

CONTROL QUÍMICO

Ing. Agr. Vivienne Gepp, MSc. y Ing. Agr. Pedro Mondino, PhD.
31 de marzo de 2011

Es el uso de sustancias químicas para matar o inhibir al patógeno en alguna etapa de la patogénesis. La mayoría son fungistáticos, bacteriostáticos, o sea, no matan sino que inhiben el desarrollo del microorganismo.

CLASIFICACIÓN.

Según el tipo de patógeno para el que se usan y donde se aplican:

- fungicidas
- fungicidas bacteriostáticos y bactericidas
- nematocidas
- desinfectantes de suelo
- desinfectantes de materiales varios

Además se pueden considerar sustancias con acción indirecta:

- insecticidas, acaricidas, nematocidas que se usen para controlar vectores de virus,
- herbicidas que disminuyan la población de huéspedes alternativos
- sustancias que inducen resistencia sistémica en la planta. Este es un modo de acción en desarrollo actualmente.

Según el espectro de acción:

- amplio (inespecíficos, no selectivos)
- reducido espectro de acción

La selectividad no es una característica absoluta, está relacionada en alto grado con la cantidad de producto que contacta con el organismo y con la biomasa de éste. El espectro de acción abarca aquellos microorganismos que son inhibidos con cantidades pequeñas de la sustancia en cuestión, cantidades suficientemente pequeñas como para hacer rentable y práctico su aplicación.

Hay que recordar que aún los productos más específicos no son muy selectivos, generalmente no diferencian entre organismos de un mismo grupo taxonómico, por ejemplo un género de hongos. Y ya que los enemigos naturales o antagonistas de los fitopatógenos pueden ser organismos emparentados con éstos, al aplicar un producto suele pasar que se está "combatiendo" también a los antagonistas.

¿Un fungicida específico es mejor que uno de amplio espectro?

- En teoría afectaría menos a los antagonistas, pero éstos pueden ser hongos muy similares a los patógenos:
 - Rhizoctonia solani* patógena y antagonista de la misma especie,
 - Pythium* spp. patógenos y *Pythium* spp. antagonistas.
 - Uso de *Trichoderma* sp. tolerante a Moncut junto con fungicida para controlar *Sclerotium rolfsii* en ajo.
- tiende a ser de mayor costo porque el fabricante tiene que cubrir los costos del desarrollo y producción con menores ventas
- puede ser necesario controlar simultáneamente distintas enfermedades y en estos casos habría que usar mayor número de fungicidas.
 - Tizón tardío causado por *Phytophthora infestans* (Oomycete) y tizón temprano causado por *Alternaria solani* (Deuteromycete) en papa o tomate.
- los fungicidas de mayor especificidad tienden a tener un sitio de acción más específico y por lo tanto es más fácil que el patógeno se haga resistente a ellos.

Según el sitio de acción:

- sitio de acción específicos (unisitios)
- múltiples sitios de acción (multisitios)

El sitio de acción se refiere a la forma en que el fungicida ataca al hongo. En general coincide que los fungicidas de contacto son de múltiples sitios de acción (atacan por muchos lados al hongo), mientras que los fungicidas que penetran a la planta en general van a afectar al hongo en algún sitio específico de este. Deben poder diferenciar entre el hongo y la planta.

Espectro de acción y sitio de acción son conceptos diferentes y no están relacionados. Un fungicida puede ser sitio de acción específico y tener un amplio espectro de acción. (ej. Benomil)

Según su localización respecto al vegetal:

Se clasifican en:

- de contacto
- penetrantes, translaminares, "loco-sistémicos"
- sistémicos.

Los primeros luego de aplicados a la planta quedan por fuera de ésta formando una película (una fina capa) protectora. No penetran al tejido vegetal. En caso de que lo hagan por haber sido aplicados a dosis muy altas, o tener heridas la planta, etc. quemarán la planta. Normalmente son productos tóxicos para las plantas aunque no la queman porque no la penetran. Cuando alguna espora de un hongo llega a la superficie de la planta se encuentra con esa película que le impide germinar y penetrar. Ejemplos de estos fungicidas son los cúpricos, azufrados, ditiocarbamatos, captan, etc.

Los segundos penetran el tejido vegetal. Ingresan a la planta y dentro de ella tienen poca movilidad. No circulan por los vasos. Al tener la capacidad de entrar a la planta pueden matar a los hongos que ya estén dentro de esta. A su vez no deberán ser fitotóxicos (tóxicos para la planta), porque de lo contrario dañarían a la planta. Ejemplos de estos son el dodine, benomil, etc. En la bibliografía suelen ser clasificados dentro del grupo de los productos sistémicos cuando en realidad tienen un movimiento limitado dentro de la planta.

