

Tecnología del cultivo de soya en México: Identificación y manejo de enfermedades.

CIR Noreste-Campo Experimental Las Huastecas
30 de Junio de 2022

Dr. Moisés Felipe Victoriano



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

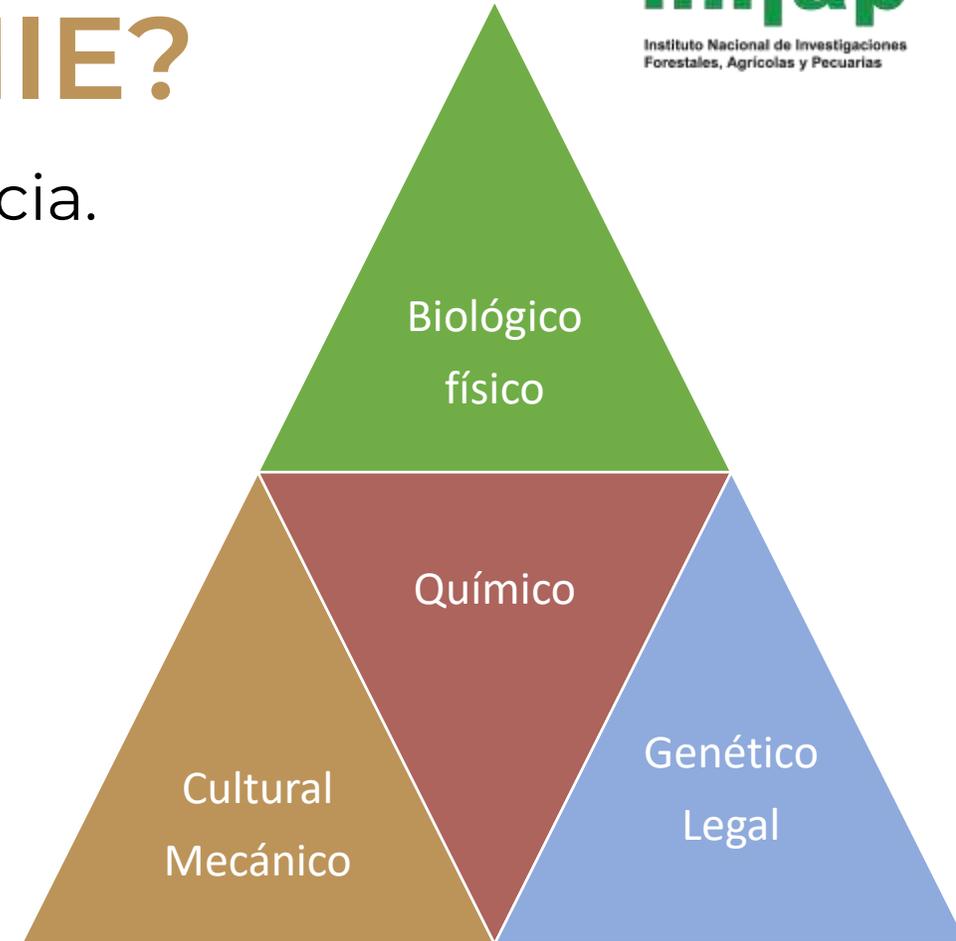
inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Ricardo
2022 Flores
Año de **Magón**
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

¿Que debemos conocer/hacer para implementar un MIE?

1. Monitoreo para identificar presencia o ausencia.
2. Identificación de la enfermedad.
3. Conocimiento del ciclo biológico/ciclo epidemiológico.
4. Umbrales de daño.
5. Elección de una combinación apropiada de técnicas de control.
6. Verificación de eficiencia o efectividad.



Enfermedades: Anticipar su **PRESENCIA**, atacar puntos vulnerables del ciclo de la enfermedad y conocer etapas críticas del cultivo.

