

FUNGICIDAS

AÑO 2020

Ing. Agr. Alberto Aprea

The background features several concentric, light blue circular ripples that resemble water droplets hitting a surface, scattered across the lower half of the slide.

Contenidos

- Clasificación de los fungicidas
- Usos en protección forestal.
- Modos de acción
- Características de algunos fungicidas
- Concepto de Dosis Letal Media y Dosis Efectiva.

Fungicida definición

- “Cualquier sustancia o mezcla usada para el control de hongos”
- Se diferencian:
- **Sustancias Fungistáticas:**
- Son aquellas que inhiben la germinación de las esporas o el crecimiento micelial.
- **Sustancias Genestáticas:** También denominadas **Antiesporulantes** Son las que inhiben la reproducción de los hongos

Los fungicidas son Formulaciones constituidas por:

- Principio activo
- Solvente o diluyente
- Coadyuvante
- Se comercializan bajo diferentes formulaciones:
 - Concentrado emulsionable (CE)
 - Polvo Mojable (PM)
 - Suspensión Concentrada (SC)
 - Polvo (P)
 - Aditivos y Reductores de Tensión Superficial

Cuales son los usos de los Fungicidas

- ¿ En que casos será usado un fungicida?
- Debemos hacernos las siguientes preguntas:
 - ¿Cuál /es patógeno /s es/ son blanco de control?
 - ¿ Cual es el fungicida más tóxico?

¿Qué debo conocer del fungicida?

- ¿Cuál es el Principio Activo?
- ¿Cuál es la concentración?
- ¿Cuál es su espectro de acción?
- ¿Puede ser usado sólo o en mezclas?
- ¿Cuál es la opción más económica?
- ¿A que dosis debo usarlo?
- ¿Qué compatibilidad tiene con otros productos?
- ¿Y en referencia a la Toxicología ? ¿Qué cuidados debo tener en su uso?

Programa de tratamiento :que consideraciones debo tener al decidir su uso

- ¿Cuál es la época para el inicio e intervalos de los tratamientos?
- ¿Cuál es el NDE?
- ¿Cuál es el período de carencia?

Usos de Fungicidas en Forestales

- En que situaciones puedo utilizar estas sustancias:
- Tratamiento de semillas.
- Desinfección de suelo y/o sustrato
- Tratamiento invernales y de órganos aéreos.
- Preservación de maderas



Características deseables de un fungicida

- Ser letal al organismo blanco en dosis bajas .
- No ser fitotóxico
- No tóxico para el Hombre y animales .
- Poco contaminante.
- No debe dejar residuo tóxico.
- Estabilidad.
- Compatibilidad.

Características deseables de un fungicida

- Buena adherencia y tenacidad
- Ser de fácil preparación y aplicación
- No ser corrosivo para maquinarias y herramientas.

Fungitoxicida -Concepto

- Es la capacidad de una sustancia o mezcla de sustancias de ser tóxicas a los hongos.
- **Dosis Efectiva Media: DE_{50}**
- Es la concentración de una sustancia capaz de inhibir el 50% el crecimiento micelial o la germinación de las esporas .

Autores como Edington et al. en 1971 clasifican a los fungicidas en:

- Altamente fungitóxicas :
- DE 50 : 1 mg/ml: 1 ppm

- Moderadamente fungitóxicas:
- DE50: entre 1 y 50 mg/ml.

- No Tóxicas: $DE50 \geq 50$ mg/ml.

¿ Qué es la Fitotoxicidad?

