

DENTIDAD

Nombre: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow

Sinonimia: *Phakopsora sojae* Fujikuro,
Phakopsora calothea H. Sydow
Malupa sojae (P. Hennings) Ono,
Buritica & Hennen comb. nov (Anamorfo)
Uredo sojae P. Hennings

Posición taxonómica: Clase: Urediniomycetes
Orden: Uredinales
Familia: Melampsoraceae
(Phakopsoraceae)

Nombre común: Roya de la soya, Roya asiática, Roya asiática de la soya, Soybean Rust.



Categoría reglamentaria: Plaga de importancia económica no cuarentenaria reglamentada.

Basándose en los términos de la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias N° 16 (NIMF N° 16), esta plaga está clasificada como PNCR (Plagas No Cuarentenarias Reglamentadas) por cumplir con requisitos como: está presente y es muy posible que esté ampliamente distribuida, está sujeta al control oficial mediante medidas fitosanitarias con miras a su supresión en las plantas para plantar especificadas (FAO, 2006).

Situación en México: Presente-Sujeta a control oficial.

De acuerdo con las especificaciones de la NIMF N°8 de la CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria), esta plaga está presente y se dispone de suficientes registros confiables, para caracterizar su distribución como presente sólo en algunas áreas (FAO, 2006).

HOSPEDANTES

Phakopsora pachyrhizi de forma natural infecta especies de leguminosas de diferentes géneros, y se ha encontrado infectando y esporulando en campo sobre varios géneros y especies de la subfamilia Papilionoideae en Fabaceas (APHIS, 2002).

Cuadro 1 Plantas hospederas del hongo causante de la roya asiática.

Nombre científico	Nombre común
<i>Alyscarpus glumaceus</i>	Especie de trébol
<i>Cajanus cajan</i> **	Guandú o chícharo silvestre
<i>Centrosema pubescens</i>	Centrosema o chícharo mariposa
<i>Crotalaria anagyroides</i> *	Manduvira
<i>Delonix regia</i> *	Flamboyán
<i>Desmodium sp.</i> *	Carrapiceo
<i>Glycine max</i> *, **	Soya
<i>G. sojae</i> *, **	Soya
<i>G. clandestina</i> *	Soya
<i>G. tabacina</i>	Soya
<i>G. falcata</i>	Soya
<i>G. tabacina var. latifolia</i>	Soya
<i>Lablab purpureus</i>	Frijol Jacinto
<i>Lotus americana</i>	Trébol
<i>Lupinus hirsutus</i>	Lupino azul
<i>L. luteus</i> **	Siratiro o frijol morado
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Lupino amarillo
<i>Maocrotyloma axillare</i>	Macrotiloma
<i>Medicago arborea</i>	Alfalfa gigante
<i>Melilotus officinalis</i> *	Trébol
<i>M. spaciosus</i>	Especie de trébol
<i>Mucuna cochinchinensis</i>	Mucuna o frijol terciopelo
<i>Neonotonia wightii</i>	Soya perenne
<i>Pachyrhizus erosus</i> *, **	Jícama
<i>Phaseolus lunatus</i> *	Frijol lima
<i>P. vulgaris</i> *, **	Frijol común
<i>Pueraria lobata</i> *, **	Kudzu
<i>P. phaseoloides</i> *	Kudzu tropical
<i>Rhynchosia minima</i> *	Frijolillo, Hierba del papan
<i>Sesbania exaltata</i> *	Sesbania
<i>S. vesicaria</i> *	Sesbania
<i>Trigonella foenumgrasecum</i>	Fenugreco
<i>Vicia dasycarpa</i>	Vaina morada
<i>Vigna unguiculata</i> *, **	Caupí o sarabando
<i>Vigna radiata</i> **	Frijol mungo

* Especies presentes en México. **Principales especies hospederas (Miles *et al.*, 2003; Coker *et al.*, 2006; Terán *et al.*, 2007).

Cuadro 2 Plantas que desarrollan síntomas de *Phakopsora pachyrhizi*, que son potenciales hospederas de la enfermedad.

Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Alysicarpus glumaceus*</i>	Trébol	<i>Glycine latrobeana</i>	Soya	<i>Medicago arborea</i>	Frijol gigante
<i>Alysicarpus vaginalis*</i>	Trébol	<i>Glycine max</i> ✓	Soya	<i>Melilotus officinalis</i> ✓	Trébol dulce
<i>Cajanus cajan</i> ✓	Chicharo silvestre	<i>Glycine microphylla</i>	Soya	<i>Melilotus speciosus</i>	Trébol dulce
<i>Cajanus sp.</i> ✓	Gandú	<i>Glycine soja</i>	Soya	<i>Mucuna cochinchinensis</i>	Frijol terciopelo
<i>Calopogonium uncinoides</i>	Frijolillo	<i>Glycine spp.</i>	Soya	<i>Neonotonia wrightii*</i>	Soya perenne
<i>Canavalia gladiata</i>	Frijolillo	<i>Glycine tabacina</i>	Soya	<i>Pachyrhizus erosus</i>	Jicama
<i>Canavalia maritima</i>	Septiweed	<i>Glycine tomentella</i>	Soya	<i>Phaseolus coccineus</i>	Ayocote
<i>Cassia occidentales</i>	Chicharo	<i>Hardenbergi violácea</i>		<i>Phaseolus lunatus</i> ✓	Frijol lima
<i>Centrosema pubescens</i> ✓	mariposa	<i>Kennedia coccinea</i>	Trébol de vaca	<i>Phaseolus spp.</i>	Frijol común
<i>Clitoria ternatea</i>	Asian pigeonwings	<i>Kennedia próstata</i>	Trébol de vaca	<i>Phaseolus vulgaris</i> ✓	Chicharo
<i>Coronilla varia</i>	Purple crownycht	<i>Kennedia rubicunda</i>	Trébol de vaca	<i>Pisum sativum</i> ✓	Frijol alado
<i>Crotalaria anagyroides*</i> ✓	Manduvira o cascabelillo	<i>Kummerowia stipulacea</i>	Trébol coreano	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	Kudzu tropical
<i>Crotalaria dissaromoensis</i>	Manduvira o cascabelillo	<i>Kummerowia striata</i>	Trébol japonés	<i>Psoralea tenax</i>	Kudzu
<i>Crotalaria linifolia</i>	Manduvira o cascabelillo	<i>Lablab purpureus*</i>	Frijol Jacinto	<i>Pueraria phaseoloides*</i> ✓	Least snoutbean
<i>Crotalaria pallida</i>	Crotalaria o cascabelillo	<i>Lespedeza bicolor</i>	Shrubry	<i>Pueraria lobata</i> ✓	Sesbania
<i>Crotalaria spp.</i> ✓	Crotalaria lisa	<i>Lespedeza juncea</i>	lespedeza	<i>Rhynchosia minima</i>	Papagayo
<i>Crotalaria spectabilis</i>	Cascabelillo	<i>Lotus americana</i>	Trebol	<i>Sesbania exaltata</i> ✓	Sesbania
<i>Delonis regia*</i>	Crotalaria vistosa	<i>Lotus major</i>	Trebol	<i>Sesbania sericea</i>	Cresta de gallo
<i>Desmodium discolor</i>	Flamboyán	<i>Lotus purshianus</i>	Trebol	<i>Sesbania vesicaria</i> ✓	Trébol
<i>Desmodium hytidophyllum</i>	Carrapiceo	<i>Lupinus albus</i>	Lupino blanco	<i>Teramnus uncinatus</i>	Trébol blanco
<i>Desmodium spp.</i> ✓	Carrapiceo	<i>Lupinus angustifolius</i>	Lupino morado	<i>Trifolium incamatum</i>	Fenugreco
<i>Desmodium triflorum*</i>	Carrapiceo	<i>Lupinus hirsutus</i>	Lupino azul	<i>Trifolium repens</i> ✓	Vaina morada
<i>Desmodium varians</i>	Carrapiceo	<i>Lupinus luteus</i>	Lupino azul	<i>Trigonella foenumgraecum</i>	Haba
<i>Dolichos axillaris</i>	Soya	<i>Lupinus spp.</i> ✓	Lupino amarillo	<i>Vicia desycarpa</i>	Hairy pod cowpea
<i>Glycine argyrea</i>	Soya	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Lupino o mazorquilla	<i>Vicia faba</i>	Black gram
<i>Glycine canascens</i>	Soya	<i>Macroptilium bracteatum</i>	Frijol morado	<i>Vigna luteola</i>	Frijol mungo
<i>Glycine clandestina</i> ✓	Soya	<i>Macroptilium lathyroides</i>	Frijol arbustivo	<i>Vigna mungo</i>	Frijol silvestre
<i>Glycine curvata</i>	Soya	<i>Macroptilium spp.</i>	Frijol silvestre	<i>Vigna radiata</i>	Caupí o sarabando
<i>Glycine cyrtoloba</i>	Soya	<i>Macrotyloma axillare</i>		<i>Vigna spp.</i>	
<i>Glycine falcata</i>	Soya			<i>Vigna unguiculata</i> ✓	
<i>Glycine latifolia</i>					

*Especies utilizadas comercialmente como forraje. ✓Especies presentes en México.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

A nivel mundial la enfermedad se ha reportado en diferentes áreas (Figura 1).

Asia: Japón, India (APHIS, 2002; Miles *et al.*, 2003), Rusia, Corea, China, Taiwán, Filipinas, Nepal (APHIS, 2002), Corea, Vietnam, Myanmar, Bangladesh, Camboya, Laos, Malasia, Indonesia, Filipinas (Ploper, 2004).

África: Kenia (Miles *et al.*, 2003), Ruanda, Uganda, Zambia, Zimbabwe, Mozambique, Nigeria, Sur África (APHIS, 2002; Miles *et al.*, 2003),

América: Paraguay, Brasil, Argentina (Miles *et al.*, 2003), Bolivia, Uruguay (Hernández, 2004), México (Tamaulipas, San Luis Potosí y Veracruz) (Terán, 2007), Estados Unidos (Hawaii, Louisiana, Alabama, Arkansas, Florida, Georgia, Mississippi, Missouri y Carolina del Sur) (Miles *et al.*, 2003; Santopietro, 2005).

Europa: Hasta ahora es el único continente en el que no se ha reportado la enfermedad (Santopietro, 2005; Du Preez *et al.*, 2005; EPPO, 2008).

Oceanía: Australia (Miles *et al.*, 2003).

Distribución en México: Sur de Tamaulipas (Altamira, Aldama, Mante, González, Xicoténcatl y Gómez Farias), Oriente de San Luis Potosí (Ébano y Tamuín), Norte de Veracruz (Pánuco, Papantla, Chalma y Tampico Alto), Chiapas (Mastepec y Tapachula) y Campeche (Terán, *et al.* 2007).

DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN

Síntomas:

En general se presentan en toda la parte aérea de la planta poco antes o durante la floración y llenado de grano, primero aparecen pequeñas lesiones amarillentas con un diámetro aproximado de 1 mm en el haz de las hojas inferiores; conforme avanza la enfermedad hacia el tercio medio y superior de la planta, las hojas se tornan amarillentas y las lesiones se manifiestan como pústulas pequeñas de color marrón-amarillento a marrón-rojizo u oscuro, visibles en el envés de las hojas al utilizar una lupa de 30X (Figura 2) (Ploper, 2004). Las lesiones se presentan en el tercio inferior como consecuencia mayor humedad y baja luminosidad. Bajo condiciones ambientales óptimas, la infección progresa con rapidez hacia las hojas medias y superiores de la planta causando defoliación severa (Terán, *et al.* 2007).

