivo siguiente. Algunos ejemplos mencionados por Palti, citado por Altieri (1983) son: en papa la paja de cebada disminuye el marchitamiento causado por *Verticillium albo-atrum*; la de trigo la sarna negra (*Rhizoctonia solani*) y rastrojo de soja la sarna común (*Streptomyces scabies*). El ataque de *Meloidogyne* spp. en tomate es menor si se agrega heno, alfalfa o aserrín al suelo.

Un efecto similar se puede obtener al incorporar algunas malezas al suelo antes de la siembra. En un ensayo con residuos de malezas chilenas Insunza (1994) determinó una disminución de la población de distintas especies de nematodos fitoparásitos luego de la incorporación de especies tales como *Cestrum parqui*, *Datura stramonium*, o *Plantago major*.

Recientemente se ha probado en varias localidades del Uruguay el efecto de la “biofumigación” consistente en la incorporación de restos de cultivos de crucíferas al suelo y la cobertura con nylon transparente para retener los gases liberados. Esta práctica tiene efectos sobre nematodos y varios hongos.

Mulch orgánico

Consiste en una capa de paja u otro material de origen vegetal que se usa para cubrir el suelo entre las plantas. Afecta el desarrollo de las enfermedades de cinco maneras, que se mencionan a continuación:

1. Disminuye la dispersión del patógeno cuando éste llega a la planta a través del salpicado de agua desde el suelo. Thurston (1992) describe una forma tradicional de cultivar poroto, denominada “frijol tapado”, utilizado en zonas tropicales americanas. Al sembrar el

poroto dentro de una capa de restos verdes de determinadas malezas que crecen en la zona, se controla la infección por *Rhizoctonia solani*. Este hongo es capaz de provocar un tizón que destruye las plantas cuando el suelo se encuentra desnudo. Un efecto similar se obtuvo en ensayos con mulch de cáscara de arroz.

2. Evita el contacto directo de hojas u otros órganos de la planta con el suelo, y por lo tanto el pasaje de patógenos hacia ellos. Un ejemplo es el cultivo de la frutilla con paja alrededor de las plantas para levantar los frutos del suelo.
3. Mantiene una humedad más constante en el suelo, evitando así el estrés de las plantas.
4. Según estudios de Jones (1994) disminuye el aterrizaje de pulgones alados (vectores de virus) en el cultivo, ya que éstos tienden a bajar en plantas que se encuentran rodeados por suelo desnudo.
5. Con el tiempo el mulch se va incorporando al suelo, contribuyendo al aumento de la materia orgánica.

Laboreo y preparación del suelo

Cero o mínimo laboreo

Por diversas razones, se tiende a minimizar el laboreo del suelo en los sistemas de producción ecológica. La mayoría de los patógenos son más abundantes en la capa superior del suelo pero sus antagonistas también son más activos y las condiciones son más favorables para el crecimiento de las raíces en esta zona, por lo cual el efecto sobre las enfermedades de raíz no es claro. Sin embargo, aquellos patógenos que infectan órganos aéreos y que sobreviven de una estación a otra en los restos del cultivo anterior o en las capas superiores del suelo suelen tener mayor incidencia cuando no se ara el suelo. Para evitar este efecto no deseado se deben aplicar otras medidas tales como utilizar rotaciones adecuadas, retirar el rastrojo y someterlo a un proceso de compostaje, etc. El uso de mulch, como se vio arriba, contribuye a evitar la llegada de estos patógenos a la parte aérea, así como a favorecer el crecimiento de las plantas.

La mayoría de los patógenos son más abundantes en la capa superior del suelo pero sus antagonistas también son más activos y las condiciones son más favorables para el crecimiento de las raíces en esta zona, por lo cual el efecto sobre las enfermedades de raíz no es claro.

Históricamente se hablaba del “cansancio” de los suelos, que se producía cuando se plantaba repetidamente un cultivo en el mismo lugar. Ahora se sabe que las plantas crecen mal debido al agotamiento de nutrientes y a la acumulación de inóculo de patógenos en el suelo.

Formación de camellones

En muchos sistemas agrícolas tradicionales, se ha desarrollado una producción sustentable y estable durante mucho tiempo, basado en el uso de camellones altos. Estos proporcionan mayor profundidad de suelo apto para la exploración radicular y favorecen el crecimiento equilibrado de las plantas. Evitan los excesos de agua, limitando así el desarrollo de muchas enfermedades, especialmente las causadas por bacterias y hongos.