Por último un tercer grupo de fungicidas además de penetrar a la planta, entran a la corriente de los vasos y circulan por ella. Son los verdaderos fungicidas sistémicos. Estos también tienen la capacidad de matar al hongo dentro de la planta y también deben ser no ser fitotóxicos. Ejemplos: Metalaxil (Ridomil), Fosetil AI (Aliette).

Los fungicidas sistémicos se pueden mover en dos sentidos:

- en forma acrópeta: hacia arriba por los vasos del xilema
- o en forma basípeta: hacia abajo por el floema.

Solamente un fungicida sistémico tiene la capacidad de moverse hacia abajo en la planta. Se trata del Fosetil AI (Aliette, Mikal). Este es el único fungicida se puede aplicar en la parte aérea de la planta para controlar un hongo que estuviese en las raíces.

El resto de los fungicidas sistémicos o penetrantes se mueven hacia arriba, hacia donde hay mayor evapo-transpiración. Se mueven dentro de las hojas hacia los márgenes y las puntas, no retroceden hacia abajo ni presentan movimiento lateral. Prácticamente no se

mueven hacia los frutos ya que la transpiración de éstos es sumamente baja en relación con las hojas.

Es muy importante saber esto, porque muchas veces se comete el error de pensar que un fungicida sistémico se distribuirá por toda la planta aunque su aplicación sea poco uniforme. Por el contrario los fungicidas sistémicos o penetrantes necesitan ser aplicados con una buena cobertura.

Los fungicidas penetrantes o sistémicos no funcionan bien sobre los frutos. Esto se debe a dos factores. El primero es que la penetración al fruto es más difícil que a la hoja. En segundo lugar, el fruto es una parte de la planta de baja evapo-transpiración, por lo tanto no hay una corriente de savia que pueda arrastrar a estos productos hacia la fruta.

ESTRATEGIAS DE USO.

Las enfermedades cumplen ciclos. Al principio existe inóculo primario (esporas, micelio, masas de bacterias, huevos o larvas de nematodos) para producir las primeras infecciones. Este inóculo debe llegar hasta los tejidos susceptibles de la planta para, en condiciones apropiadas de humedad y temperatura, producir infecciones. Luego sigue un período de incubación dentro de la planta, aparecen los síntomas y por último sobre estos síntomas el hongo esporula, es decir produce nuevo inóculo para infectar otras partes de la misma planta u otras plantas y así cumplir nuevos ciclos.

Cada ciclo se puede considerar como si fuera una cadena y la estrategia de control más efectivo consiste en cortarla en su eslabón más débil, o sea cuando el patógeno está más vulnerable. Existen varias posibilidades:

- a. Disminuir el inóculo en su fuente. Ejemplo de esto serían las aplicaciones invernales que matan las estructuras de los hongos que hayan quedado sobre la planta. Otro caso sería la desinfección de suelo, de material de propagación, de equipos o de maquinaria.
- b. Proteger el tejido vegetal de la ocurrencia de futuras infecciones. La estrategia se basa en que el producto esté presente sobre o dentro del vegetal para matar o inhibir al patógeno antes de que penetre o se establezca. Ej. aplicaciones de fungicida de contacto cada 7 a 10 días.
- c. Curar infecciones ya ocurridas o sea matar o inhibir al patógeno que ya ingresó al vegetal. Normalmente se necesita un producto que penetra al vegetal. Ej. aplicación de Alto para curar infecciones de sarna en manzano.
- d. Impedir la producción de nuevo inóculo. Por ejemplo cuando se ven manchas de sarna y se aplica Dodine y Benlate para evitar la esporulación de esas manchas.
- e. Una estrategia que comúnmente no se considera, ya que no es el objetivo de los productos usados actualmente consiste en augmentar las defensas de la planta, o sea conferirle cierto grado de inmunidad frente a nuevas infecciones.

Pero:

No existen productos preventivos ni curativos

Los conceptos de **preventivo** o **curativo** se refieren a la **aplicación**.

Se puede realizar una aplicación preventiva con un fungicida de contacto como con uno sistémico. Ej. Folpet o Ridomil previniendo infecciones de peronospora en la vid, un IBE puede inhibir el desarrollo de infecciones de roya ya establecidas así como prevenir el establecimiento de nuevas infecciones.

Se puede realizar una aplicación curativa con un fungicida de contacto como con uno sistémico. Ej. Azufre o Tilt curando infecciones de oidio.

ALGUNAS DEFINICIONES IMPORTANTES:

Efectividad. La efectividad de un producto se mide a través de la dosis efectiva 50 (DE₅₀), o sea, la cantidad de principio activo necesaria para inhibir:

- la germinación de esporas
- el crecimiento de micelio o multiplicación de bacterias
- la esporulación en medio de cultivo
- la esporulación en tejido vegetal
- la infección en tejido vegetal.