Los síntomas pueden ser confundidos con otras enfermedades de la soya, como la mancha marrón (*Septoria* sp.), pústula bacteriana (*Xanthomonas* sp.) y mildiu vellosa (*Peronospora manshurica*) principalmente; sin embargo, en estos casos no se observa la formación de pústulas en el envés de las hojas (Terán *et al.*, 2007).

Morfología:

Los soros (conjunto de esporangios que contienen esporas) son de color marrón, se presentan solo en el envés de las hojas (Figura 3). Telia de 0.15-0.5 mm de diámetro, a menudo mezcladas con soros amorfos, color café claro a marrón chocolate, subepidérmicas, crustosos; teliosporas unicelulares, se disponen de forma irregular en 2-7 capas, de forma variable, angular globoso, oblongas a elipsoidales de 15-26 × 6-13 micras, con pared de 1-1.5 micras de espesor, engrosada en el ápice (3 micras), de incoloro a marrón amarillento (Hernández, 2004).

Métodos de muestreo:

Los recorridos de muestreo en un patrón X o W (cada 50 a 100 metros), deben iniciarse antes de la floración o al presentarse las condiciones de temperatura y humedad propicias para el desarrollo de la enfermedad, examinar las hojas en el tercio inferior de la planta tratando de encontrar un manchado amarillento y pústulas en el envés de las hojas, así mismo es importante detectar las áreas del cultivo con color amarillento o café y las zonas con mayor densidad de plantas, aun si no se encuentran dentro del trazo del recorrido de muestreo áreas con condiciones para que se presente la enfermedad (Terán *et al.*, 2007).

Métodos de diagnóstico

Las estructuras que sirven para diferenciar entre las especies de roya *Phakopsora pachyrhizi* y *Phakopsora meibomia*, son las teliosporas, sin embargo, estas son difíciles de encontrar. Por lo que para una identificación correcta se puede utilizar la técnica molecular Reacción en Cadena de la Polimesara (PCR), esta se realiza bajo un protocolo en laboratorio (Frederick *et al.*, 2002). La presencia de roya en campo, se puede determinar mediante el uso de tiras inmunocromatográficas, estas son capaces de detectar la presencia del patógeno en los estadios iniciales de la infección; son diseñadas para usarse en tejido foliar (EnviroLogix, 2007).

BIOLOGÍA

Ciclo de vida.

La germinación de esporas ocurre con 12 a 14 hrs de rocío (Mínimo de 6 hrs, Figura 4), la penetración se da alrededor de 6 horas después, a temperaturas entre 8 y 36°C, con un óptimo entre 16 y 26°C (Plopper y Devaní, 2002). Con temperaturas de 22 a 27°C, los urediniosoros maduran 6 a 7 días después de infección

y se pueden observar los síntomas, de los 7 a los 10 días ocurre la liberación de esporas, una pústula sobresaliente durante 3 semanas, a partir de la cual se diseminan las teliosporas, esta se da por el viento (Figura 5) las cuales se depositarán en la superficie del tejido de algún hospedero y se repetirá el ciclo (Figura 6) (Terán *et al.*, 2007).

Epidemiología:

Phakopsora pachyrhizi es un patógeno biotrófico, esto es que no sobrevive en los residuos de cosecha infectados, pero sí sobrevive en plantas de soya del ciclo anterior así como en sus hospedantes alternativos (Cuadro 1 y 2). Las urediniosporas, que pueden sobrevivir hasta 50 días, son dispersadas con facilidad por el viento. Esta característica posibilita que la enfermedad pueda ser diseminada a grandes distancias (Plopper y Devaní, 2002). La enfermedad se da en condiciones favorables, temperatura 18 a 25°C y humedad 75 a 80 % H. R. que permita la presencia de rocío en la planta (Plopper y Devaní, 2002, Terán *et al.*, 2007).

Es importante considerar que se trata de un patógeno policíclico, es decir que durante el ciclo del cultivo se producen varias generaciones del patógeno. Si a esto se le suma el hecho de que cada uredinioso (pústula) produce numerosas urediniosporas, resulta evidente que la enfermedad puede llegar a desarrollarse muy rápidamente si se presentan condiciones ambientales favorables. Además, el patógeno penetra en forma directa a través de la cutícula y la epidermis del hospedante, lo que hace que la infección sea rápida y fácil (Plopper y Devaní, 2002).

El nivel de pérdidas dependerá del momento de ocurrencia de la enfermedad y la velocidad de su desarrollo así como de las condiciones ambientales. Con temperaturas altas y bajos porcentajes de humedad, la enfermedad se desarrolla con menor rapidez (Plopper y Devaní, 2002; Terán *et al.*, 2007), así mismo la interrupción de rocío produce bajas tasas de infección (Hartman *et al.*, 2004).

Mecanismos de movimiento o dispersión.

Las esporas del agente causal se dispersan a largas distancias utilizando como principal medio el viento. La transmisión a través de la semilla no se ha documentado. Nubes de esporas son liberadas si las plantas infectadas son movidas por el viento o por personas que caminen a través de áreas infectadas por roya. Las personas que realizan el muestreo, pueden transportar esporas desde un área hacia otra. El patógeno puede sobrevivir en hospedantes silvestres alternos. En climas tropicales y subtropicales la enfermedad puede presentarse durante todo el año y por medio de fenómenos meteorológicos dispersarse (APHIS, 2002).

IMPORTANCIA DE LA PLAGA

Esta enfermedad se ha presentado durante los últimos años en cultivos de soya (Figura 7 y 8) en los estados de Tamaulipas y San Luis Potosí, en otros cultivos como jícama (Figura 9 y 10), en Veracruz ya se reportaron grandes pérdidas en el cultivo jícama; también puede llegar a atacar frijol (figura 11) haba (*Vicia fabae*) y chícharo (*Pisum sativum*).

Cultivos hospederos en México.

La roya asiática es un problema en algunos cultivos de importancia, en los cuales puede causar severas pérdidas.

Cuadro 3. Cultivos afectados por la roya asiática y su importancia representada en superficie y valor de la producción.