Thurston (1992) menciona varios patógenos cuyo control es facilitado mediante el uso de camellones altos. Entre ellos: *Phytophthora infestans* en tubérculos de papa; *Erwinia carotovora* en col china; *Rhizoctonia solani* en lechuga y poroto; *Sclerotium rolfsii* y *Phytophthora sp.* en poroto y *Phytophthora fragariae* y *P. cactorum* en frutilla.

Solarización

Es una manera de manejar la población microbiana del suelo, afectando el equilibrio entre los microorganismos nocivos para los cultivos y los demás, llevando a que predominen éstos últimos, con lo cual los daños en la producción disminuyen.

La solarización posee además otros efectos positivos: controla malezas y contribuye a una mejor nutrición de las plantas, notándose un mejor crecimiento en el cultivo siguiente.

Rotación

Históricamente se hablaba del “cansancio” de los suelos, que se producía cuando se plantaba repetidamente un cultivo en el mismo lugar. Ahora se sabe que las plantas crecen mal debido al ago-

tamiento de nutrientes y a la acumulación de inóculo de patógenos en el suelo.

La rotación de cultivos tiene efectos sobre las plantas y sobre los patógenos de suelo. Las plantas pueden crecer mejor a pesar de la presencia de patógenos debido a la mejor disponibilidad de nutrientes. Pero probablemente el efecto principal sea sobre la sobrevivencia de los patógenos, ya que éstos

La rotación de cultivos tiene efectos sobre las plantas y sobre los patógenos de suelo. Las plantas pueden crecer mejor a pesar de la presencia de patógenos debido a la mejor disponibilidad de nutrientes.

tienden a desaparecer más o menos rápidamente en ausencia de sus huéspedes.

Para definir la secuencia de cultivos, se debe tener en cuenta los hongos, bacterias y nematodos que los afectan y cuánto tiempo puede permanecer viable el inóculo en el suelo y/o en el rastrojo. Los cultivos hortícolas se pueden clasificar en los siguientes grupos:

1. tomate, morrón, papa, berenjena.
2. repollo, coliflor, brócoli, repollito de Bruselas, etc.
3. zapallo, zapallito, melón, pepino, sandía.
4. poroto, arveja, haba.
5. cebolla, ajo, puerro.
6. maíz.

Cuanto más alejados estén dos cultivos en esta lista, menor es la probabilidad de que tengan patógenos en común. En general las liliáceas y las gramíneas son recomendables para rotar con los otros (grupos 1 y 4).

Barbecho

El hecho de dejar una chacra sin cultivo durante un período tiene un efecto similar a la rotación. Al verse privado de su huésped, la población del patógeno disminuye. Para que sea efectivo hay que evitar que crezcan plantas que puedan ser parasitadas por el patógeno, que, cuando éste es polífago, pueden ser malezas. Las plantas del mismo cultivo que nacen de semillas u otros órganos de propagación que quedan en el suelo son especialmente contraproducentes para el control de cualquier patógeno, independientemente de su rango de huéspedes. Es el caso de los “papines” que quedan luego de la cosecha de la papa y que suelen estar infectados por virus, siendo fuente de inóculo para cultivos cercanos.

El barbecho limpio con laboreo en verano es especialmente efectivo para el control de nematodos. Éstos son sensibles a la desecación, especialmente cuando las altas temperaturas aumentan su ritmo metabólico. El estado de quiste, para aquellas especies que lo presentan, es la excepción a esta característica, dado que la capa cuticular endurecida protege a los huevos que se encuentran adentro.

Fuego

Si bien el quemado de los restos de cultivo elimina gran cantidad de patógenos, contribuye al empobrecimiento del suelo y a otros desequilibrios que a la larga no son favorables al manejo sustentable de las enfermedades.

Anegamiento

El anegamiento del suelo es una técnica que suprime muchos patógenos, los que en su mayoría son estrictamente aerobios. Sin embargo su aplicación está limitado por diversas dificultades prácticas relacionadas con el tipo de suelo, topografía, disponibilidad de agua, posibilidades de dejar el suelo sin cultivo o con un cultivo como el arroz.

Según Kelman y Cook, citados por Thurston (1992), la combinación del anegamiento para la producción de arroz y el agregado regular y abundante de abono orgánico explicaría la ausencia de enfermedades de suelo en la producción tradicional china. Este sistema agrícola combina las características de muy alta productividad y sustentabilidad.