- Este término define el efecto dañino de un fungicida o de una mezcla de fungicidas para la especie forestal bajo tratamiento
- La fitotoxicidad puede causar diferentes síntomas como:



Síntomas de Fitotoxicidad

- Reducción de crecimiento.
 - Enrulamiento foliar.
 - Caída de hojas, flores y frutos.
 - Reducción en la emergencia de las plántulas
 - Desarrollo inicial lento.
 - Alteraciones en la coloración.
- 

Clasificación de los Fungicidas

- Según la clasificación química se diferencian:
 - 1. Productos Inorgánicos
 - 2. Productos Orgánicos

Desarrollo de los fungicidas



Año	Grupo Químico
1930	Ditiocarbamatos
1940	Nitrilos
1950	Ptalamidas
1960	Sistémicos
1970	Antimicóticos
1980	Triazoles
1990	Estrobilurinas

Fungicidas Inorgánicos

- Cúpricos : OH Cu
- Oxiclورو de Cu
- O Cu₂
- Sulfato de Cu + (OH)₂Ca
- (Caldo Bordeles)
- **Contacto y Protectores**

- Azufre: S mojable
- Polisulfuros de Ca.
- **Contacto y Protectores**

Azufrados, a manera de ejemplo estos son efectivos contra

- Oidios – royas – manchas foliares
- Acaricida
- Fitotóxico (aceite)

Fungicidas Cúpricos

- Cu: se acumula en células del hongo
- inactiva enzimas con grupos SH, amino o carboxilo.
- Bactericida
- Tóxico para lombrices por acumulación en suelo
- Sinérgico: con Estreptomina, ditiocarbamatos y Zn.

Productos Orgánicos

- 1. Azufre orgánico
- 2. Heterocíclicos Nitrogenados
- 3. Hidrocarburos aromáticos
- Derivados del Nitrofenol
- Derivados de comp. no aromáticos
- Dicarboximidas
- Benzimidazoles y Tiofanatos
- Carboximidas
- Fosfitos metálicos
- Acilalaninas
- Triazoles

Grupo Químico	Ejemplo
Azufre orgánico - C (contacto) y P (protector)	Maneb- zineb- mancozeb – thiram
Heterocíclico Nitrogenado C y P	Captan
Hidrocarburo Aromático C y P	Quintozeno
Derivados del Nitrofenol C , P y Cu (curativo)	Dinocap
Comp. No aromático	Bromuro de metilo

Carboximidazidas S (sistémico), P y Cu	Carboxina - oxicarboxina
Fosfitos Metálicos S y Cu	Fosetil aluminio
Acilalaninas S y P Cu en mezcla con ditiocarbamatos	Metalaxil
Triazoles S, P, Cu	Triadimefon – triadimenol- diniconazol propiconazol -

Dicarboximida

C, S, P y Cu

Iprodione

Benzimidazoles y
Tiofanatos S, P y Cu

Benomil – Tiabendazol –
Metil tiofanato

Estrobilurinas

Estos productos se descubren 1983 , y resultan del metabolismo

secundario *Strobilurus tenacellus*

Actúan Inhibiendo respiración (citocromo Bc1), por lo tanto afecta la germinación de las esporas

➤ **Son Sistémicos y Curativos**

Clasificación de los Fungicidas

- Según el Modo de Acción:
 - 1. Protectores o Residuales o Preventivos.
 - 2. Contacto o Erradicantes o Curativos.
 - 3. Sistémicos.
 - 4. Traslocación Locosistémica.

1. Protectores o Residuales o Preventivos o Contacto

- Estos fungicidas deben estar en la planta cuando el hongo llega.
- Por lo cual :
- Evitan penetración : infección
- Las aplicaciones deben ser periódicas: cada 7-10 días.

Fungicidas Protectores Bolmont (1983)

- Para ser efectivos deben reunir las siguientes características:
- 1. Permanecer activo durante un tiempo relativamente largo.
- 2. Tener buenas propiedades adhesivas.
- 3. Resistir el lavado.
- 4. Resistir la fotodescomposición .

Fungicidas Protectores

Bolmont (1983)

- 5. Deben tener una efectividad de amplio espectro contra hongos – Resistencia
- 6. No ser fitotóxico para las plántulas.
- 7. Cubrir por completo el follaje.- copa hasta el estado de chorreado o goteado del producto.