Principales enfermedades en México

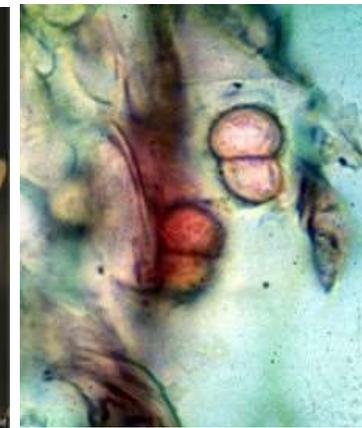
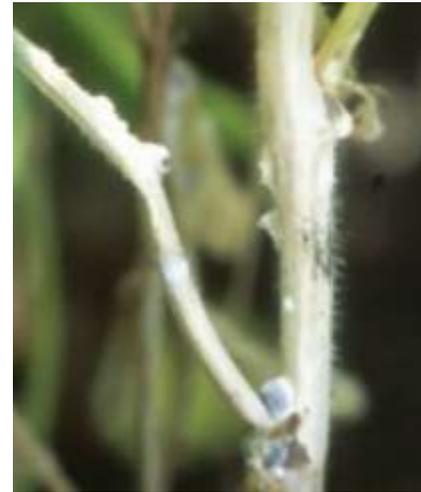
1. *Complejo* (Damping-off)
2. ***Phakopsora pachyrhizi*** (Roya asiática)
3. ***Peronospora manshurica*** (Mildiu de la soya)
4. ***Cercospora kikuchii*** (Mancha púrpura de la semilla)
5. ***Cercospora sojina*** (Mancha ojo de rana)
6. *Fusarium* sp. (Síndrome de la muerte repentina)
7. *Macrophomina phaseolina* (Podredumbre carbonosa)
8. ***Colletotrichum truncatum*** (Antracnosis)
9. ***Septoria glycines*** (Mancha marrón de la hoja)
10. *Sclerotinia sclerotiorum* (Podredumbre húmeda del tallo)



Síntomas (manifestación de la enfermedad en la planta)



Signos (expresión visible del patógeno)



“damping-off”

Pythium: Lesiones blandas en tallo café a negras, marchitamiento y pudrición de semillas (metalaxil).

Phytophthora: Amarillamiento y marchitamiento acompañados de una pudrición blanda en raíz con decoloración café.

Rhizoctonia: Lesiones blandas hundidas marrón-rojiza que puede abarcar todo el diámetro del tallo, marchitez.

Fusarium: Lesiones café claro en raíces e hipocótilo, marchitamiento, podredumbre, semilla rosácea (captan o fludioxonil).

Colletotrichum: Raíz e hipocótilo con lesiones blandas marrón oscuro. Hojas lesión oscura, con borde definido y forma irregular a las nervaduras.



Phakopsora pachyrhizi (Roya asiática)

Signos y síntomas

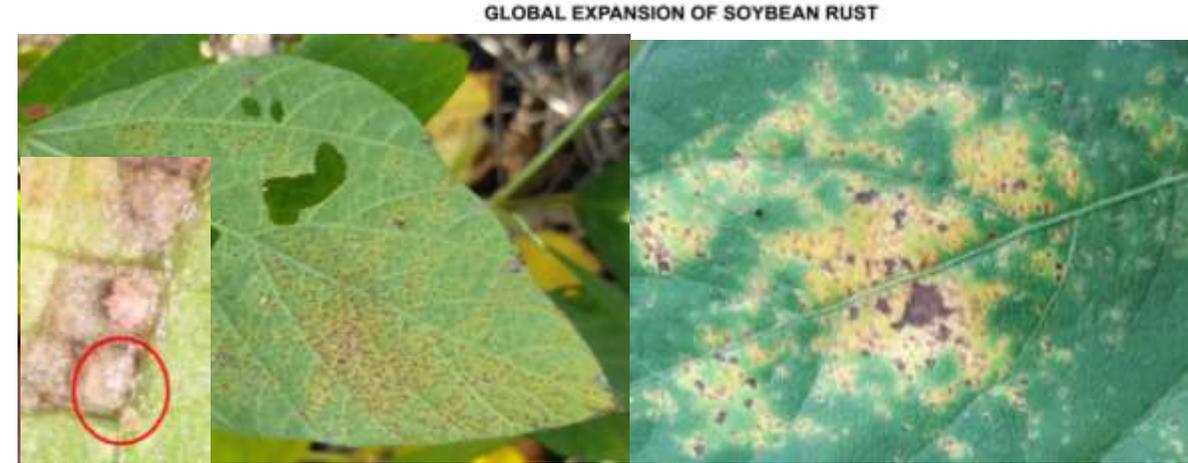
- Clorosis y necrosis en hojas iniciando en el estrato bajo.
- En el envés de hojas (pústulas de apariencia acuosa que se tornan a café rojizo).
- Enfermedad policíclica (mas de un ciclo de infección en el cultivo)
- El ciclo epidemiológico de 8-12 días.
- Una pústula produce uredosporas por tres semanas.
- Enfermedad biótrfica (solo se desarrolla sobre planta viva/ no se desarrollan en tejido muerto).

Origen del inoculo primario de la enfermedad

- Plantas voluntarias y hospederos alternos (malezas leguminosas).

Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

- Temperatura de 8 y 36°C, óptimo de 18 a 25°C
HR de 75 a 80 %.



Manejo de la enfermedad

- Materiales resistentes.
- Rotaciones de cultivos.
- **Estrobirulinas (QoI):** preventivos (translaminar), **actúan en la respiración mitocondrial** bloqueando la transferencia de electrones, inhibiendo la síntesis de ATP.
- **Triazoles:** sistémicos curativos, inhiben la **biosíntesis del ergosterol**, una sustancia que compone la **membrana celular**.