5-11.3 Instalación del cultivo

Uso de semilla sana

Es una medida fundamental para evitar pérdidas. Hay que recordar que las infecciones más tempranas en el ciclo del cultivo son las que causan más daño a la producción de las plantas afectadas y también que le dan más tiempo al patógeno para multiplicarse y diseminarse a otras plantas.

Cuando se utiliza semilla propia en muy importante seleccionar plantas sin síntomas

de enfermedad y de buena producción en el cultivo y no esperar a sacar semilla luego de la cosecha. Dado que las enfermedades tienden a aumentar durante el ciclo del cultivo, es conveniente sacar semilla de frutos al comienzo del período de producción.

Variedades resistentes

La elección del material genético a plantar, junto con el manejo del suelo y la diversidad, constituye uno de los pilares sobre los que se debería basar la producción orgánica.

Las infecciones más tempranas en el ciclo del cultivo son las que causan más daño a la producción de las plantas afectadas y también que le dan más tiempo al patógeno para multiplicarse y diseminarse a otras plantas.

ca. Debe ser material adaptado a las condiciones de producción de la zona, incluyendo las enfermedades prevalentes. El uso de variedades o poblaciones locales resistentes a las enfermedades más dañinas contribuye de manera valiosa a la posibilidad de producir ecológicamente. Hay que recordar que la resistencia no elimina el problema, generalmente no es total, dándose cierto grado de infección y tampoco dura para siempre. Es importante conocer las características de la resistencia de que se dispone, para utilizarla de manera racional, integrada con otro tipo de medidas, para mantener su efectividad en el tiempo. Por ejemplo, en base a una población local seleccionada por productores del noreste de Canelones se obtuvo en la Facultad de Agronomía, la cebolla "Pantanosos de Sauce" con muy buen comportamiento frente a *Botrytis* en almáximo y a podredumbres en poscosecha.

Policultivos

En varios sistemas de producción tradicional se planta una determinada combinación de cultivos distintos en la misma cha-

La elección del material genético a plantar, junto con el manejo del suelo y la diversidad, constituye uno de los pilares sobre los que se debería basar la producción orgánica.

cra. Esta práctica contribuye al control de las enfermedades de varias maneras. Disminuye la probabilidad de que el patógeno llegue a un huésped susceptible, dado que las plantas de una misma especie se encuentran a menor densidad y separadas por otras plantas que pueden dificultar la dispersión de esporas u otro tipo de inóculo. Sin embargo, en otras situaciones puede favorecer el desarrollo de alguna enfermedad al mantener un microclima más húmedo dentro del cultivo.

Hay que seleccionar especies de plantas que crezcan bien juntas, ya que existen combinaciones en las cuales una planta tiene efectos nocivos (alelopáticos) sobre la otra. Kuepper & Dodson (2001) presentan un cuadro con las hortalizas "buenas y malas compañeras". Una combinación tradicional americana, reconocida por su productividad, es la del maíz con zapallo y/o poroto. En Brasil, Adebitan e Ikotun (1996) determinaron una menor incidencia y severidad de antracnosis en caupí asociado a maíz que cultivado solo.

Densidad y marco de plantación

La cantidad de plantas por unidad de superficie influye de dos maneras distintas, según el tipo de patógeno. La concentración de las plantas disminuye la circulación de aire y por lo tanto existe un ambiente de mayor humedad relativa en el cultivo, que favorece el ataque de hongos y bacterias en general. Al estar más cerca una planta de otra, se facilita la transmisión de patógenos entre ellos. Este efecto es relativamente más notorio en aquellas microorganismos que no se diseminan fácilmente por el viento, o sea, bacterias, hongos dispersados por agua y nematodos.

La incidencia de las enfermedades sistémicas puede disminuir al aumentarse la densidad de plantas. En el caso de enfermedades monocíclicas, o que no se transmiten de una planta a otra dentro del cultivo, la proporción de plantas infectadas tiende a disminuir al aumentar la cantidad total de plantas por hectárea. Además si la planta infectada se desarrolla menos o se muere, deja de competir con las adyacentes y éstos pueden crecer más, compensando en alguna medida la falta de producción de la planta enferma. En el caso de virosis transmitidos por pulgones, está además el hecho de que éstos tienden a bajar en plantas aisladas, rodeadas por suelo. En cultivos más densos se produce una cobertura continua más temprano, y por lo tan-

La concentración de las plantas disminuye la circulación de aire y por lo tanto existe un ambiente de mayor humedad relativa en el cultivo, que favorece el ataque de hongos y bacterias en general. Al estar más cerca una planta de otra, se facilita la transmisión de patógenos entre ellos.

to, puede haber menor infección por estos virus (Jones 1993 y 1994).