Ejemplos de algunos fungicidas Protectores

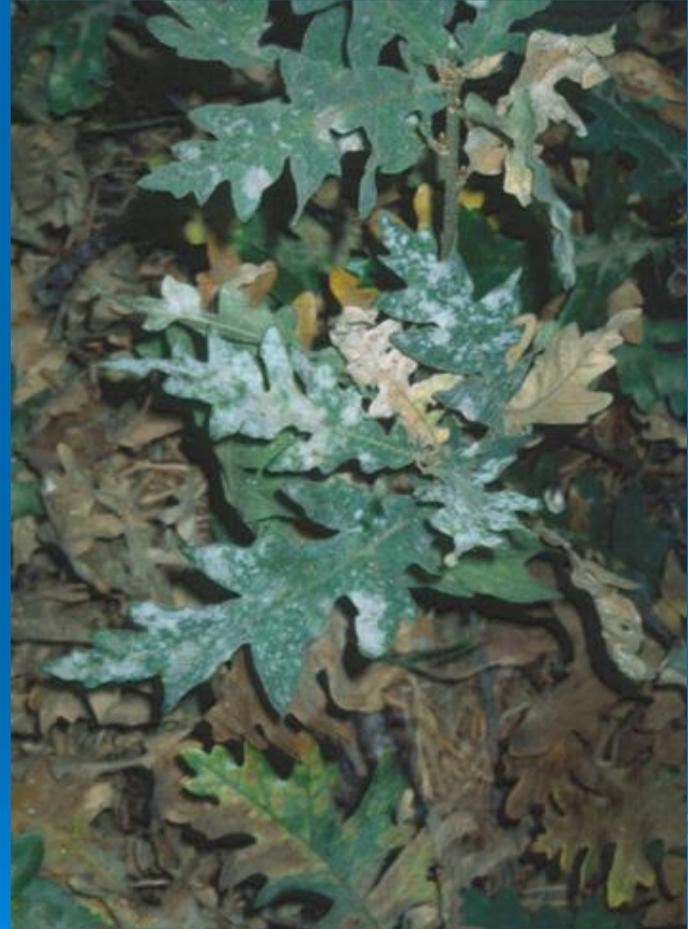
- Cúpricos.
- Ditiocarbámicos (EBDC) : Mancozeb -Maneb – Zineb. Amplio espectro -
- Heterocíclicos Nitrogenados: Captam.
- Clorados: Clorotalonil.
- Idantoinas. Iprodiona.

2. Fungicidas de Contacto .

- Destruyen al patógeno en su fuente, en la superficie de la planta.
- Actúan antes de la Germinación de las esporas.
- Son utilizados o Aplicados para:
Tratamiento de Invierno
Tratamiento del suelo
- **CUIDADO : Causan fitotoxicidad.**

2. Contacto: Ejemplos

- Cúpricos en dosis altas.
- Caldo Bordelés.
- AZUFRE



3. Fungicidas Sistémicos

- Son Absorbidos por raíces o por hojas.
- Tienen Traslocación: Acrópeta – Vía xilema
Ejemplos: Benzimidazoles y Triazoles.
- Traslocación Basípeta – Vía floema – anfimóviles
- Presentan un movimiento de hoja a hojas o raíces.
Ejemplo: Fosetyl aluminio

Sistémicos de movimiento xilematico: son Aplicados en follaje y se movilizan a lo largo de la hoja, NO se redistribuye fuera de esa hoja

Aplicado en tallo puede moverse hacia hojas

3. Sistémicos

➤ Pueden ser: Curativos/ Terapéuticos:

➤ Parasitan la acción del patógeno aun iniciada la colonización.

Tópicos:

➤ Permanecen en el lugar donde se aplicaron.

4. Traslocación Locosistémica

- Presentan una movilidad del producto traslaminar
- Ej: Imidazoles



¿ Qué es el Espectro de Acción?