La medición en tejido vegetal debe hacerse en casos de parásitos obligados y de sustancias que actúan a través del aumento de las defensas de la planta.

La DL50 permite:

- comparar la efectividad de diferentes fungicidas frente a un determinado hongo, y
- analizar el espectro de acción de un fungicida determinado.

Dosis efectiva 50 para diferentes fungicidas y hongos. Fuente: Lyr

Modo de acción. Es cómo actúa la sustancia química contra el patógeno. En general involucra un proceso en tres etapas:

1. la molécula tóxica debe tomar contacto con el patógeno e ingresar a él para tener efecto, de ahí que un mecanismo de selectividad reside en la absorción diferente:
 - entre distintos hongos; por ej. debido a diferencias en composición de la pared (los Oomycetes tienen celulosa mientras que los demás tienen quitina) y membrana celular,
 - entre el patógeno y el vegetal, por ejemplo, la mayoría de los hongos acumulan cobre mientras que los vegetales lo absorben en baja cantidad.

2. debe acumularse hasta llegar a una concentración letal o inhibitoria;
3. debe interferir con el metabolismo celular en uno o varios **sitios de acción**:
 - * múltiples sitios de acción:
 - cobre → grupos sulfhidrilo → desnaturalización no específica de enzimas y otras proteínas.
 - ditiocarbamatos → idem
 - * sitio de acción específico (uni-sitio):
 - Benzimidazoles → tubulina del huso acromático en mitosis
 - IBE → un punto específico en la síntesis del ergosterol (demetilación del C14)

Efecto retroactivo. Este concepto se utiliza solamente para el control de *Venturia* sp. causante de la sarna del manzano y peral. Se refiere a la capacidad del fungicida de matar al hongo horas después de ocurrida la infección evitando la aparición de los síntomas.

Residualidad: Es una medida del tiempo durante el cual un fungicida mantiene su acción luego de ser aplicado. También denominado período residual y se relaciona con la efectividad.

Residuo: Se refiere a la cantidad (ppm = miligramos/kg.) del producto (y a veces también de sustancias derivadas de su degradación) que quedan sobre el producto cosechado y que pueden afectar al consumidor. Se relaciona con la toxicidad, ya sea agudo como crónica.

Estos dos conceptos muchas veces se confunden aunque son muy diferentes.

Los diferentes países protegen a sus consumidores del consumo de residuos que puedan afectar la salud humana. Se hacen controles muy estrictos y se han fijado límites máximos de residuos. Por el contrario en los países subdesarrollados no se hacen esos controles en el mercado interno. Solamente antes de exportar y para prevenir el rechazo de las partidas se evalúan los niveles de residuos.

Los límites máximos de residuos varían permanentemente. En la medida que se van descubriendo nuevos problemas a la salud ocasionados por los agrotóxicos, y con las nuevas técnicas más sensibles de detección, se van exigiendo niveles menores de residuos o ausencia completa.

Tiempo de espera o de carencia. Se refiere a los días que deben pasar entre la última aplicación y la cosecha. El número de días es el necesario para que los residuos disminuyan hasta quedar por debajo de los máximos autorizados.

Debido a la presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos y considerando la toxicidad de cada principio activo se establecen niveles de ingestión diaria admitida (IDA). Se considera que no habría perjuicios sobre la salud humana, ni a corto ni a largo plazo, si los niveles de residuos se mantienen por debajo de los IDA. Para evitar niveles excesivos de residuos en los alimentos se determinan plazos de espera entre la última aplicación y la cosecha, a través del estudio de las curvas de degradación del principio activo sobre el órgano a cosechar (frutos, hojas, etc.). (Fig. 2)

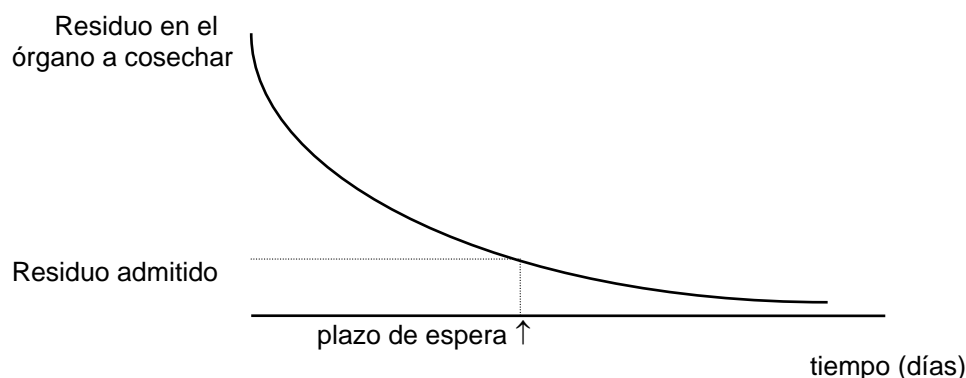


Fig. 2. Determinación del plazo de espera en función del residuo admitido.