Cultivo	Superficie cultivada (Ha)	Producción (Ton)	Valor de la producción (Miles de pesos)
Soya	88, 093.00	153, 022.20	\$ 696, 763. 63
Frijol	1, 626, 021. 82	1, 111, 087. 37	\$ 10, 179, 369. 77
Jícama	6, 884.85	180, 045.85	\$ 479, 422.51
Total	1, 720, 999. 67	1, 444, 155.42	\$ 11, 355, 555. 91

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2009).

Control: La mejor alternativa para el control de esta enfermedad, es una detección temprana, complementada con la aplicación oportuna de fungicidas (Balardín, 2004).

Cultural

Estrategias a desarrollar durante y después de la siembra son requeridas para controlar el desarrollo de la enfermedad, se sugiere sembrar en surcos de 76 a 80 cm de separación y a densidades de 19 (Huasteca 100, 300 y 400) y 15 (Huasteca 200) plantas por metro lineal, se deben evitar densidades de más de 250 mil plantas/ha (Terán *et al.*, 2007) y la identificación y destrucción de plantas hospederas y de nacencia de la soya después de la trilla del ciclo (González, 2008).

Legal

Se han establecido fechas de siembra y se recomiendan variedades desarrolladas por el campo experimental de las huastecas del INIFAP esto último debido a que la severidad de la enfermedad dependerá de la variedad utilizada, entre otros factores. Se recomienda sembrar primero la variedad Huasteca 200, después la 300, 100 y por último la Huasteca 400, estas cuatro variedades deben sembrarse antes del 20 de julio para evitar aplicaciones de fungicidas en el período de llenado de grano (Terán *et al.*, 2007).

Químico

El control químico es el método más utilizado para el manejo de esta enfermedad, recomendándose la aplicación de fungicidas al follaje cuando se detecten los primeros síntomas o se presenten las condiciones favorables para su desarrollo (Gálvez *et al.*, 2006).

El momento de la aplicación de los fungicidas dependerá de que se presenten las condiciones climáticas favorables para la enfermedad, la presencia y severidad de la misma, la edad de las plantas y por la eficiencia del fungicida seleccionado (Yorinori *et al.*, 2004). Por otra parte, la eficiencia de control dependerá del momento de la aplicación, la sistematicidad y eficiencia del fungicida, el equipo de aplicación, tipo de aplicación (terrestre o aérea), boquillas utilizadas, volumen de agua, tamaño de las gotas y las condiciones climatológicas al momento de la aplicación (Yorinori *et al.*, 2004).

Muchos fungicidas se han evaluado para el control de la roya asiática de la soya. El grupo de los triazoles incluye productos como el myclobutanil, propiconazole, tebuconazole y tetraconazole, los cuales tienen cierta actividad sistémica, y matan el hongo una vez que infecta los tejidos de la planta, por lo que se consideran como curativos; se mueven con rapidez a través de la hoja, pero tienen una residualidad corta. El grupo de las estrobilurinas incluye al pyroclostrobin y al azoxistrobin, los cuales también presentan cierta actividad sistémica, no son absorbidas tan rápido como los triazoles y se mueven más lento, su actividad es preventiva, por lo que una vez presente la enfermedad pueden ser usados en combinación con un triazol, (Miles *et al.*, 2004 y Giesler y Weissling, 2005).

En Brasil, en áreas con alta severidad de la enfermedad se recomienda iniciar las aplicaciones cuando el cultivo inicia la floración y luego dos aplicaciones posteriores con intervalos de 21 días (Balardín, 2004). En África se encontró que con tres aplicaciones se obtienen los mejores resultados (Levy, 2004); en Paraguay los mejores resultados se obtuvieron al utilizar estrobilurinas solas o en mezcla con triazoles (Terán *et al.*, 2007).

Lo más conveniente es la aplicación de la mezcla de un fungicida preventivo con un curativo. De requerirse una segunda aplicación ésta deberá hacerse en un periodo entre los 20 y 25 días después de la primera aplicación, de manera que se tendría un periodo de protección alrededor de 50 días, con lo que se protegería el periodo desde floración a madurez fisiológica de cualquiera de las variedades recomendadas para el trópico mexicano, Huasteca 100, Huasteca 200, Huasteca 300 y Huasteca 400 (Terán *et al.*, 2007). La correcta aplicación de los fungicidas es fundamental para el éxito en el manejo de la enfermedad. En virtud de que el objetivo de la aplicación es tener una cobertura considerable de la planta y depositar la cantidad suficiente de producto para controlar la enfermedad, la cantidad de agua a utilizar por hectárea es de gran importancia, así como la calibración del equipo de aplicación. El tipo de boquilla y presión, así como el momento del día en que se aplica (Terán *et al.*, 2007).

En aplicaciones terrestres se sugiere usar de 150 a 200 L de agua/ha y en aplicaciones aéreas como mínimo 60 L/ha, aunque se ha observado que las aplicaciones aéreas son menos eficientes que las aplicaciones terrestres. De acuerdo con trabajos realizados en Argentina, las boquillas de cono hueco (TX10) con un volumen de aplicación de 150 L de agua/ha y presión de 50 libras/pulgada cuadrada fueron las más adecuadas (Gálvez *et al.*, 2005).

Con el fin de mejorar la cobertura del producto se sugiere la utilización de un producto dispersante. Por otra parte, es recomendable realizar las aplicaciones en las primeras horas del día, para evitar las horas de mayor calor y menor humedad ambiental, así también debe evitarse hacer aplicaciones con vientos fuertes que causen arrastre del producto (Terán *et al.*, 2007).