Cuadro 2. Fungicidas y dosis recomendados para el control de la roya asiática.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis de producto comercial/ha
Consist Max	Trifloxystrobin, 262 g i.a./L + tebuconazole, 262 g i.a./L	0.25 L
Opera	Pyraclostrobin, 200 g i.a./L + Epoziconazol, 50 g i.a./L	0.5 L
Priori Xtra	Azoxistrobin, 200 g i.a./L + Cyproconazole, 80 g i.a./L	0.3 L
Quilt	Azoxystrobin, 75 g i.a./L + Propiconazole, 125 g i.a./L	0.75 L

g i.a.= gramos de ingrediente activo

Peronospora manshurica (Mildiu de la soya)

Signos y síntomas

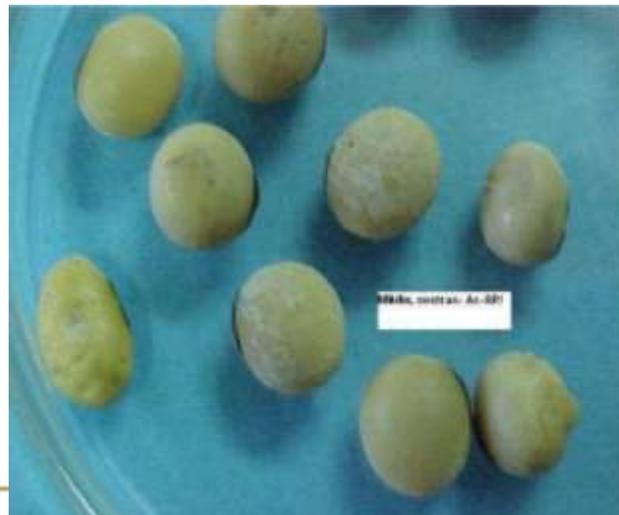
- Parasito biótrofico específico de soya.
- Enfermedad policíclica.
- Lesiones irregulares amarillo verdosas en el haz y envés con vellosidad blanco-grisácea.
- El patógeno puede invadir vainas y semilla, forma una costra blanca.

Origen del inoculo primario de la enfermedad

- Esporas de resistencia (oosporas) en suelo y semilla.

Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

- Temperaturas de 18-20° C y prolongados períodos de humedad arriba del 80%.



Manejo de la enfermedad

- Materiales resistentes.
- Rotaciones de cultivos.
- Semilla certificada.
- Fungicidas **específicos para Oomycetes**

Semilla: Mefenoxan/metalaxil-M, Dimetomorf, Propamocarb.

- Follaje (carbendazim, metalaxil, cimoxanil, propamocarp, benalaxyl, zoxamida, fenamidona, oxadinil, fenfuram, oxiclورو de cobre, mancozeb, clorotalonil).

- **Triazoles y estrobirulinas no funcionan**

Tipo de pared celular	Grupo taxonómico	Géneros representativos	Reino
Cellulosa- β glucano	Oomycetes	<i>Plasmopara, Phytium</i>	Stramenopiles o Chromista
Quitina-quitosano	Zygomycetes	<i>Mucor, Rhizopus</i>	Fungi
Quitina- glucano	Chitridiomycetes	<i>Synchytrium</i>	Fungi
Quitina- β glucano	Ascomycetes,	<i>Peronospora, Cercospora, Fusarium, Macrophomina, Colletotrichum, Septoria, Sclerotinia</i>	Fungi
	Ascomycetes		Fungi
Quitina- β glucano	Basidiomycetes	<i>Phakopsora</i>	Fungi

Cercospora kikuchii (Mancha púrpura de la semilla)