La evolución de los residuos se debe estudiar para cada ambiente a través de las curvas de degradación. A partir de éstas se determina el plazo de espera que debe existir entre la última aplicación del producto y la cosecha. Lamentablemente en nuestro país no existen estudios publicados de la degradación de los productos para poder determinar los tiempos de espera adecuados a nuestras condiciones de producción.

Intervalo de entrada restringida. Se refiere a los días u horas que deben pasar desde que se realiza la aplicación hasta que los operarios pueden ingresar nuevamente al cultivo. Si por razones excepcionales es necesario que lo hagan, es imprescindible que utilicen todo el equipo protector como si estuvieran realizando una aplicación del producto en cuestión. En ningún caso este intervalo es menor al tiempo necesario para que el líquido aplicado se seque sobre las plantas y generalmente es superior, tal como se observa en el siguiente cuadro.

Intervalo de entrada restringida de algunos fungicidas.	
Benomyl	24 HS
Captan	96 HS
Dodine	48 HS
Mancozeb	24 HS
Ziram	48 HS
Hidróxido de cobre	48 HS
Azufre	24 HS
Metalaxil	12 HS

Lamentablemente en nuestro país aun no se exige a las empresas colocar este dato en la etiqueta. Es muy importante marcar la zona en que se ha realizado la aplicación con la fecha e indicación del peligro de ingresar al cultivo.

Toxicidad para el hombre.

Si bien la toxicidad aguda de los fungicidas y bactericidas en general es menor que la de los insecticidas y nematicidas, la exposición a ellos tiene efectos nocivos tanto a corto como largo plazo. La exposición en el manipuleo y la aplicación puede provocar toxicidad aguda o crónica.

Los efectos de la exposición y/o asimilación pueden ser:

- toxicidad aguda por ingestión, inhalación o absorción cutánea,
- dermatitis, reacciones alérgicas,
- reducción de la absorción de yodo y bocio,
- anemia,
- disminución en la capacidad reproductora,

- desarrollo anormal de fetos en el vientre materno,
- mutagénesis,
- incremento en la incidencia de cáncer en diversos órganos,
- conjuntivitis y daños irreversibles en los ojos.

No sólo el principio activo puede tener efectos nocivos sobre el hombre, sino que también lo pueden tener los coadyuvantes usados en la formulación del producto comercial, así como los productos de degradación.

El etilentiourea (ETU) es el principal producto de la degradación de los etilenbisditiocarbamatos (Maneb, Mancozeb, Zineb y Metiram). Se forma por hidrólisis en el ambiente y en la cocción de alimentos. Estos fungicidas también son metabolizados a ETU dentro del cuerpo de los mamíferos. El ETU es considerado por la Agencia de Protección del Ambiente de EEUU (EPA) un probable agente cancerígeno para el ser humano, en base al incremento marcado de la incidencia de tumores en ratas y ratones luego de la ingestión continuada de ETU. También tiene afecta el desarrollo fetal es ingerido por animales gestantes.

El consumo de alcohol luego de la exposición puede incrementar los efectos nocivos de los productos, al igual que la exposición a ciertas mezclas de productos.

ACCIÓN SOBRE OTROS ORGANISMOS.

Plantas - fitotoxicidad.

Los productos de contacto afectarían las células vegetales si penetraran en ellas, pero en condiciones normales no lo hacen. Pero con uso repetido, excesivo, en alta concentración o en condiciones ambientales anormales pueden penetrar en cantidad suficiente para causar fitotoxicidad notoria.

Cu : disminuye el crecimiento, endurece la hoja, es fitotóxico en *Prunus sp.*

S : quema a alta o baja temperatura.

Principios activos que penetran al vegetal: la molécula ha sido seleccionada para no afectar al vegetal, por lo que en su mayoría no presentan fitotoxicidad en los usos normales.

Algunos IBE aplicados a la semilla o a plantines disminuyen el crecimiento al disminuir la síntesis de ácido giberélico.

Plagas y animales benéficos.

- * Efecto acaricida de varios fungicidas: S, Mancozeb, Benomil (no selectivo entre ácaros fitófagos y predadores)
- * Efecto de Benomil contra lombrices.

Residuos en el ambiente.

Destino de los productos en el ambiente:

¿Qué pasa con los productos en el ambiente?

- * Evaporación y deriva
- * Lixiviación y otros movimientos en el suelo.
Pueden pasar contaminar las corrientes de agua superficiales y/o subterráneas.
- * Acumulación en el suelo: por ejemplo Cu
Adsorción a las partículas del suelo. En general cuanto menos soluble en agua, más se adsorbe.
- * Fotodegradación

La mayoría de los productos son resistentes a la fotólisis dado que se han desarrollado para ser aplicados a la superficie de las plantas.