Cuadro 4. Fungicidas autorizados por la COFEPRIS como uso temporal para el control de roya de la soya *Phakopsora pachyrhizi* en México, para el ciclo P-V 2007 y O-I 2007-2008

Nombre comercial)	Registro en México	Concentración (%)	Equival. de i.a/L o kg	Formulación	Dosis	Intervalo de seguridad	Tiempo de reentrada	Método de aplicación:
Azoxystrobin (BANKIT 25 SC)	RSCO-0386-301-064-024	23.75	250	Suspensión concentrada	0.750 L/ha (0.25L/ha en mezcla con 0.25 L de cyproconazole)	0 días	Sin restricción	Agregue la mitad de agua en su tanque de aspersión. Vacíe directamente la dosis del producto recomendada sin diluir, mantenga agitación constante, complete el resto de agua. Para obtener óptimos resultados, es muy importante lograr la mejor cobertura posible del producto, use entre 400 y 500 litros de agua por ha, dependiendo del desarrollo del cultivo.
Cyproconazole (ALTO 100 SL)	RSCO-FUNG-0373-303-052-009	8.9	100	Líquido soluble	0.5 L/ha (0.25L/ha en mezcla con 0.25 L de azoxystrobin)	30 días	12 horas	Agregue la dosis recomendada del producto al tanque de preparación de mezclas y agítelo hasta que se forme una solución uniforme. Para la aplicación con tractor o mochila utilice un volumen de 400 a 600 L de agua por hectárea. Si se aplica con avión, utilice por lo menos 60 L de agua por hectárea. Para mezclas de tanque con otros productos, prepare con ellos una premezcla en un recipiente aparte y luego agréguelo al tanque.
Flutriafol (POINTER 125 SC O FLUTRIAFOL 125 SC)	RSCO-FUNG-0301Y-301-064-012	11.8	125	Suspensión concentrada	0.4 - 0.6 L/ha	28 días	24 horas	Aplicar la dosis de 0.60 L/ha en incidencia alta de la enfermedad para tratamientos curativos. El producto debe ser diluido en agua. Aplicación terrestre: Utilizar equipo aspersor montado al tractor, diluir el producto en 200-300 litros de agua /ha para lograr una cobertura completa del follaje. Aplicación Aérea: Utilizar en aplicación aérea un volumen de agua de 40 a 60 litros/ha.
Pyraclostrobin (HEADLINE)	RSCO-FUNG-03010-301-009-024	23.6	250	Concentrado emulsionable	300 mL/ha	15 días	Esperar que seque por completo el producto.	Agitar bien el envase antes de usar. Para preparar la mezcla, llénese el depósito de la pulverizadora con agua hasta la mitad o ¼ partes de su capacidad. Luego se agrega el producto con el agitador en marcha, que deberá estar en constante movimiento durante toda la aplicación. Complétese el depósito con agua. Aplicaciones terrestres: se deben utilizar boquillas "cono hueco" o XR Teejet y alta presión 70 lb/pulg. . No utilizar volúmenes inferiores a 200 L/ha. Aplicaciones aéreas: El volumen no deberá ser inferior a 15 L/ha.
Epoxiconazol (OPUS)	RSCO-FUNG-0371-301-064-012	12	125	Suspensión concentrada	200 mL/ha	15 días	Esperar que seque por completo el producto.	

Cuadro 4. (Continuación) Fungicidas autorizados por la COFEPRIS como uso temporal para el control de roya de la soya *Phakopsora pachyrhizi* en México, para el ciclo P-V 2007 y O-I 2007-2008

Nombre comercial	Registro en México	Concentración (%)	Equival. de i.a/L o kg	Formulación	Dosis	Intervalo de seguridad	Tiempo de reentrada	Método de aplicación:
Tebuconazole (FOLICUR 250 EW)	RSCO-0349-302-015-025 FUNG-0349-302-015-025	25	250	Disp (Emulsión aceite en agua)	300-500 mL/ha	30 días	12 horas	La dosis alta y el corto intervalo de aplicación se recomiendan cuando la presión de la enfermedad es muy severa. El volumen de agua a utilizar puede variar de 200 a 300 L/ha (aplicación terrestre) y de 40 a 50 L/ha (en aplicación aérea). Es importante considerar que el período crítico para control de la roya es en floración y llenado de grano).
Myclobutanil (RALLY 40 W y/o EAGLE 40W)	RSCO-0351-001-002-040 FUNG-0351-001-002-040	40	400	Polvo humectable	228 g/ha	1 día	24 horas	No permita que las bolsas se mojen, son solubles en agua. Agregue el número de bolsas solubles (cerradas) determinada para la dosis recomendada en el tanque de aspersión manteniendo la agitación. Siempre ponga el producto en la solución, antes de mezclarlo con otro plaguicida. El volumen de agua a utilizar puede variar de 200 a 800 L/ha (aplicación terrestre) y de 50 a 100 L/ha (en aplicación aérea).
Propiconazol (PROSAN 250 CE)	RSCO-FUNG-0333-306-009-026	25.64	250	Concentrado emulsionable	0.5 L/ha	30 días	12 horas	Vacíe la mitad de agua necesaria en un recipiente, agregue la dosis señalada y agregue el agua complementaria. No mezclar con productos de reacción alcalina. El volumen de agua a utilizar puede variar de 200 a 800 L/ha (aplicación terrestre) y de 50 a 100 L/ha (en aplicación aérea).

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Dirección General de Sanidad Vegetal. Dirección de Protección Fitosanitaria Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen Coyoacán, Del. Coyoacán México, D.F. 04100, Tel. y Fax (55) 5658 7422 www.senasica.gob.mx

Cuadro 5 Productos y dosis recomendados para el control de la roya asiática en soya durante el ciclo P-V 2009 en las Huastecas