Fecha de siembra

El cambio de la fecha de siembra puede disminuir las probabilidades de pérdida por algunas enfermedades ya sea porque la población del patógeno es menor o porque las condiciones ambientales no son favorables a su desarrollo. Un ejemplo es el de la roya del poroto. Los cultivos sembrados en verano son menos afectados porque la cantidad de esporas en el aire es menor y las condiciones son más secas. Los cultivos sembrados tardíamente en otoño, en cambio, pueden sufrir pérdidas totales, dado que el inóculo ha aumentado y las condiciones climáticas son favorables al patógeno.

Profundidad de siembra

El crecimiento de la plántula de una semilla recién germinada es una etapa de suma susceptibilidad. Cuánto más demora en emerger y comenzar a recibir los rayos solares en sus órganos aéreos, más tiempo estará en este estado de alta susceptibilidad. Para evitar pérdidas, se busca facilitar la emergencia en el menor tiempo posible y con el menor gasto de la energía almacenada en la semilla, sembrando no más profundo de lo necesario. Aquí también actúa favorablemente la cobertura orgánica, al impedir la formación de una costra superficial que dificulta la salida de las plántulas.

Manejo del cultivo

Una vez instalado el cultivo, existen una serie de medidas que complementan las anteriores. La mayoría de ellas contribuyen a crear un ambiente desfavorable para el patógeno. En algunos casos, como el que sigue, apuntan a disminuir la población del agente causal de la enfermedad o a dificultar su dispersión.

Eliminación de plantas o partes afectadas

Con esta medida se logra eliminar parte del inóculo presente en el cultivo, evitando que se propague la enfermedad. La elimi-

nación de plantas enteras es una práctica relativamente más trascendente para controlar los virus debido a que éstos normalmente permanecen en plantas vivas y a que no existen muchas otras medidas efectivas.

El corte de partes afectadas se realiza principalmente en árboles y otras plantas perennes, aunque también se aplica para patógenos de difícil control en cultivos intensivos, como es el caso de *Botrytis cinerea* en invernáculo de tomate. En este caso es imprescindible retirar el material del invernáculo, para que las esporas no puedan infectar otras plantas.

Poda y conducción de las plantas

Son prácticas similares a la anterior, pero aquí el enfoque se refiere más a modificar el ambiente para evitar las condiciones favorables a las enfermedades. Un ejemplo consiste en la eliminación de hojas alrededor de los racimos de uva para disminuir la humedad y evitar el ataque de *Botrytis cinerea*. La eliminación de hojas inferiores del tomate en invernáculo posibilita una mayor circulación de aire contra el suelo.

El sistema de conducción de la viña y del tomate influye notoriamente sobre el microclima que existe en el follaje, así como en las posibilidades de que el inóculo presente en el suelo llegue al mismo.

Manejo de malezas

Se basa en evitar el crecimiento excesivo de malezas junto a las plantas del cultivo, para que no se den condiciones que favorezcan las enfermedades. Para algunas enfermedades las malezas constituyen un reservorio del patógeno, por lo cual se debe evitar su presencia, especialmente cerca de los almáxicos y cultivos jóvenes. Este es el caso de la peste negra del tomate, causado por un virus transmitido por trips de malezas a los cultivos cercanos de tomate, lechuga, etc.

Manejo del riego

Es importante un correcto manejo de la cantidad, periodicidad y forma de aplicación del riego. Con esto se intenta limitar

los períodos de condiciones favorables a las enfermedades y disminuir la dispersión de los patógenos a través del agua.

En la mayoría de las situaciones el riego por goteo sería lo más recomendable para manejar las enfermedades del follaje, ya que no moja las hojas y porque se aplican cantidades moderadas y frecuentes de agua, evitando los excesos que crean condiciones de anaerobiosis. La excepción sería cuando la enfermedad principal es un oidio, ya que el agua sobre el follaje lo afecta negativamente.

Aplicación de productos

Existen varios tipos de sustancias o productos que tienen efectos sobre las enfermedades de los vegetales.