* **Degradación química**

Se produce en medio líquido, en presencia de agua. Muchos fungicidas son hidrolizados u oxidados. La adsorción a la fracción orgánica o arcillosa del suelo puede catalizar la reacción.

* **Degradación microbiana**

Diversos microorganismos pueden obtener energía a través de la degradación de pesticidas, ya sea por adaptación o por procesos co-metabólicos. Los factores que incrementan la actividad de los microorganismos en el suelo o que incrementan la disponibilidad del pesticida en el suelo, aumentan su desaparición. La materia orgánica tiene dos efectos opuestos : puede disminuir la disponibilidad del plaguicida a través de la adsorción y puede incrementar su degradación microbiana.

Elementos que influyen en la eficacia.

Principio activo (p.a). Es lo primero, y muchas veces lo único, que se considera cuando falla el control, pero no es lo único.

Formulación. Los coadyudantes que se incorporan al producto junto con el principio activo pueden aumentar la eficacia de éste.

Dosis. Cantidad de principio activo por unidad de superficie (o de peso en el caso de semillas, por ejemplo).

Calidad de agua. Cuando se realiza una pulverización, muchos fungicidas son degradados rápidamente en condiciones alcalinas, mientras que otros no son afectados. Los cúpricos son más efectivos a pH mayores de 6,5.

Momento de aplicación. Debe ser el adecuado para que el principio activo pueda actuar sobre un estadio sensible del patógeno. Si se aplica durante el período de incubación de los síntomas puede no ser efectivo sobre las infecciones ya establecidas y seguirán apareciendo nuevas lesiones visibles. Cuanto mayor es el período desde el comienzo de la infección, mayor es la biomasa del patógeno y, por lo tanto, mayor la cantidad de principio activo necesario para inhibirlo.

En el control de la sarna del manzano, si no se pudo aplicar un fungicida dentro de las 24 – 96 horas luego de la penetración del hongo, se recomienda realizar dos aplicaciones separados por unos 5 días para llegar a inhibir la producción de inóculo secundario.

Depósito inicial. Es la cantidad de principio activo que queda en la superficie de interés luego de la aplicación.

A igual dosis y forma de aplicación depende de las características de la superficie tratada : si posee pelos o es cerosa, puede ser difícil de mojar (las gotas no se extienden). La cantidad de producto retenido depende también de la forma y la orientación de la superficie. La hoja de la cebolla es un caso típico de un objetivo difícil de mojar: de sección circular, más o menos vertical y cerosa.

Cobertura. Debe ser la mayor posible, ya que lo que interesa es el principio activo presente en el microambiente que rodea a las estructuras del patógeno. (Fig. 4)

Valores de pH óptimos y vida media de algunos fungicidas.

Redistribución. Es el movimiento del principio activo desde el lugar donde fue aplicado hacia otras partes del vegetal. En productos de contacto se da por solubilización por agua de lluvia, que lo puede llevar a puntos donde no llegó la aplicación original.

En el caso de los sistémicos, hay un movimiento interno determinado por las características del principio activo y por los procesos fisiológicos de la planta. Los de sistemía ascendente (apoplástica) son llevados hacia los puntos de mayor transpiración (hojas más que frutos, por ejemplo). Los basípetos tienden a ir hacia las raíces y otras fosas. Puede darse una acumulación mayor en las partes infectadas por el patógeno, debido a dos fenómenos: que la infección actúe como fosa y, en el caso que las estructuras del patógeno rompa la cutícula para liberar sus esporas (royas, por ejemplo) existe un incremento en la transpiración en ese lugar. Lo que normalmente no se produce es un movimiento lateral del producto.

Persistencia. Una mayor persistencia puede ser útil para incrementar el efecto residual del principio activo, aumentando de esa manera el período durante el cual se mantiene el control del patógeno sin nuevas aplicaciones. Pero, por otro lado, puede dejar residuos indeseados en el producto a cosechar.

La persistencia de los productos de contacto depende de la tenacidad, lo que le confiere resistencia al lavado, y a la tasa de pérdida por degradación (fotólisis, hidrólisis, degradación microbiana) o vaporización.

En el caso de los penetrantes y sistémicos, se pierden por degradación en los tejidos vegetales.

En ambos casos el crecimiento del vegetal afecta la cantidad y localización del producto en la planta.

La persistencia se mide a través de la vida media y es afectada por:

- formulación
- dosis
- ambiente donde está el principio activo
 - * superficie tratada porosa o suelo con alto materia orgánica que adsorbe pesticida y reduce cantidad disponible para control y para degradación,
 - * superficie aceitosa o cerosa reduce absorción, hasta puede combinarse con pesticida,
 - * alto pH del tejido o del suelo tiende a provocar degradación más rápida,
 - * microorganismos de suelo destruyen pesticidas,
 - * viento, lluvia, altas temperaturas y sol reducen persistencia.