Fungicida y dosis por hectárea	Periodo probable de protección (días después de la aplicación)	Incremento de rendimiento esperado con respecto a un testigo sin tratar (%)
Triazoles		
Alto 100 SL, 0.5 L ² (<i>Cyproconazole</i>)	62	52
Folicur 250 EW, 0.3 L ¹ (<i>Tebuconazole</i>) ²	62	36
Folicur 250 EW, 0.5 L ¹ (<i>Tebuconazole</i>) ²	62	61
Opus, 0.2 L ¹ (<i>Epoconazole</i>) ²	47	27
Opus, 0.4 L ¹ (<i>Epoconazole</i>) ²	53	51
Pointer 125 SC, 0.4 L ¹ (<i>Flutriafol</i>) ²	63	74
Pointer 125 SC, 0.6 L ¹ (<i>Flutriafol</i>) ²	63	68
Estrobilurinas		
Bankit 25 SC, 0.25 L ¹ (<i>Azoxystrobin</i>) ²	43	25
Bankit 25 SC, 0.75 L ¹ (<i>Azoxystrobin</i>) ²	43	22
Headline, 0.3 L ¹ (<i>Pyraclostrobin</i>) ²	43	29
Headline, 0.5 L ¹ (<i>Pyraclostrobin</i>) ²	43	24
Mezclas		
Opus, 0.2 L ¹ + Headline, 0.3 L ¹ (<i>Epoconazole + Pyraclostrobin</i>) ²	47	68
Alto 100 SL, 0.25 L ¹ + Bankit 25 SC, 0.25 L ¹ (<i>Cyproconazole + Azoxystrobin</i>) ²	53	34
Pointer 125 SC, 0.5 L ¹ + Headline, 0.3 L ¹ (<i>Flutriafol + Pyraclostrobin</i>) ²	67	69
Pointer 125 SC, 0.5 L ¹ + Bankit 25 SC, 0.5 L ¹ (<i>Flutriafol + Azoxystrobin</i>) ²	62	76

¹Nombre Común²Nombre Comercial**Riesgo fitosanitario:**

La enfermedad se encuentra actualmente confirmada en el sur de Tamaulipas (Altamira, Aldama, Mante, González, Xicoténcatl y Gómez Farias), Oriente de San Luis Potosí (Ébano y Tamuín), Norte de Veracruz (Pánuco, Papantla, Chalma y Tampico Alto), Chiapas (Mastepec y Tapachula) y Campeche, en soya y jícama (Figura 12).

Los estados susceptibles, por sembrar estos cultivos se encuentran distribuidos en todo el país, la superficie de siembra destinada para el cultivo de soya se incrementa cada año, se sembraron 73, 191ha en 2007, 88,093 ha en 2008 y 92, 338 en 2009. De 2007 a 2009, la cantidad de estados productores cambio de

7 a 10, entre los cuales se encuentran: Campeche, Chiapas, Chihuahua, Jalisco, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán, dentro de los cuales 19 distritos son productores. En el caso de jícama, se sembraron 6, 712.4 en 2006, 5, 733.3 ha en 2007 y 6884.85 ha en 2008, los estados productores son 16, hasta el 2008 son: Campeche, Chihuahua, Colima, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Veracruz y Yucatán, dentro de los cuales 38 distritos son productores (SIAP, 2010).

Cuadro 6 Aparición y dispersión de la enfermedad en México.

Año	Mes	Localidad	Estado	Cultivo
2005	Octubre, Noviembre	Las Huastecas (Ébano, Tamuin y Altamira)	San Luis Potosí y Tamaulipas	Soya
2006	Febrero, Marzo	Las Huastecas	San Luis Potosí, Veracruz y Tamaulipas	Soya (N)
2006	Noviembre	Altamira	Tamaulipas	Soya
2007	Febrero	Puxtla, Papantla	Veracruz	Jícama
	Febrero, Marzo	Las Huastecas	SLP, Veracruz, Tamaulipas	Soya (N)
	Noviembre	Las Huastecas	San Luis Potosí, Veracruz, Tamaulipas	Soya, jícama
2008	Junio	Mastepec	Chiapas	Jícama
	Septiembre	Las Huastecas	San Luis Potosí, Veracruz, Tamaulipas	Soya
	Noviembre	Campeche	Campeche	Soya
2009	Octubre	Tapachula	Chiapas	Soya
	Noviembre	Rio Bravo, Valle Hermoso y González; Puxtla, (Papantla)	Tamaulipas, Veracruz	Soya, jícama

BIBLIOGRAFÍA

Animal and Plant Health Inspection Service APHIS. 2002. NPGA Data: *Phakopsora pachirhizi* australasian Soybean Rust. 1-14 p. Available in: www.aphis.usda.gov (09/12/2002).

Dorrance A., D. Hershman and M. Draper. 2007. Economic importance of soybean rust In: Using foliar fungicides to manage soybean rust. Chapter 1. 8-12 p.

Balardín, R. 2004. Manejo de la roya de la soja. Experiencias en Brasil (III). En: Principales conclusiones del Panamerican Soybean Rust Workshop. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombes". Publicación especial No. 24, Tucumán, Argentina.

Carcamo-Rodríguez A. and J. Aguilar-Ríos. 2006. First report of Asian Soybeans Rust Caused by *Phakopsora pachyrhizi* from Mexico. Plant Disease, 90: 1260.

Coker C., K. Hurst, T. Kirkpatrick, J. Rupe, C. Tingle and M. Trent. 2006. Asian Soybean Rust. University of Arkansas Cooperative Extension Service Printing Services. 1-8 p.

Du Preez E., N. Van Rij, K. Lawrence, M. Miles and R. Frederick. 2005. First Report of Soybean Rust (*Phakopsora pachyrhizi*) on Dry Beans in South Africa. *Plant Disease* 89:206.

EnviroLogix. 2007. QuickStix Kit para la roya de la soja. Catálogo AS 107 LT. 5pp.

Food and Agriculture Organization FAO. 2006. Determinación de la situación de una plaga en un área (1998). Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias, NIMF n.º 8. Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Edición 2005.

Food and Agriculture Organization FAO. 2006. plagas no cuarentenarias reglamentadas: concepto y aplicación (2002). Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias, NIMF n.º 16. Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Edición 2005.

Gálvez M. R., H. F. Vinciguerra, W. Rodríguez, S. Sebaté, E. A. Soldini, M. A. Devani, I. L. Olea y L. D. Ploper. 2005. Evaluación de la penetración del asperjado producido por diferentes boquillas en aplicaciones terrestres orientadas al control de la roya de la soja. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres", Tucumán Argentina. Publicación especial N° 27. 12 pp.