- Es la Capacidad de controlar un gran número de especies o géneros fúngicos.
- Los patógenos de las divisiones Ascomycotina – Basidiomycotina y Deuteromycotina podrían ser manejados con
- EJ: Triazoles : Tebuconazole
Triadimefon
Triadimenol

¿Qué es la Especificidad de Acción?

- Es la Capacidad de un fungicida de ser tóxico a 1 especie en particular o a un pequeño grupo de hongos.
- Ejemplo Para Oomycetes : Acylalaninas
(Metalaxil)

Un Tema importante: el uso de Mezclas de fungicidas

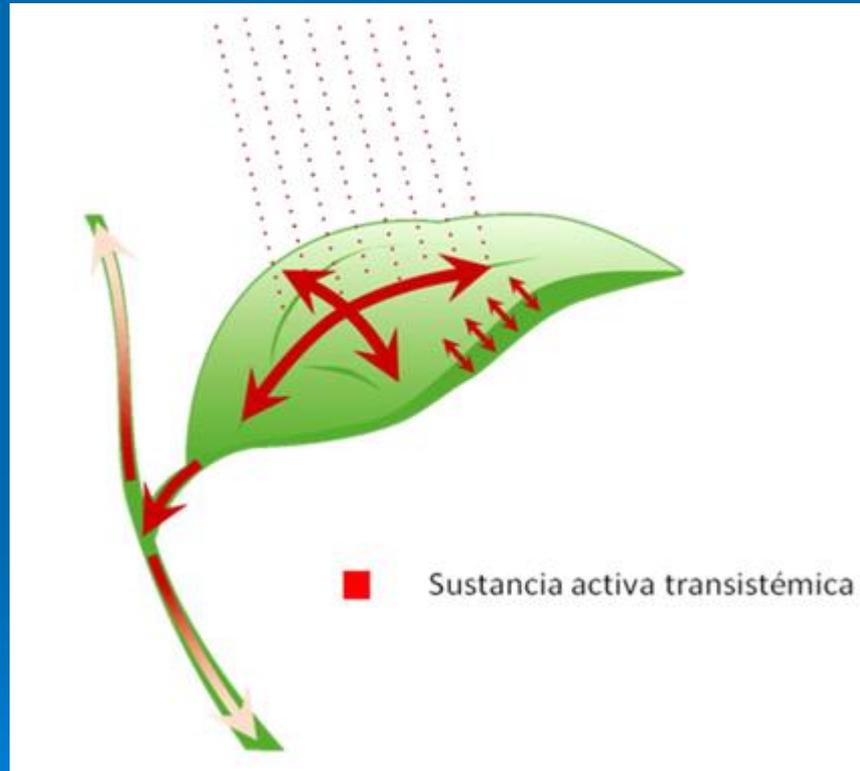
- Aumenta el espectro de acción
- Aumenta la especificidad de un fungicida.
- Evita la aparición de resistencia de los hongos.



Grupos Químicos y Selectividad de Acción

- Benzimidazoles
 - Benomil poder residual:7 a 21 días
 - Carbendazim
 - Tiabendazol :PR 14 a 30 días
- Ascomicotina
- Deuteromicotina
- Septoria
- Fusarium
- Colletotrichum
- Bloqueo de la División Celular. Síntesis Tubulina.
- Mov. Acrópeta- x Xilema

TRASLAMINAR



SISTEMICOS -MOVILIDAD

Cuadro 1. Fungicidas sistémicos y su tipo de movimiento en la planta de papa

Nombre común del Producto químico	Penetración Translaminar	Movimiento Acropétalo	Movimiento Basipétalo
Cimoxanil	++	+	-
Propamocarb	++	(+)	-
Dimetomorf	++	(+)	-
Iprovalicarb	++	++	-
Fenilamidas	++	++	(+)
Fosetil-aluminio	++	++	++

* ++ = marcado, rápido; + = débil, lento; (+) = mínimo; - = no hay.