Hay que considerar que la aplicación de un producto químico ajeno al sistema afecta al mismo, desequilibrándolo. Lo mismo sucede si se aplica en cantidades masivas una sustancia que, si bien existe naturalmente en el ambiente, está en baja concentración. En ambos casos la biodiversidad suele verse empobrecida. Por ejemplo, los fungicidas aplicados a las hojas no sólo afectan los hongos causantes de enfermedades vegetales, sino que también a los demás microorganismos que viven sobre la superficie vegetal. Estos microorganismos contribuyen a impedir que los patógenos se establezcan en las plantas y causen enfermedad. Consecuentemente, el uso del control químico, aunque produzca el efecto deseado rápidamente, provoca a la larga una dependencia de las aplicaciones repetidas de productos. Estudios realizados en la Facultad de Química con el objetivo de desarrollar el control biológico de la podredumbre poscosecha provocada por *Penicillium sp.* en manzana, evidenciaron una cantidad y diversidad varias veces mayor de microorganismos presentes sobre las manzanas provenientes de un predio orgánico respecto a uno convencional. En particular, se encontraron levaduras, entre los cuales algunos muy efectivos en proteger la fruta

Los fungicidas aplicados a las hojas no sólo afectan los hongos causantes de enfermedades vegetales, sino que también a los demás microorganismos que viven sobre la superficie vegetal.

de las podredumbres, sólo sobre las manzanas no tratadas con agroquímicos.

Plaguicidas permitidos

Según los sistemas de producción se admite el uso de algunos productos inorgánicos tales como el caldo bordelés y otros productos cúpricos y el azufre para el control de enfermedades. Los cúpricos son más efectivos para patógenos que requieren agua libre para infectar, como son las bacterias, hongos causantes de mildiu (peronosporas) y muchos hongos que provocan manchas foliares. Los azufrados, en cambio, actúan en condiciones secas y cálidas, y son más efectivos para los oidios, royas y algunas manchas foliares.

Otras sustancias que han mostrado efecto fungicida contra varios hongos son los bicarbonatos de sodio y de potasio (Kuepper et al. 2001).

Antagonistas

Si bien se han aislado muchos microorganismos antagonistas de patógenos de los vegetales, la aplicación del control biológico de enfermedades en el campo se ve obstaculizado por las dificultades de que dichos organismos se establezcan y se encuentren en cantidades suficientes en los lugares y momentos adecuados para ejercer su acción. De hecho existe un control biológico natural que se trata de incentivar con muchas de las medidas mencionadas en el presente trabajo, en especial el incremento de la materia orgánica en el suelo y la aplicación de extractos naturales al cultivo.

Algunos antagonistas que están disponibles como productos comerciales registrados en Estados Unidos son: *Ampelomyces quisqualis*, *Candida oleophila*, *Coniothyrium minitans*, *Fusarium oxysporum*, *Gliocladium spp.*, *Myrothecium verrucaria*, *Paecilomyces lilacinus*, *Phlebia gigantea*, *Pythium oligandrum*, *Trichoderma spp.* (APS Biological Control Committee. 2003).

Preparados naturales

Si bien se encuentra una cantidad de preparados recomendados en diversas publicaciones, hay pocos ensayos científicos que avalen su efectividad. Tienen el inconveniente de que los materiales con los que se preparan no son siempre iguales, existe variación en la composición de diferentes órganos de una planta, del mismo órgano pero en diferentes etapas fenológicas, momen-

Existe un control biológico natural que se trata de incentivar con muchas de las medidas mencionadas en el presente trabajo, en especial el incremento de la materia orgánica en el suelo y la aplicación de extractos naturales al cultivo.

tos del año o cultivado en distintos suelos o climas. Además existe la posibilidad de que si se usan repetidamente algunos puedan tener efectos no deseados, como afectar el crecimiento de las plantas. Algunos de los que han sido estudiados en otros países son los extractos (o téis) de diversas plantas y los de estiércol o de compost.

a) Extractos vegetales

Se ha determinado que existen efectos antibióticos en los extractos de varias plantas. Uno de los más citados es el ajo. Estudios extranjeros indican que disminuye la severidad del oidio en pepino y tomate en invernáculo. Es probable que afecte además otras enfermedades así como también posee un efecto repelente de determinados insectos.

b) Extractos de levadura

Lyon et al. (1990) encontraron que disminuyen la infección por distintas enfermedades y consideran que se debe a que aumenta la resistencia de las plantas.

c) Extractos de estiércol o compost

Se ha visto que su aplicación a las plantas disminuye la intensidad de ataque de algunas enfermedades foliares. Un ejemplo es el de *Phytophthora infestans* en papa y tomate (Weltzien, 1990). En Brasil se han desarrollado preparados a base de estiércol y otras sustancias en agua (biofertilizantes, supermagro) que poseen efectos favorables sobre el crecimiento y la sanidad de los cultivos. Además de incentivar los mecanismos de defensa de la planta, los microorganismos y sustancias presentes en el preparado afecta negativamente a varios patógenos.