Signos y síntomas

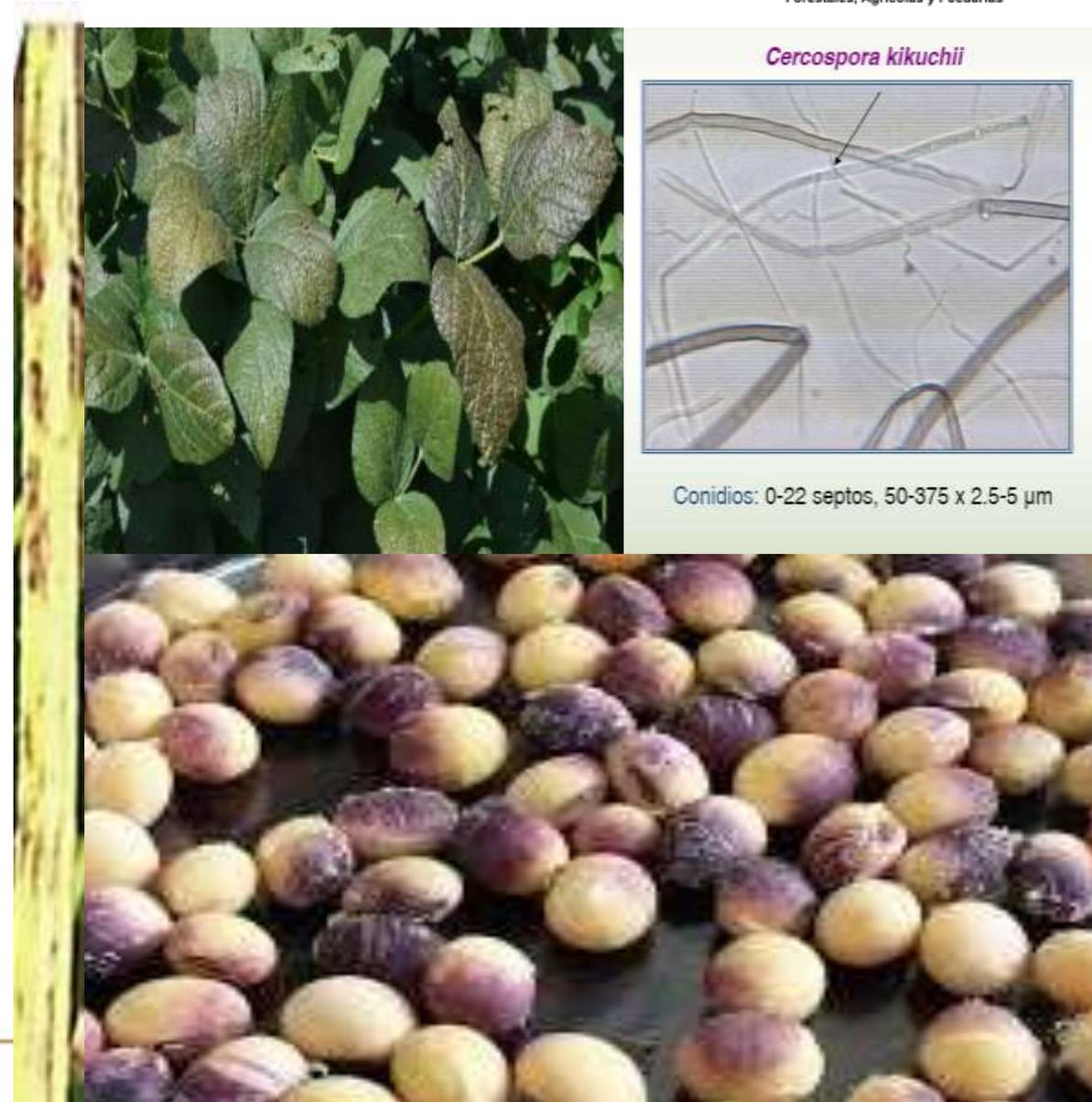
- Haz de las hojas y tallos con coloraciones púrpura-rojizas sin márgenes cloróticos.
- Necrosis en nervaduras y en peciolo.
- Enfermedad monocíclica (un ciclo de infección en el cultivo), que afecta mas a semilla.
- Enfermedad visible después de R4.

Origen del inoculo primario de la enfermedad

- Rastrojo, semilla (hilum-tegumento-cotiledones)

Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

- Temperaturas de 26-30° C y prolongados períodos de humedad arriba del 80%.



Manejo de la enfermedad

- Semilla certificada
- Rotación de cultivos
- Umbral: Cuando se acumulen más de 30 mm de lluvias en etapa de formación de vaina y llenado de grano (Carmona et al.) y 25% del tercio superior con daño
- Control químico (Estrobirulinas, triazoles, carbozamidas y multisitio-mancozeb) solos o en combinación



Cercospora sojina (Mancha ojo de rana)

Signos y síntomas

- Lesiones circulares-angulares oscuras o grisáceas, con márgenes rojizos en la hoja y vaina (1-5 mm)
- Lesiones alargadas en tallo
- Semilla infectada gris-marron con rajaduras
- Síntomas después de floración, policíclica

Origen del inoculo primario de la enfermedad

- Rastrojo, semilla infectada

Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

- Temperaturas entre 25 y 35° C, lluvias abundantes, rocío, humedad relativa superior a 90%.