Características de algunos fungicidas usados en el control de sarna del manzano.

Fungicida	Acción preventiva	Persistencia	Redistribución	Acción post-infección	Pre-síntomas
-----------	-------------------	--------------	----------------	-----------------------	--------------

Azufre	2	2-3	2-3	0	0
Mancozeb	4	4	3	18-24 horas	0
Maneb	4	4	3	18-24 horas	0
Benomil	2	1-2	1-2	18-24 horas	5
Metil tiofanato	2	1-2	1-2	18-24 horas	5
Myclobutanil	2	2 ?	2 ?	72-96 horas	5
Triflumizol	2	1	1	72-96 horas	5
Fenarimol	2	1	1	72-96 horas	5

RESISTENCIA DE LOS PATOGENOS A LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.

Se habla de resistencia o tolerancia de un patógeno a un producto químico que normalmente lo controla cuando existe una sensibilidad disminuida a ella con respecto a la población normal del patógeno.

Mecanismos :

- * modificación de sitio de acción
Modificación de tubulina - Benzimidazoles.
- * compartimentalización
Cu en algunas especies de bacterias (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, *Xanthomonas campestris* pv. *citri*)
- * absorción disminuida o eliminación aumentada
IBE - los individuos resistentes eliminan activamente las moléculas de fungicida a medida que ingresan a la célula.
- * degradación o transformación en sustancias no tóxicas para el microorganismo

Factores que influyen en la pérdida de efectividad :

- * variabilidad del patógeno
- * ciclo de vida y capacidad de dispersión del patógeno
- * tamaño de la población
- * modo de acción,
en este sentido se puede clasificar los productos según el grado de riesgo de que aparezca resistencia:
 - * bajo riesgo - los de múltiples sitios de acción
 - * alto riesgo - sustancias con un sitio de acción específico, para los cuales la aparición de resistencia implica la modificación de un solo gen del patógeno: Benzimidazoles, Dicarboximidas, Carboximidas, Kasugamicina, probablemente también acilalaninas y los antibióticos en general.
 - * moderado riesgo: productos con un sitio de acción específico, la resistencia en el patógeno aumenta lentamente a través de la acumulación de genes que reducen la sensibilidad al producto. Es una resistencia poligénica.
- * presión de selección : uso reiterado en el tiempo
uso extendido en el espacio
Cercospora beticola en remolacha azucarera se hizo resistente a estañados (de múltiples sitios de acción) en Grecia - por aplicación a toda la zona productora de los mismos productos.
- * habilidad competitiva del "mutante"

Tipos de resistencia:

PRODUCTOS USADOS PARA CONTROLAR ENFERMEDADES.

FUNGICIDAS.

FUNGICIDAS DE CONTACTO.

Prácticamente no penetran al vegetal.

Ejemplos : Azufrados: Azufre y Mezcla sulfocálcica.
 Cúpricos : Caldo Bordelés, Oxicloruro de cobre, etc.
 Ditiocarbamatos : Mancozeb, Ziram, etc.

Características

En general tienden a ser de amplio espectro.
La mayoría son de múltiples sitios de acción.

Se usan casi siempre como preventivos o protectores: formando una capa sobre la superficie del vegetal o del órgano (semilla, por ejemplo) que dificulta el desarrollo del hongo antes de su penetración.

En caso de oidios que son ectoparásitos tienen acción curativa (se usa azufre).

Venturia inaequalis, agente causal de la sarna del manzano, se desarrolla debajo de la cutícula de la hoja y es alcanzado y controlado por algunos productos de contacto dentro de las primeras 24 horas desde la penetración (Acción erradicante).

Pueden tener además, acción antiesporulante.

FUNGICIDAS PENETRANTES Y SISTEMICOS.

Ejemplos : Dicarboximidias: Iprodione, Vinclozolin y Procimidone
 Benzimidazoles : Benomil, TBZ, etc.
 Inhibidores de la Biosíntesis del Ergosterol
 Acilalanidas : Metalaxil, Benalaxil (acilananinas), Oxadixil, etc.
 Fosfonato : Fosetil - aluminio.

Penetración : se realiza en solución acuosa, una vez que el depósito del fungicida se ha secado no penetra más salvo si que se vuelve a solubilizar.

Sistemia: depende de características del fungicida y de donde se aplica.