5-11.4 Conclusiones

En síntesis, el manejo de las enfermedades en cultivos orgánicos comienza, al igual que en la producción convencional, por tratar de excluir los patógenos, partiendo de

material de propagación sano y cultivándolo en un suelo limpio con implementos también limpios. Estas condiciones no se logran para todos los patógenos, muchos ya se encuentran en el predio o llegan a él por medios naturales. Entonces, el manejo de éstos se basa en afectar los tres elementos necesarios para la existencia de la enfermedad:

- 1) favorecer la capacidad natural del cultivo de defenderse (mejora del suelo, etc.).
- 2) disminuir la población del patógeno (rotación, eliminación de plantas o partes enfermas, etc.).
- 3) manejar el ambiente para que sea desfavorable al patógeno (policultivos, poda y conducción, densidad de plantas, sistema de riego, etc.).

5-11.5 Resultados de EMCAPER al manejo orgánico de cultivos¹

Evaluación de caldos y extractos en el cultivo de ajo orgánico

En una visión general obtenida a través de la evaluación conjunta de los datos, confirmamos el caldo bordelés al 1% como mejor tratamiento, proporcionando un aumento medio de 37% en la productividad en relación al testigo. Ese efecto fue provocado por la tendencia de este tratamiento a presentar mayor número de bulbos y peso medio de los mismos.

El manejo de las enfermedades en cultivos orgánicos comienza, al igual que en la producción convencional, por tratar de excluir los patógenos, partiendo de material de propagación sano y cultivándolo en un suelo limpio con implementos

¹De Souza, J. 1999, traducido por Margarita García

Evaluación de caldos en el control del quemado de la papa en cultivo orgánico

Los resultados indicaron que el desarrollo de las plantas de papa tratadas con caldo bordelés al 1% fue significativamente superior a los demás, ya que presentó mayores peso total, número comercial, productividad, peso medio, longitud media y diámetro medio de tubérculos.

El número de tubérculos comerciales y la productividad de las parcelas que se sometieron al tratamiento con caldo bordelés, demostraron un incremento de 41% y 193% en relación al testigo, respectivamente. Además de eso, mostraron incrementos significativos en el peso medio de tubérculos (108%), largo medio de tubérculos (34%) y diámetro medio de tubérculos (22%).

Esas informaciones indican que la asociación de la protección de las hojas de papa con el empleo del caldo bordelés 1% y el uso de genotipos tolerantes al quemado (c.v. Matilda, Itararé y Monte bonito), permitieron elevar el grado de productividad y calidad comercial de papas en sistema orgánico de producción.

Eficiencia del caldo bordelés sobre el desarrollo de cultivares de zanahoria

La protección foliar con caldo bordelés al 1% puede ser considerada alternativa eficaz para viabilizar la producción orgánica de zanahoria en el período de otoño/invierno, utilizándose cultivares de mejor potencial productivo en esa época del año, visto que la protección foliar obtenida en el cultivar Forto (sensible al quemado de las hojas) permitió elevar significativamente la productividad.

El empleo de extracto de proteína vegetal y de ácidos orgánicos no revelaron eficiencia de control de la enfermedad.

Evaluación de métodos alternativos en el control de oídio del quiabeiro

Observamos que la mayor eficiencia de control fue obtenida con la utilización del caldo bordelés al 1%, pulverizada de 15 en 15 días, seguido de los tratamientos con caldo bordelés al 1% mensualmente y de Mezcla Sulfocálcica al 2% quincenalmente, en relación al testigo sin pulverización. El empleo de extracto de proteína vegetal y

En una visión general obtenida a través de la evaluación conjunta de los datos, confirmamos la caldo bordelés al 1% como mejor tratamiento, proporcionando un aumento medio de 37% en la productividad en relación al testigo.

de ácidos orgánicos no revelaron eficiencia de control de la enfermedad.