Cercospora sojina



Conidios: 0-10 septos,
24-108 x 3-9 μm

Manejo de la enfermedad

- Variedades tolerantes o resistentes
- Semilla sana
- Rotación de cultivos

Control químico

- Umbral: 2-3 manchas por foliolo central y cuando se acumulen arriba de 30 mm de lluvias entre R3 y R 5 (Carmona et al.)
- (benzimidazoles, estrobirulinas y triazoles solos o en mezclas)

Carbendazim, pyraclostrobin +
epoxiconazole, difenoconazole



Fusarium sp (Síndrome de la muerte repentina)

Signos y síntomas

- La infección inicia posterior a la brotación y los síntomas de amarillamiento y marchitez en hojas son visibles después de floración,
- Necrosis intervenal ocasionado por toxinas
- Raíz principal de color café rojizo/tonalidad azul al hacer corte transversal.
- Enfermedad monocíclica (un ciclo de infección en el cultivo)

Origen del inoculo primario de la enfermedad

- Rastrojo, suelo (clamidosporas-conidias), semilla

Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

- Temperatura 20 y 30 °C
- Monocultivo
- Periodos lluviosos y frescos
- Suelos con poco drenaje



Manejo de la enfermedad

- Fechas de siembra (adelantar o retrasar la siembra de acuerdo al periodo mas lluvioso)
- Rotación de cultivos, cultivares resistentes
- Labranza profunda, suelos compactados favorecen la colonización de fusarium
- Manejo químico foliar no es eficaz debido a que el patógeno se encuentra en el sistema radicular

Químico: Metalaxil, Carbendazim, benomil, tiabendazol, tiofanato (bencimidazoles), dazomet (base cobre), azoxystrobin.

Biológico: *Trichoderma*,
Bacillus subtilis
(reducción del 25%)

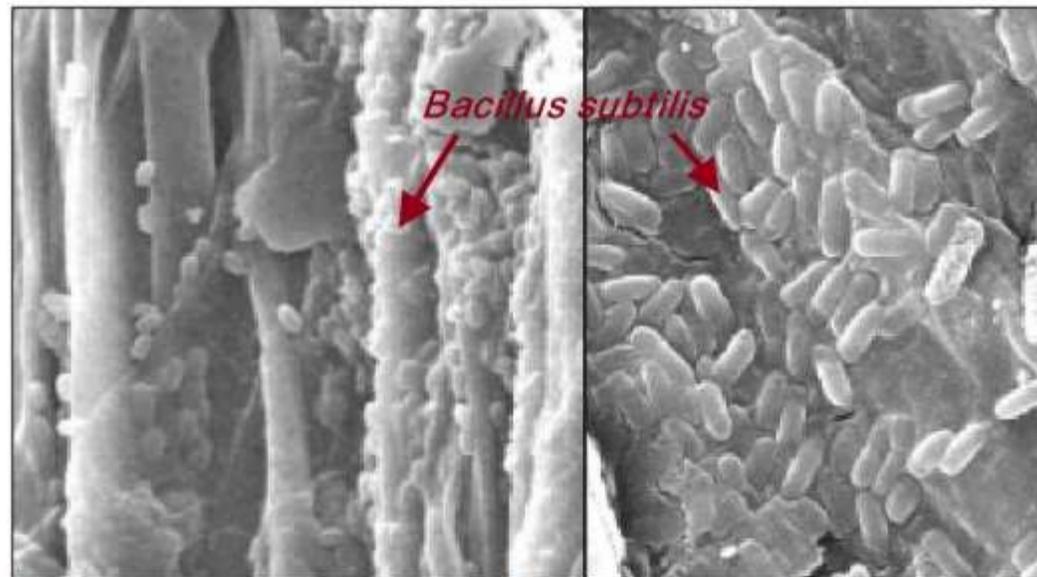
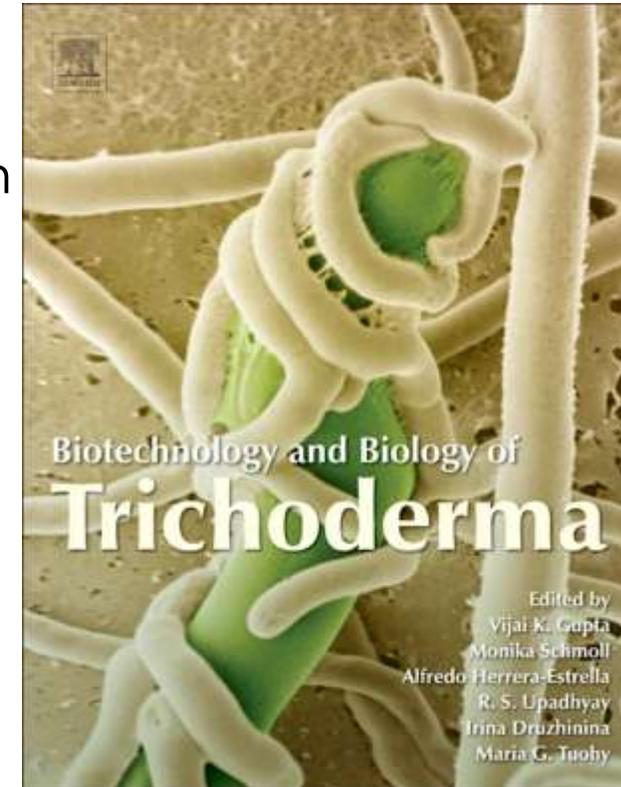