- * local por ejemplo Benomil aplicado a una hoja, penetra y tiende a ir hacia el extremo de la hoja.
- * por el apoplasto (partes no vivas, paredes celulares, xilema). En la mayoría de los casos. Lleva a que el principio activo se acumule en los bordes de las hojas, en función de la transpiración.
Ejemplos : Acilalaninas.
IBE aplicados a raíces o a semilla.
- * por el simplasto (células vivas, floema).
- * ambidireccionales. Es el caso del fosetil - Al

¿Cuán sistémico es el Benomil? Datos de un experimento con naranjas. Se realizaron 5 aplicaciones semanales de Benomil a campo seguido por un baño poscosecha con el mismo principio activo. Se determinó la concentración del principio activo en distintas partes de la fruta.

	mg/Kg de Benomil
naranjas sin lavar	3,30
naranjas lavadas	0,75
jugo	0,07
aceite (obtenido de las glándulas de la cáscara)	2,50
cáscara	1,90

Características de los fungicidas penetrantes y sistémicos.

Espectro de acción : puede ser amplio o estrecho.

Bencimidazoles : mayoría de Ascomycetes y Deuteromycetes.

Acilalanidas y Fosetil -Al : sólo Oomycetes.

IBE : en general son efectivos para oidios y royas, pero algunos también controlan manchas foliares causados por determinados Ascomycetes y Deuteromycetes.

Sitio de acción: generalmente tienen uno o pocos \Rightarrow teóricamente tienen alta probabilidad de que aparezcan razas resistentes. En la práctica se ha visto que aparecen en forma rápida con el uso repetido de Benzimidazoles o Acilalaninas, mientras que con los IBE y Dicarboximidias se da gradualmente.

Su acción puede ser:

- * preventiva - el fungicida dentro del vegetal mata al hongo que intenta penetrar
- * erradicante
- * curativa
- * antiesporulante - aunque no mate al hongo dentro del tejido vegetal puede inhibirlo (reversiblemente?), e impedir o disminuir la esporulación.

PRODUCTOS PARA CONTROLAR BACTERIAS.

BACTERICIDAS O ANTIBIOTICOS.

Generalmente son selectivos, de sitio de acción específico (unisitios) y más o menos sistémicos \Rightarrow pueden tener acción curativa, aunque muchas veces se usan como preventivos.

Se pueden aplicar a la semilla, al follaje, o a las raíces en el momento del transplante. No es conveniente su aplicación masiva por una serie de inconvenientes que poseen :

- * baja efectividad
- * alto costo
- * alta capacidad de las bacterias de perder sensibilidad al principio activo
- * posibilidad que estas bacterias pasen su resistencia a un antibiótico a otras bacterias, aún a las que atacan al hombre.

Rodasept	1%	+	+	+	+
Lomasept	3%	+	+	+	+
Sanivet	0,4%	+	+	+	-
Mefarol	0,6%	-	+	+	-

SUSTANCIAS QUE INDUCEN RESISTENCIA.

Cuando una planta es atacada por un patógeno, existen ciertas señales químicas producidas por éste que activan una reacción de defensa de la planta. Esta reacción de defensa activa consiste en una serie de procesos metabólicos. Estos son inespecíficos, o sea que no dependen de cuál es el patógeno que los desencadenó, el que puede ser un patógeno de otra especie vegetal. La planta pone en juego mecanismos de defensa aun frente a la penetración de patógenos de los cuales no es huésped. Además la activación de las defensas desencadenada por un microorganismo puede conferir resistencia a otros microorganismos que intenten colonizarlo después, tanto en el lugar donde ingresó el primero, como en otras partes del vegetal. Por esto se denomina sistémica a esta resistencia adquirida.

Se ha determinado algunas sustancias que activan los mecanismos de defensa. Un ejemplo es el ácido salicílico. Actualmente varios laboratorios del mundo están investigando estas sustancias con el propósito de desarrollarlos en el futuro próximo como un nuevo tipo de control químico de enfermedades, efectivo para varios patógenos que pueden ser tanto hongos, bacterias como virus. La sustancia inductora aplicada puede ser rápidamente metabolizada por la planta pro lo que no queda como residuo cuando se cosecha.

CONTROL QUÍMICO Y EPIDEMIOLOGÍA

1. Disminuir el inóculo inicial:

* Aplicación al suelo: contra hongos de suelo, nematodos.

Se usan fungicidas, nematocidas y desinfectantes.

Funcionan mejor si se volatilizan porque difunden más en el perfil del suelo.

* Tratamiento de semilla:

Se puede aplicar como líquido, polvo, pasta o pelleteado.

Fungicidas de contacto para matar o inhibir al hongo sobre la semilla o en el suelo que lo rodea

Ejemplo : carbón cubierto del trigo.

Fungicidas penetrantes y/o sistémicos:

* sirven para matar hongos tanto sobre como dentro de la semilla

* también pueden proteger la planta durante cierta parte de su desarrollo :

* hasta la emergencia

* en las primeras etapas de su crecimiento (oidio del trigo)

* durante la mayor parte de su ciclo.