Grupos Químicos y Selectividad de Acción

- Etilfosfonatos ó Fosfitos Metálicos
- Fosetil –Al
- Pythium
- Phytophthora del suelo
- Inhiben germinación de esporas y desarrollo del micelio.

Grupos Químicos y Selectividad de Acción

- Heterocíclicos
 - Inhibidores de la biosíntesis de Ergosterol
 - IBE
 - Triadimefon
 - Tebuconazol
 - Triadimenol
 - Diniconazol.
-
- Ascomicotina
 - Deuteromicotina
 - Basidiomicotina
 - Fusarium
 - Oidios y Royas
 - Inhiben la biosíntesis de lípidos que forman la membrana
 - Alto riesgo por resistencia
 - No usar repetidas en la misma estación de crec.

Grupos Químicos y Selectividad de Acción

- Estrobilurinas
 - Azoxistrobina
 - Trifloxistrobin.
 - Pyraclostrobin
 - Ascomicotina
 - Basidiomicotina
 - Deuteromicotina
 - Oomicetes
 - Alternaria
 - Oídios
 - Respiración Celular a nivel de las mitocondrias
- 

Mecanismos de acción de los fungicidas

- 1. Mecanismos de acción directa.
- 2. Mecanismos de acción indirecta.



Mecanismos de acción directa

- 1. Afectan el metabolismo
- 2. Alteran la estructura celular.



Afectan el metabolismo

- 1. Inhiben la fosforilación oxidativa.
- 2. Interfieren en el metabolismo de las bases nitrogenadas o ac. Nucleicos.
- 3. Inhiben la biosíntesis de proteínas.

Inhiben la fosforilación oxidativa

- A nivel del Piruvato deshidrogenasa (PDH) en la matriz mitocondrial.
- Ej: Cobre – Carboxin
- Tb: bloquea ciclo de Krebs

Inhiben metabolismo de bases

- Ej Benzimidazoles: Benomil – Tiabendazol.
- Interfieren con las bases púricas.
- Ej Metalaxil: inhiben síntesis RNA: descenso síntesis de proteínas

Alteran estructura de la membrana

- Por acción físico-química selectiva
- Ej. Pérdida de permeabilidad: degradación célula.
- **Inhiben síntesis del Ergosterol**: producción de esteroides esenciales para membrana celular.
- Ej. Triazoles, Imidazoles, Pirimidinas.
- Acción: toman Fe de citocromo : evitan redox.

- **Inhiben la división celular:**
- Actúan a nivel de microtúbulos

- Ej. Tiabendazol.
- **Inhiben la biosíntesis de la pared celular:**
- Actúan en la síntesis de quitina y glucanos

Alteran la estructura celular

- 1. de la membrana
- 2.inhíben la biosíntesis de ergosterol.
- 3.inhíben la división celular.
- 4.inhíben la biosíntesis de la pared celular.

Ejemplos

- Phytophthora - Phytium: Metalaxil (S-P)
- En suelo : Fosetil –Al – Metalaxil
- En Semilla: Captam (Septoria-Alternaria-
Colletotrichum – Ascochita)

Ejemplos

➤ Royas y Oídios :
Azufre - Triazoles

Botrytis : Benomil (S.P.E)
Captan (P-E)
Clorotalonil (P)

Ejemplos

- Manchas Foliares y Cancros
- Alternaria, Ascochita, Cercospora,
- Colletotrichum, Phomopsis
- Mancozeb – triazoles- clorotalonil -
cupricos

Fungicidas que NO tienen acción tóxica a:

- Para Phytium: el grupo de los Benzimidazoles
- Para Fusarium: Iprodiona
- Para Mildios : Triazoles
- Para Oídios: Mancozeb Maneb- Zineb - Metalaxil

Toxicología

- **Toxicidad:** Capacidad de una sustancia o sus productos metabólicos de provocar un daño a la salud.
- **DL50:** Es la cantidad mínima de producto absorbido en mg/kg de peso vivo necesarios para matar el 50% de especies en estudio.