Figura 1. Micrografía electrónica de una raíz de guisantes con células de *Bacillus subtilis* (Photo: Dr. Schmiedeknecht, Humboldt University Berlin) (Kilian et al., 2001)



Macrophomina phaseolina (Podredumbre carbonosa) **inifap**

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Signos y síntomas

- Síntomas en cualquier etapa fenológica
- Plántulas: lesión café-rojizas a oscuras que causan marchitez-estrangulamiento y muerte
- Bajo vigor
- Plantas adultas obstrucción de sistema vascular por producción de microesclerocios gris-oscuros
- Esclerocios pueden estar latente varios años

Origen del inoculo primario de la enfermedad

- Microesclerocios en rastrojo, suelo (1-3 años) y semilla infectada

Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

- Sequia prolongada y temperaturas de 28-35 °C
 - Monocultivo



koppert.es



Ivancovich, 2016

Manejo de la enfermedad

- Rotación de cultivo, evitar gramíneas en rotación
- Fechas de siembra, evitar el cultivo en periodos secos de alta temperatura y baja precipitación
- Labranza mínima reduce incidencia de la enfermedad
- Fungicidas sistémicos en tratamiento a semilla (piraclostrobin + metil tiofanato; carboxin, thiram)
- Control biológico (*Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp)



Colletotrichum truncatum (Antracnosis)

Signos y síntomas

- Síntomas en cualquier etapa fenológica (floración y llenado)
- Marchitez, aborto de flores y defoliación prematura
- En hojas, vainas, tallos, peciolo y semilla se aprecian lesiones necróticas blandas oscuras o marrón.
- Con condiciones favorables se desarrollan cuerpos fructíferos (peritecios y acérvalos)

Origen del inoculo primario de la enfermedad

- Rastrojo, semilla, microesclerocios, malezas silvestres (puede sobrevivir más de un año en material vegetal)

Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

- Temperaturas superiores a 25 °C, lluvias abundantes



Manejo de la enfermedad

- Rotación de cultivo
- Semilla sana certificada (semilla asintomática)
- Control químico a semilla y foliar en llenado de grano (carbendazim, benomyl, clorotalonil, mancozeb, captan, tiofanato metil, propiconazol, fenbuconazol, tebuconazol, azoxistrobin)
- Control biológico (*Pseudomonas aeruginosa* y *Trichoderma harzianum*)



Septoria glycines (Mancha marrón/septoriosis)

Signos y síntomas

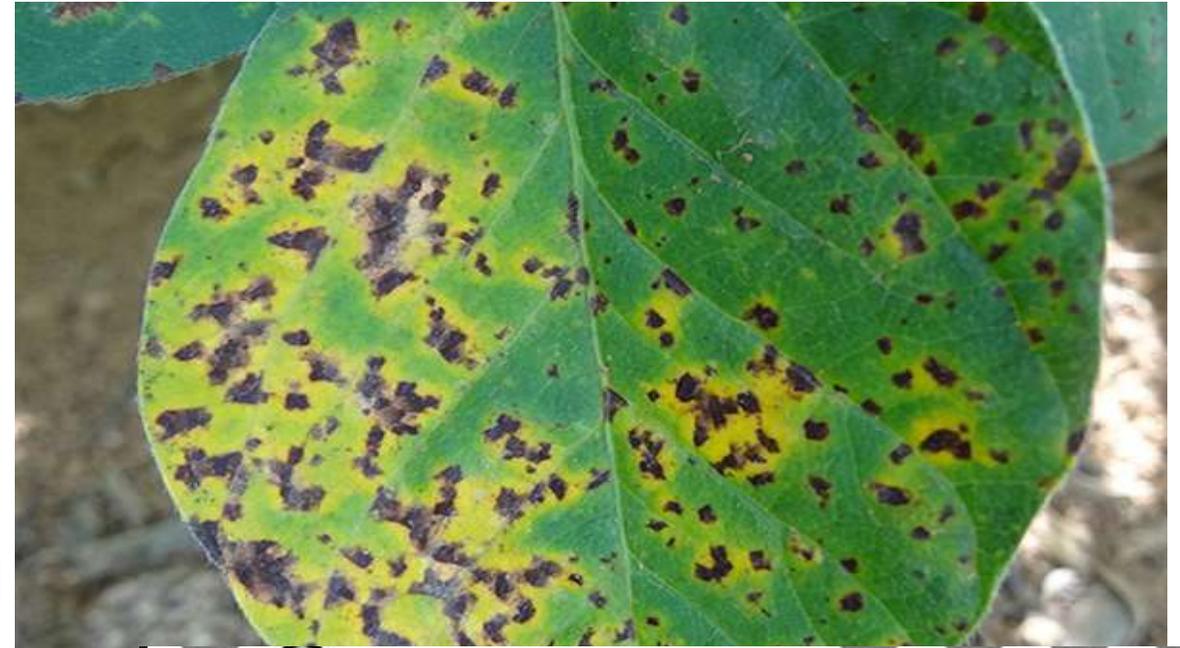
- Etapas vegetativas-floración (mayor incidencia)
- Manchas foliares irregulares-angulares color café oscuro rodeadas de un halo amarillo, inicia en el tercio inferior
- Clorosis en hojas y defoliación prematura en la parte mas baja