Gálvez M. R., L. D. Ploper, V. González, A. Rojas, S. Ruiz, W. Rodríguez y M. R. Devani. 2006. Evaluación de fungicidas para el control de la roya de la soja en Tucumán durante la campaña 2005/06. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres", Tucumán Argentina. *Actas del Mercosoja*. 419-422 p.

Giesler J. L. and T. J. Weissling. 2006. Fungicides to manage soybean rust: What are the differences. NebGuide. University of Nebraska. NebFact Series No. NF634. UNL/Cooperative Extension Service. 4p.

González G. R. 2008. La roya asiática de la soja: una nueva amenaza fitosanitaria. ANIAME. Disponible en: http://portal.aniame.com/imp_144.shtml (21/03/2010).

Hernández J.R. 2004. Invasive Fungi. Asian soybean rust. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Disponible en: <http://nt.ars-grin.gov/sbmlweb/fungi/index.cfm> (21/03/2010).

Levy C. 2004. Manejo de la roya de la soja: Experiencias en África. En: Principales conclusiones del Panamerican Soybean Rust Workshop. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres". Publicación especial No. 24, Tucumán Argentina.

Miles M. R., Frederick D. R., Hartman G. L. 2003. Soybean Rust: Is the U. S. soybean crop at risk?. APSnet. Disponible en: <http://www.apsnet.org/online/feature/rust/> (09/11/2010).

Miles, M. R., G. L. Hartman, and R. D. Frederick. 2003. Epidemiology and spread of soybean rust. In Proceedings of the Thirty-third Soybean Seed Research Conference 2003: American Seed Trade Association Pub. No. 33.

Miles R. M., C. Levy and G. L. Hartman. 2004. Summary of the USDA fungicide efficacy trials to control soybean rust in Zimbabwe 2003-2004. Integrated Pest Management Reviews. Disponible en: <http://www.ipmcenters.org/newalerts/soybeansrust/> (21/03/2010).

North American Plant Protection Organization NAPPO. 2006. Detección de la roya asiática de la soja (*Phakopsora pachyrhizi*), en los estados de Tamaulipas y San Luis Potosí México. Disponible en: http://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/soybean_rust/ (06/12/2010).

Ploper D. L. y R. M Devani. 2002. La roya de la soja: Principales aspectos de la enfermedad y consideraciones sobre su manejo. Soja en siembra directa. Octubre 2002. 51-55 p.

Ploper D. L. 2004. La roya de la soja. En: Principales conclusiones del Panamerican Soybean Rust Workshop. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres". Sección comunicaciones. Publicación especial

No. 24, Tucumán, Argentina.

Santopietro, G. 2005. *Phakopsora pachyrhizi*. Virginia Bioinformatics Institute. Disponible en: <http://pathport.vbi.vt.edu/pathinfo/pathogens/P-p.html> (21/03/2010).

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. 2009. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (12/01/2010).

Terán V. A. P., L. G. Ascencio, M. N. Maldonado y V. J. Ávila. 2007. La roya asiática de la soya en México. Folleto técnico núm. 22. INIFAP- CEHUAS. Altamira, Tamaulipas, México.

Yañez-Morales M. de J, I. Alaniz-Martínez, J. M. Soto-Rocha, D. K. Malvick, J. E. Kurle, C. M. Floyd and V. Kupra. 2009. Soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* detected in the estate of Campeche on the Yucatan peninsula, Mexico. *Plant Disease* 93: 847.

Yorinori J. T., J. Jr. Nunes y J.J. Lazzarotto. 2004. Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolucao importancia economica e controle. Documentos 247. EMBRAPA. Londrina, Brasil. 36 p.

ANEXOS

Figura 1. Mapa de dispersión de la enfermedad de acuerdo al año de reporte en cada región del mundo.

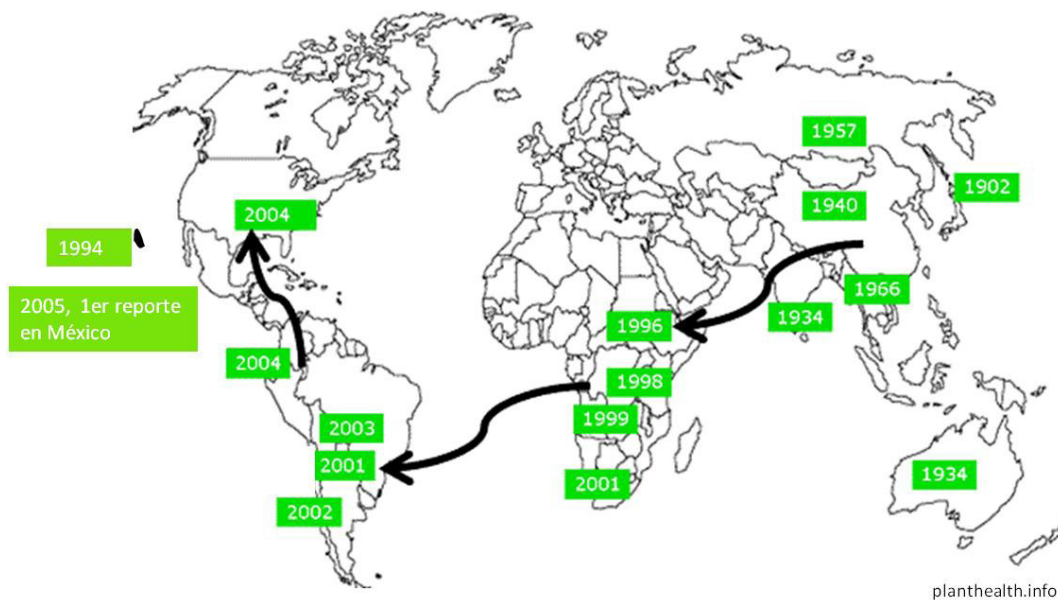


Figura 2. Observación de pústulas en campo con la ayuda de una lupa de 30X.