De manera general, el área foliar afectada por la enfermedad fue relativamente baja, alcanzando un máximo de 17,4%, hecho que posibilitó un desarrollo vegetativo normal del cultivo. Por lo tanto, entre todos los tratamientos evaluados no se constataron alteraciones significativas en la producción total y comercial de frutos, así como no se observó disminución de la calidad comercial del producto.

Dosis e intervalos de aplicación de caldo bordelés en el cultivo de tomate

Los resultados mostraron la eficiencia del caldo bordelés en el control del quemado cuando se aplicó a una concentración de 2,0%, independiente del intervalo de pulverización y aplicada al 1,0% en un intervalo de 2 veces/semana, visto que mantuvieron el nivel de infección en la faja de 23% a 53%, mientras que la parcela testigo alcanzó niveles medios de 99%. Estos efectos reflejan un mejor desarrollo vegetativo del cultivo y elevación de la productividad comercial hasta 169% (testigo: 12098 Kg/ha y bordelés 1,0%, 2 veces/semana: 32527 Kg/ha). Además de eso, hubo mejoría significativa en la calidad comercial de frutos de tomate, por presentar mayor peso y longitud media.

Dosis e intervalos de aplicación del caldo bordelés en el cultivo de frutilla

Los resultados indicaron que el testigo se diferenció significativamente de todas las formas de aplicación, excepto del caldo bordelés al 0,5% aplicada semanalmente. Las menores tasas de infección fueron verificadas en las parcelas tratadas con caldo bordelés al 1,0% aplicada 2 veces/semana. Además, se observó que el intervalo de aplicación es un factor más importante que

la concentración usada, ya que la eficiencia de la aplicación al 0,5% 2 veces/semana fue similar a las obtenidas con 1,0% y 2,0% aplicadas semanalmente. El desarrollo del cultivo de frutilla comprueba la eficiencia del caldo bordelés en el control de la enfermedad, por revelar diferencias en el número total y comercial de frutos y en el número de frutos/planta, entre el testigo y los demás tratamientos.

Dosis e intervalos de aplicación del caldo bordelés en el cultivo de papa

La severidad y la progresión de la enfermedad de los 44 a los 79 días fue mayor apenas para el tratamiento con caldo al 0,5% semanalmente en relación a los demás, en los cuales el progreso de la enfermedad fue más lento. No hubo diferencias considerables en el Stand de plantas, número de tubérculos, longitud media y diámetro medio. El rendimiento total y comercial de tubérculos fue afectado por los tratamientos, revelando los mismos efectos verificados en el control de

la enfermedad, esto es, solamente el tratamiento con caldo bordelés al 0,5% semanalmente, presentó producciones estadísticamente menores.

Dosis e intervalos de aplicación del caldo bordelés en el cultivo de ajo

De manera general, el caldo bordelés presentó eficiencia de control en relación al testigo, siendo que la aplicación al 0,5% semanalmente, presentó una menor eficiencia y cuando aplicada al 2,0%, 2 veces/semana, proporcionó el mejor nivel de control del patógeno. Por consiguiente, los demás tratamientos presentaron eficiencia intermedia en la protección contra el hongo. No hubo diferencias estadísticas sobre el desarrollo y producción del Ajo, una vez que la enfermedad alcanzó mayores tasas de infección a partir de 117 días, cuando el cultivo ya había iniciado el proceso de crecimiento de bulbos. Entretanto, se constató una tendencia de mayores producciones totales y comerciales para la mayoría de los tratamientos con caldo bordelés.

Bibliografía.