Origen del inoculo primario de la enfermedad

- Restos de cultivo, semilla infectada,

Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

- Temperaturas de 15-30 °C, optima 25 °C con alta humedad relativa y lluvias frecuentes



Manejo de la enfermedad

- Rotación de cultivo (cereales)
- Semilla sana
- Control químico después de R1 disminuirá la infestación en la semilla
- Umbral: incidencia del 20% de la altura de la planta Y cuando se acumulen más de 30-40 mm de lluvias entre R3 y R 5.5 (Carmona et al.)
- Triazoles–estrobirulinas (mezclas o por separado)
- Carboxamidas



Sclerotinia sclerotiorum (Podredumbre húmeda del tallo)

Signos y síntomas

- Podredumbre húmeda, café oscuro en tallos, vainas y marchitez de hojas, síntomas visibles cuando el follaje cubre por completo el surco
- Lesiones en parte media y superior del tallo con amarillamiento en hojas
- Micelio blanco en tallo y esclerocios oscuros en exterior e interior de tallos, abecés los esclerocios reemplazan las semillas en vaina
- Hongo no produce conidias

Origen del inoculo primario de la enfermedad

- Rastrojo, suelo y semilla contaminado con esclerocios y micelio (4-5 años)

Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

- 5-15°C germinación de esclerocios
- Periodos lluviosos y temperaturas menor a 21 °C (10-20 °C)
- Altas densidades de siembra ciclos largos



Apotecios producen ascosporas



Ebrahim Osdaghi



Manejo de la enfermedad

- Semilla certificada libre de esclerocios
- Rotación prolongada de cultivos leguminosa-gramíneas (no rotar con canola, alfalfa, frijol, col, girasol)
- Materiales de ciclos cortos
- Labranza profunda para enterrar esclerocios (mas de 10 cm) riego por inundación continua
- Control químico (boscalid, fluazinam, fluxapiroxad, piraclostrobina, trifloxistrobina, pentiopirad, protioconazol, tetraconazol y metil tiofanato)
- Control biológico, *Trichoderma asperelloides*