* Aplicación al follaje: puede prevenir el desarrollo de estructuras invernantes que son fuentes de inóculo para el próximo estación de crecimiento. Es el caso de la aplicación de Triforine a las hojas de manzano en otoño para evitar al formación de peritecios de *Venturia inaequalis*, disminuyendo el inóculo primario de la sarna.

* Desinfección de materiales:

Se usa con cajones de fruta, lugares de almacenamiento, ropa, herramientas, maquinaria, etc.

Hay que tener en cuenta que los desinfectantes de materiales puede inactivarse en presencia de materia orgánica, por lo que se recomienda un lavado previo.

Es especialmente importante en enfermedades de difícil control cuyo principal medio de dispersión es la actividad del hombre, como el cancro cítrico.

2. Reducir la tasa de infección.

Es el uso más extendido del control químico de enfermedades, el que utiliza mayor cantidad de producto.

Se busca prevenir la infección, erradicar, curar y/o disminuir la liberación de inóculo.

Normalmente se requiere la aplicación repetida de productos químicos para mantener baja la tasa de desarrollo de la epidemia. Es especialmente importante en enfermedades policíclicas de alta tasa de desarrollo.

EFICACIA DEL CONTROL

Esto depende de que exista una dosis suficiente de un principio activo efectivo para ese patógeno, en el lugar adecuado y en el momento apropiado.

El lugar adecuado puede ser, por ejemplo, el envés de las hojas inferiores, lugar de penetración de muchos hongos y bacterias.

La frutilla es afectada por *Xanthomonas fragariae*, causante de la mancha angular. Tiene las hojas prácticamente sobre el suelo, por lo que es muy difícil conseguir una buena cobertura del envés de las hojas. También es difícil llegar a las hojas inferiores de un cereal de invierno debido a la densidad de plantas en el cultivo y éstas son las que primero se enferman con varias manchas foliares.

El momento apropiado se refiere a:

- * la etapa de la patogénesis en que se puede controlar con el principio activo, o sea, antes de la penetración para un producto de contacto.
- * a nivel de cultivo, antes de que se produzca un daño económico y cuando todavía se esté a tiempo de evitarlo con los productos disponibles.

USO DE FUNGICIDAS

Basado en: MARER, P.J. 1988. The Safe and Effective Use of Pesticides. University of California. Publication 3324.

¿CUÁNDO APLICAR UN PRODUCTO?

Para enfermedades, generalmente es cuando se dan condiciones favorables, ya que cuando se ven síntomas ya está el daño. Además, los síntomas recién se observan días o semanas después de la penetración del patógeno.

Considerar: fuente de inóculo, historia de infecciones anteriores, condiciones ambientales (climáticas, de suelo, agua, etc.) favorables.

¿QUÉ PRODUCTO?

Hay que considerar varios factores:

Efectivo para la o las especies a controlar.

En la etapa del ciclo de infección en que se encuentra

Toxicidad:

Categoría toxicológica

Nos da una idea general del peligro que representa un producto.
¿Lo conoce / entiende el productor o peón?

Factores especiales de riesgo de la persona (edad, peso, enfermedades, tabaquismo, alcohol) y de las condiciones de aplicación (estado de la máquina, temperatura ambiente, etc.)

Modificado por: tipo de formulación
 persistencia en el ambiente
 dosis

Persistencia.

Costo y eficacia.

- * Costo por Kg de producto - costo por ha.
- * Costo según efectividad - un producto 30% más pero 60% más efectivo sería preferible, salvo que se quiera una baja efectividad para afectar menos enemigos naturales.
- * Eficacia - difícil de medir y de obtener info fidedigna ⇒ anotar experiencia depende de aplicación, clima.

Facilidad de uso y compatibilidad.

Efecto sobre organismos benéficos.

Período de re-entrada y plazo de espera. (Fig. 5)

En otros países se han establecido valores para los distintos fungicidas de: plazo de espera, período de re-entrada al cultivo, cantidad máxima a aplicar por ciclo del cultivo o por año y restricciones en cuanto al uso futuro de la chacra.

Fungicidas - Grupo	Re-entrada (horas)
Captan	96
Caldo bordelés – Cúprico	48
Benomíl - Bencimidazol	24
Mancozeb - Ditiocarbamato	24
Fosetil aluminio	12
Metalaxil - Acilalanina	12
Fenamirol - IBE	12
Tebuconazol - IBE	12
Streptomycina - Antibiótico	12

Fuente: Texas Agricultural Extension Service (Internet)

Fig. 5. Período de re-entrada para algunos principios activos. Durante este período sólo se puede entrar al cultivo si se usa el equipo de protección igual al que se debe usar al aplicar el producto.