Toxicología

➤ Clases :

Aguda: Se expresa DL50 (mg/Kg de peso vivo)

Crónica:

Oral: DL50 aguda oral

Dérmica: DL50 dérmica –

Piel por contacto en un lapso de tiempo .

Clases Toxicológicas de los productos

Clasificación	Clasificación según riesgo	Color de la banda	Leyenda
Clase 1a Producto sumamente peligroso	Muy Tóxico	Rojo	Muy Tóxico
Clase 1b Producto muy peligroso	Tóxico	Rojo	Tóxico
Clase II Producto moderadamente Peligroso	Nocivo	Amarillo	Nocivo
Clase III Producto poco peligroso	Cuidado	Azul	Cuidado
Clase IV Producto que normalmente no ofrece peligro		Verde	Cuidado

Toxicología de algunos fungicidas

- Ditiocarbamatos: maneb-thiram-zineb-ferban.
- Vías de absorción: digestiva – respiratoria y dérmica.
- Vía de eliminación: orina.

Ditiocarbamatos: efectos sobre el hombre

- Irritan piel y mucosas
- Son sensibilizantes
- Si el metabolito es el disulfuro de C : hay efecto neurotóxico.
- Si es etilen tiourea : efecto cancerígeno.

Ditiocarbamatos: síntomas por intoxicación aguda.

- Obstrucción nasal
- Disfonía
- tos- rinitis- neumonitis-faringitis-
- Náuseas- vómitos – diarrea
- Debilidad muscular-
- Prurito – dermatitis
- Ardor – conjuntivitis -enrojecimiento ojos

- Tratamiento:
- Si hubo ingesta: vómito
- Lavado gástrico
- Carbono activado
- Glucosa por vía intravenosa
- Mantener equilibrio hidroelectrolítico.

Toxicocinética del clorotalonil

- Fungicida derivado del Ftalonitrilo
- Ej. **Daconil**
 - Absorción vía dérmica y digestiva.
- Eliminación. Orina

Síntomas por Clorotalonil

- En piel y mucosas:
 - eritema
- prurito
- dermatitis de contacto.

Toxicocinética de compuestos de cobre

- Oxidocloruro de Cu
- Óxidos de Cu
- Hidróxidos de Cu
- Sulfato de cobre
- Absorción: digestiva- dérmica y respiratoria.
- Se unen a la albúmina y son transportados al hígado: almacenamiento
- Eliminación: Heces y orina

Compuestos de cobre

- Acción: corrosiva sobre mucosas
- Daño a glóbulos rojos(hemólisis),
- hígado y riñones.
- **Síntomas de intoxicación:**
- Dolor abdominal intenso
- Diarrea
- Vómitos repetitivos
- Tos- irritación mucosas
- Ulceras corneales
- Dermatitis

Resistencia

- Selectividad :
- Uso intensivo del producto
- Sitios específicos del metabolismo del patógeno : Unisitio - Multisitio.

- Alto riesgo de resistencia: Metalaxil – Benzimidazoles- Tiofanatos
- Bajo riesgo: Triazoles (Triadimenol-triadimefon – propiconazole).

Resistencia Causas

- Presión de selección
- Sistémico : duración y exposición del tratamiento.
- Mayor superficie tratada con un sólo P. A
- Altas dosis.
- Mayor número de aplicaciones.
- Mayor tasa de infección de la enfermedad.

Estrategia antiresistencia

- **S**: fungicida con 1 sitio de acción : alta propensión para R.
- **M**: fungicida con varios sitios de acción :
Baja propensión para R

➤ $S - S - S - S - S$: Exclusiva

➤ $M - S - M - M - M$: Efectiva en situaciones de alto riesgo de R.