- ADEBITAN, S.A. Y IKOTUN, T. 1996. Effect of plant spacing and cropping pattern on anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) of cowpea. *Fitopatología Brasileira* 21(1):5-12.
- ALTIERI, M.A. 1983. Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa. CIAL, Cetel ediciones, Chile.
- APS Biological Control Committee. 2003. Commercial biocontrol products available for use against plant pathogens. <http://www.oardc.ohio-state.edu/apsbcc/productlist.htm>
- CASSANELLO, M.E., CARRATO, A.C. y FRANCO, J. Solarización en almácigos de brásicas. Estación Experimental Dr. Evaristo Lazo, Bella Unión, Uruguay. (Mimeografiado).
- CHET, I. 1987. *Innovative Approaches to Plant Disease Control*. John Wiley & Sons, New York. 372p.
- De Souza, J.L. 1998. Agricultura Orgánica. Tecnología para Produção de alimentos sandávis. Vitória, ES, EMCAPA, Brasil.
- De Souza, J.L. 1999. Sistema Orgánico de produção de hortaliças. Manual Técnico
- GEPP, V., SILVERA, E., CASANOVA, S. & TRICOT, D. 2001. Solarization in the management of lettuce drop (*Sclerotinia spp.*). In: Young CS, Hughes KJD, eds. *Proceedings of Sclerotinia 2001 - The XI International Sclerotinia Workshop, York 8th-12th July 2001, York, England: Central Science Laboratory, York, England. 135-136.*
- HOITINK, H.A.J. and FAHY, P.C. 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Annual Review of Phytopathology* 24:93-114.
- HORNBY, D. 1983. Suppressive soils. *Annual Review of Phytopathology* 21:65-85.
- INSUNZA, V. 1994. Propiedades nematocidas de plantas chilenas: II. Evaluación de invernadero de 19 especies de plantas usadas como enmiendas en suelos infestados. (Resumen). *Fitopatología* 29(1):45.
- JONES, R.A.C. 1993. Effects of cereal borders, admixture with cereals and plant density on the spread of bean yellow mosaic potyvirus into narrow-leaved lupins (*Lupinus angustifolius*). *Annals of Applied Biology* 122: 501-518.
- JONES, R.A.C. 1994. Effects of mulching with cereal straw and row spacing on spread of bean yellow mosaic potyvirus into narrow-leaved lupins (*Lupinus angustifolius*). *Annals of Applied Biology* 124: 45-58.
- KIRKEGARD, J.A., WONG, P.T.W. & DESMARCHELIER, J.M. 1996. In vitro suppression of fungal root pathogens of cereals by Brassica tissues. *Plant Pathology* 45(3):593-603.
- KUEPPER, G. & DODSON, M. 2001. Companion Planting: Basic Concept and Resources. Horticulture Technical Note. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA). <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/complant.pdf>
- KUEPPER, G., THOMAS, R. & EARLES, R. 2001. Use of baking soda as a fungicide. Horticulture Technical Note. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA). <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/bakingsoda.pdf>
- LYON, G.D., NEWTON, A.C. & REGLINSKI, T. 1990. A novel system for controlling plant disease. *Annual Report, Scottish Crop Research Institute, 68-69.*
- MONTEALEGRE, J.R., ROJAS, M.A., VARNERO, M.T. y ABALLAY, E. 1996. Efecto de la solarización sobre el control de *Sclerotium rolfsii* y nematodos en la región metropolitana de Chile. *Fitopatología* 31 (1):70-83.
- PERREIRA, J.C.R., ZAMBOLIN, L., RIBEIRO DO VALE, F.X. e CHAVES, G.M. 1996. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 4:353-379.
- SHIPTON, P.J. 1977. Monoculture and soilborne plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 15: (387-407).
- SULLIVAN, P. 2001. Intercropping Principles and Practices Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA). <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/intercrop.pdf>
- THURSTON, D.H. 1992. Sustainable Practices for Plant Disease Management in Traditional Farming Systems. Westview Press, Boulder. 279p.
- VAN BRUGGEN, A.H.C. 1995. Plant disease severity in high-input compared to reduced-input and organic farming systems. *Plant Disease* 79(10):976-984.
- WELTZIEN, H.C. 1990. The use of composted materials for leaf disease suppression in field crops. In: Unwin, R. ed. *Crop Protection in Organic and Low Input Agriculture; Options for reducing agrochemical usage*. BCPC Monograph N° 45. The British Crop Protection Council, Farnham. p.115-120.
- ZALOM, F.G. and FRY, W.E. 1992. Biologically intensive IPM for vegetable crops. In: Zalom, F.G. and Fry, W.E., eds. *Food, Crop Pests, and the Environment ; the need and potential for biologically intensive integrated pest management*. St. Paul, APS Press. p.107-165

Capítulo 5.12

Bases conceptuales para el Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades



Solarización

Ing. Agr. María Emilia Cassanello

Departamento de Protección Vegetal Facultad de Agronomía
mcassan@unorte.edu.uy
Estación Experimental San Antonio Salto (UDELAR)

SÍNTESIS DE TEMAS

- Introducción.
- Principios de la solarización.
- Acción de la solarización del suelo sobre los patógenos.
- Control de patógenos y enfermedades por solarización.
- Alteraciones en los suelos solarizados.
- Aplicaciones de la solarización del suelo.
- Beneficios adicionales y limitaciones.
- Aspectos económicos.
- Solarización en el Uruguay.