Figura 3. Pústulas en el envés de hojas de soya



Figura 4. La presencia de rocío en las hojas es una de las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.



Figura 5. Sitios probables en los que la roya puede sobrevivir en el invierno y dispersión por medio del viento (Dorrance et al., 2007).

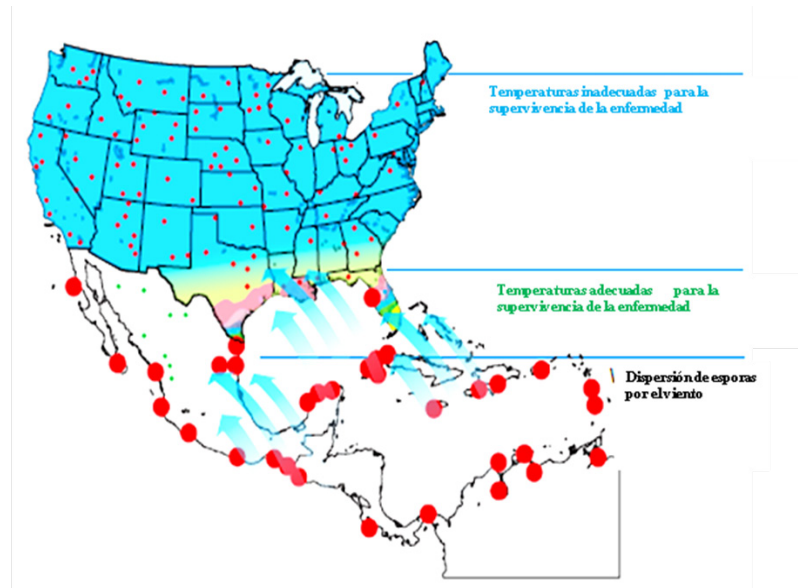
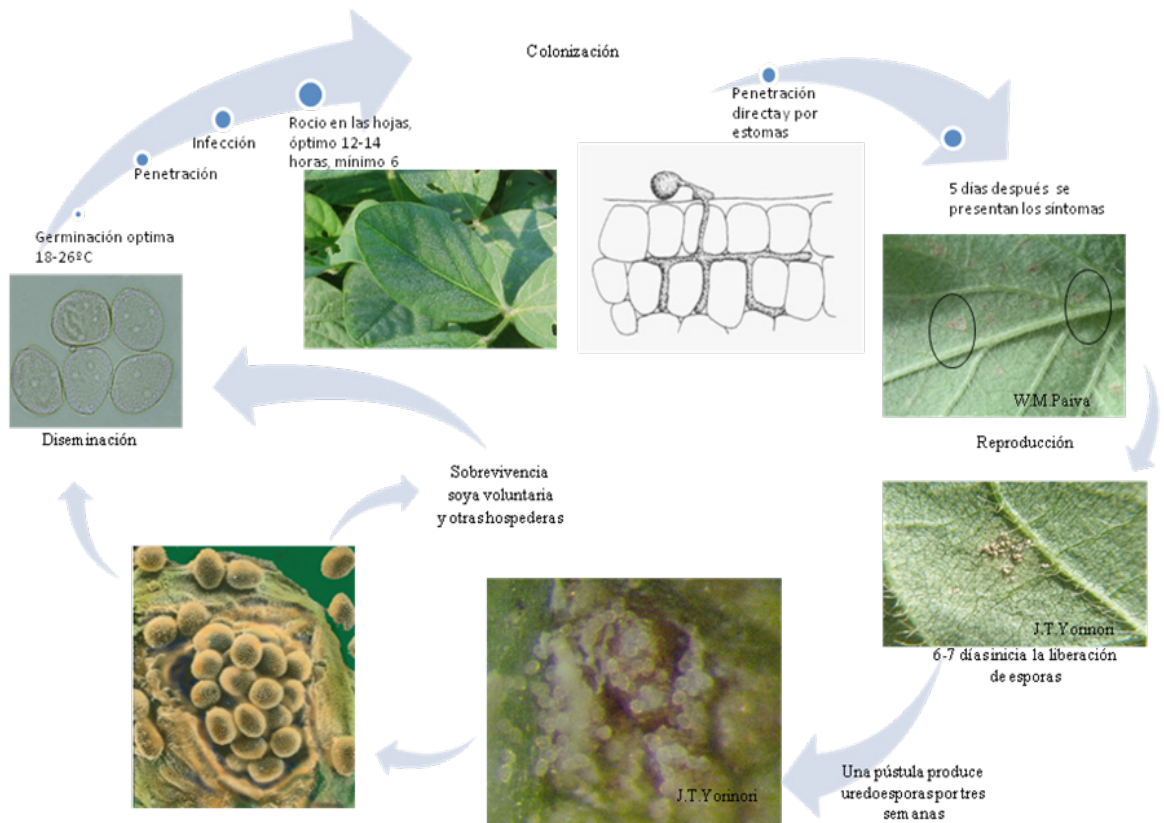


Figura 6. Ciclo de vida de la enfermedad (Dorrance et al., 2007).



Dr. Antonio P. Terán V. Adaptado de M. Iam auti, 2004

Figura 7. Cultivo de soya infectado, y granos diferencia entre semillas de plantas sanas y afectadas por *P. pachirhizi*.



Figura 8. Principales estados de la republica susceptibles a la presencia de *Phakopsora pachyrizy* productores de soya.



Figura 9. Cultivo de jícama infectado por *P. pachirhizi*.



Figura 10. Principales estados de la república susceptibles a la presencia de *Phakopsora pachyrhizi* productores de jícama.



Figura 11. Principales estados de la republica susceptibles a la presencia de *Phakopsora pachyrizy* productores de frijol.



Figura 12. Estatus fitosanitario de roya asiática de la soya *P. pachyrhizi*.