➤ $S + M - - - - - S + M - - - - S + M$: Mezcla
Selección Reducida

Fungicidas inhibidores de la síntesis de Esteroles

- Esteroles: Se acumulan en memb. celular de hongos



Diferentes Reacciones Qcas

Estructura y Selectividad



Inhibidores de reac. Demetilación
Inhibidores de reac. Reducción y Transmetilación

- Hongos: Pythium – Phytophthora
- Ascomycetes- Basidio-Deutero



Sintetizan sus propios Esteroles
A partir de una molécula precursora: LANOSTEROL

TRIAZOLES

- Fung. Orgánicos
- Sistémicos – Acrópetos
- Molécula Básica: 1,2,4 triazol
- Tóxico para Royas- Oídios- Manchas Foliares.
- Rápida penetración y traslocación.
- Pocas pérdidas por lixiviación
- Acción curativa: infecciones iniciadas.
- Alto efecto Residual: Dosis bajas
- Mayor intervalo tiempo
- Menores nros de tratamientos

TRIAZOLES: modo de Acción

- Protectores: Acción sobre la Germinación de esporas.
- Sistémicos: Movilizan por transpiración. NO hay movimientos descendentes.
- NO acción sobre enf. De sist.radicular y cuello de planta.

TRIAZOLES: modo de Acción

- Curativos: Acción – inhibición sobre el Desarrollo Haustorio/ crec. Micelio.
- Sistémicos: NO hay movim. Vía xilema



Movimiento limitado a CUTÍCULA Y PAREDES CELULARES:
LOCOSISTÉMICA

PRINCIPALES TRIAZOLES

- TRIADIMEFON
- PROPICONAZOL
- TEBUCONAZOL

TRIADIMEFON

- Controla ROYAS – OIDIOS
TRIADIMENOL: SEMILLAS



PROPICONAZOL

- ROYAS – OIDIOS- MANCHAS FOLIARES
- AMPLIO ESPECTRO DE ACCION

TEBUCONAZOL. PARA HONGOS IMPERFECTOS

FACTORES A CONSIDERAR

- DEL HONGO
- DEL FUNGICIDA
- USO DEL FUNGICIDA



DEL HONGO

- ALTA TASA DE REPRODUCCION.
- ALTA TASA DE VARIABILIDAD GENETICA



PRODUCEN MAYORES CHANCES DE ADAP-
TACIÓN AL FUNGICIDA

DEL FUNGICIDA

➤ ALTA AFINIDAD: FUNGICIDA-HONGO



MAYOR PROBABILIDAD DE RESISTENCIA

DEL USO DEL FUNGICIDA

➤ APARICIÓN MUTANTE RESISTENTE



PROPORCIONAL A LA FRECUENCIA DE USO
MAYOR PRESIÓN DE INDUCCIÓN.

POR LO TANTO:

- TRIAZOLES: PUEDEN GENERAR RESISTENCIA
- USO DE TRIAZOLES A LO LARGO DEL CICLO DE LA ENFERMEDAD.
- EVITAR APLIC. SUCESIVAS DEL MISMO PRODUCTO.
- USAR MEZCLAS : SISTÉMICOS - PROTECTORES.

FUNGICIDAS BENZIMIDAZOLES

- SISTÉMICOS
- AMPLIO ESPECTRO DE ACCIÓN
- USOS EN PLANTAS – ANIMALES-
HOMBRE.

contra oídios: fungistático



FUNGICIDAS BENZIMIDAZOLES

- **BENOMIL: DL 50: 10.000 mg/Kg**
- **sistémico- erradicante y protector.**
- **CARBENDAZIM: MBC**
- **DL50: 1500 mg/kg**
- **Atóxico para abejas**
- **Ascomycetes- deuteromycetes**
- **TIABENDAZOL**

USOS BENZIMIDAZOLES

- Tratamiento semillas.
- Tratamiento suelo: OJO: Ph suelo/tipo de suelo. A > pH > absorción.
- Aplicaciones Foliares
- Tratamiento por inmersión