GRUPO QUÍMICO	MODO DE ACCIÓN PLANTA	INGREDIENTE ACTIVO	MOMENTO DE APLICACIÓN	ENFERMEDADES QUE CONTROLAN
Carboxamidas SDHI (respiración)	Sistémico translaminar	Benzovindiflupyr	Preventivo y antiesporulante	Royas, Antracnosis, <i>Cercospora</i> , <i>Septoria</i>
		Boscalid	Preventivo curativo	Royas, <i>Sclerotinia</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Fusarium</i> ,
		Fluxapiroxad	Preventivo curativo	<i>Sclerotinia</i> , <i>Septoria</i> , <i>Cercospora</i> , Roya, <i>Rhizoctonia</i>
		Pentiopirad	Preventivo curativo	<i>Sclerotinia</i> , <i>Cercospora</i> , <i>Alternaria</i> , Roya, <i>Septoria</i>
		Carboxin	Preventivo	Carbones cereales, <i>Macrophomina</i> , <i>Magnaporthe</i> , Royas, <i>Sclerotium</i> ,
Estrobirulinas QoL (respiración)	Sistémico translaminar	Fenamidona	Preventivo curativo	<i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Peronospora</i>
		Piraclostrobina	Preventivo curativo	<i>Sclerotinia</i> , <i>Alternaria</i> , Roya, <i>Macrophomina</i>
		Trifloxistrobina	Preventivo curativo	Oídios, <i>Sclerotinia</i> , Antracnosis
	Sistémico translaminar	Azoxistrobin	Preventivo curativo	Antracnosis, Mildius-cenicillas, <i>Phytophthora</i> , Royas, <i>Septoria</i> , <i>Fusarium</i>
Piridinamina (respiración)	Contacto	Fluazinam	Curativo	<i>Sclerotinia</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Peronospora</i> , <i>Phytophthora</i>
Triazoles (síntesis de membrana)	Sistémico	Protioconazol	Preventivo curativo	oídios, <i>Sclerotinia</i> , Royas, <i>Fusarium</i> , <i>Septoria</i> , <i>Altenaria</i> , Carbones
	Sistémico	Tetraconazol	Preventivo curativo erradicante	Oídios, <i>Sclerotinia</i> , <i>Septoria</i> , <i>Cercospora</i>
	Sistémico	Propiconazol	Preventivo curativo erradicante	Antracnosis, <i>Cenicillas</i> , Royas,
	Sistémico amplio espectro	Fenbuconazol,	Preventivo curativo erradicante	Antracnosis, Oídios, <i>Cenicillas</i> , Royas
	Sistémico	Epoxiconazole	Preventivo curativo erradicante	<i>Cercospora</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Sigatoka</i> , Royas, <i>Septoria</i> , <i>Alternaria</i> , Antracnosis
	Contacto sistémico	Difenoconazole	Preventivo curativo erradicante	<i>Cercospora</i> , <i>Alternaria</i> , Antracnosis, Royas, <i>Cenicillas</i>
	Sistémico amplio espectro	Tebuconazol	Preventivo curativo erradicante	Antracnosis, Royas, Carbones, <i>Cenicillas</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Magnaporthe</i> ,
	Sistémico contacto	Cyproconazole	Preventivo curativo erradicante	Royas, <i>Cenicillas</i> , <i>Cercospora</i>
Benzimidazol (división celular y citoesqueleto)	Sistémico	Benomyl	Preventivo curativo	Antracnosis, <i>Cercospora</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Pirycularia</i> , <i>Cercospora</i> , <i>Cenicillas</i> , <i>Rhizoctonia</i>
	Sistémico	Carbendazim	Preventivo curativo	Antracnosis, <i>Cenicillas</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Cercospora</i> , <i>Peronospora</i> -mildiu,
	Sistémico amplio espectro	Tiabendazol	Preventivo curativo	<i>Fusarium</i> , Antracnosis, Carbones, <i>Cenicillas</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Cercospora</i> , <i>Septoria</i> ,
Fenilamida (ácidos nucleicos y metabolismo)	Translaminar	Metalaxil, mefenoxam	Preventivo curativo	<i>Peronospora</i> -mildiu, <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Alternaria</i>
	Sistémico	Benalaxil	Preventivo curativo erradicante	<i>Peronospora</i> -mildius, <i>Alternaria</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i>
Tiocarbamato (mitosis)	Sistémico amplio espectro	Metil tiofanato	Preventivo curativo erradicante	<i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Septoria</i> , <i>Cercospora</i> , Oídios, Antracnosis, <i>Macrophomina</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Aspergillus</i>
Carbamato (síntesis de lípidos)	Sistémico	Propamocarp	Preventivo sistémico	<i>Peronospora</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , Oomicetos
Ditiocarbamato (multisitio)	Contacto amplio espectro	Thiram, methiram	Preventivo	<i>Macrophomina</i> , <i>Pythium</i> , Antracnosis, <i>Fusarium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Septoria</i> , <i>Cercospora</i> ,
	Contacto	Mancozeb, zineb	Preventivo	Antracnosis, <i>Cenicillas</i> , Royas, <i>Fusarium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Cercospora</i> , <i>Septoria</i> , <i>Phytophthora</i>
Ftalamida (multisitio)	Amplio espectro	Captan, folpet	Preventivo curativo	Antracnosis, <i>Alternaria</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i>
Ftalonitrilo (multisitio)	Contacto amplio espectro	Clorotalonil	Preventivo erradicante	Antracnosis, <i>Cenicillas</i> , Royas, <i>Fusarium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Cercospora</i> , <i>Phytophthora</i> ,
Cianoacetamidas (multisitio)	Sistémico contacto	Cimoxanil	Preventivo curativo erradicante	<i>Peronospora</i> -mildius, <i>Septoria</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Alternaria</i>
Biológicos	Contacto	Trichoderma	Preventivo	<i>Fusarium</i> , <i>Macrophomina</i> , Antracnosis, <i>Sclerotinia</i>
		Pseudomonas	Preventivo	Antracnosis
		Bacillus	Preventivo	<i>Fusarium</i> , <i>Macrophomina</i>



¡GRACIAS!

felipe.moises@inifap.gob.mx
felipe.victoriano00@gmail.com