



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico de Examen Complexivo presentado a la unidad de titulación como requisito previo a la obtención del título:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Control de la enfermedad Roya Asiática de la Soya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya en la zona de Babahoyo Provincia de Los Ríos

AUTOR:

Ángel Tomas Mora Vargas

Tutor

Mg. Ing. Agric. Yary Gilberto Parrales MAE.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de grado de carácter
complejivo, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito
previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Control de la enfermedad Roya Asiática de la Soya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya en la zona de Babahoyo Provincia de Los Ríos.

TRIBUNAL DE SUSTENTACION.


Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA.

PRESIDENTE.


Ing. agr. Tito Bohorquez Barros, MBA

VOCAL PRINCIPAL.


ing. Agrop. Alvaro Pazmiño Perez MSC.

VOCAL PRINCIPAL.

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD.

ANGEL TOMAS MORA VARGAS.

Declaro que:

Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones, presentados en este trabajo: "Control de la enfermedad Roya Asiática de la Soya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya en la zona de Babahoyo Provincia de Los Ríos"; ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de esta investigación.

Angel Mora Vargas
ANGEL TOMAS MORA VARGAS.

120576925-8

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	4-6
1.1 Desarrollo del tema de estudio.....	7
1.2 Planteamiento del problema.....	7
1.3 Justificación.....	8
1.4 OBJETIVOS	8
1.4.1 Objetivos General	8
1.4.2 Objetivos Específicos	8
1.5. Fundamentación teórica	8
1.6 Hipótesis.....	9
1.7 Metodología de la investigación	9
1.7.1 Localización	9
1.7.2 Métodos de la investigación.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1 Desarrollo del caso.....	11
2.1.1 Antecedentes del Cultivo del Soya.....	11
2.1.2 Morfología de la soya	12
2.2.1 Semilla	12
2.2.2 Sistema radícula	13
2.2.3 Tallo	13
2.2.4 Hojas.....	14
2.2.5 Flores.....	14
2.2.6 Fruto	15
2.2.7 Pubescencia	15
2.3 Clasificación Taxonomía de <i>la soya</i>	16
2.4 Enfermedad Roya Asiática de la planta de soya.....	16-22
2.4.1 Control de la enfermedad	23
2.5 Fungicida.....	23-25
2.6 Situaciones detectadas	25
2.7 Soluciones Planteadas.....	26
2.8 Conclusiones.....	26
2.9 Recomendaciones.....	27
BIBLIOGRAFÍA	28

DEDICATORIA.

El presente trabajo se lo dedico a mis padres, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se lo debo a ustedes en lo que se incluye este, que me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuenta me motivaron constantemente para poder alcanzar mis logros.

AGRADECIMIENTO.

Por la culminación agradezco a todos los ingenieros por haberme ayudado con las inquietudes durante todo el desarrollo de toda mi carrera estudiantil, en especial a la Ab. Gladys Sarcos.

I. Introducción

La soya se destaca, entre las plantas leguminosas, por el valor nutritivo de la proteína y la calidad de aceite de su semilla. Anualmente se siembran en el mundo más de 80 millones de hectóreas, en zonas ubicadas entre las latitudes 50° N y 40° S y entre altitudes que van desde 0 hasta los 1.700 msnm. Los principales países, donde se cultiva esta leguminosa – oleaginosa son EE.UU de Norteamérica y China, y en América del Sur se destacan Brasil, Argentina, Paraguay y Bolivia.

En el Ecuador, su cultivo fue introducido en el año 1972, como una alternativa para: 1. Producir, a nivel nacional la materia prima en la elaboración de aceites y grasas comestibles; 2. Ahorrar divisas en la importación de los mismos; 3. Diversificar la producción de banano, cacao y otros cultivos afectados por problemas sanitarios; y 4. Aprovechar zonas improductivas.

De acuerdo al IV Censo Nacional Agropecuario en el litoral se siembran anualmente 55.000 ha (año del censo 2012), distribuidas en las provincias de los Ríos y Guayas; pero, en el año 2006 el SICA- reporta la siembra de 29.000 ha, principalmente en la época seca como rotación de cultivo, después del arroz o maíz, aprovechando la humedad remanente de los suelos; con una producción total de 53.000 TM de grano, con un promedio general de 1.830 kg/ha. En el año 2.008 la superficie de siembra se incrementó a 40.000 ha.

Pese a que los rendimientos promedios por unidad de superficie se han incrementado desde 1.300 a 1.830 kg/ha (años 1.972 -2.006), estos todavía son inferiores a los promedios de otros países. En términos de eficiencia productiva, la producción nacional es del 77, 68, y 76% comparados con la mundial, los EE.UU de Norteamérica y Bolivia, respectivamente.

Parte de la producción nacional se exporta (en grano) a Colombia y el remanente la adquiere la industria nacional para la extracción de aceite crudo y el sub producto, la pasta o torta, para la elaboración de alimentos balanceados. Remanente que no cubre las necesidades de aceite y de torta del país, especialmente de la última, estimadas entre 300.000 a 360.000 TM al año (un consumo de 25.000 a 30.000 TM/mes). La producción nacional, con la superficie sembrada y rendimiento actual (sin contar con las exportaciones) a duras penas cubre un 20% las necesidades del país, razón por la cual, se tiene que importar el resto de sus requerimientos.

Bajo estas circunstancias de producción, la introducción del cultivo de soya a la agricultura nacional no ha cumplido las expectativas deseadas, en lo relacionado con la producción nacional de la materia prima para la elaboración de aceite y grasas comestibles y el ahorro de divisas; sin embargo, la siembra de la leguminosa –oleaginosa ha significado al país: 1. Un aporte al **PIB** sectorial y ocupación de la población económicamente activa; 2. Ahorro de dólares; 3. La diversificación de cultivos; 4. Aprovechamiento de muchas áreas desocupadas en el litoral; y 5. Lo que es más importante, el mejoramiento y conservación de los suelos, como consecuencia de la rotación de cultivos gramínea – leguminosa, de algunas zonas, que por causas de monocultivo (arroz –arroz o maíz – maíz) se estaban degradando.

En los actuales momentos, para poder satisfacer las necesidades de torta de la industria nacional en un 70% y asumiendo un incremento de los rendimientos promedios a 2.350 kg/ha (promedio de Bolivia), el país necesita sembrar aproximadamente 250.000 ha. Para lo cual es necesario, a más de incrementar los rendimientos por unidad de superficie, disminuir los costos de producción; de lo contrario, se corre el riesgo de que el cultivo de soya no sea competitivo y desaparezca de la lista de cultivo del litoral ecuatoriano, con el consecuente

abandono de campo (más de 80.000 hectáreas sin ocupación, durante la época seca), pérdida de fuentes de trabajo y emigración del campesino a las ciudades.

Afortunadamente, las zonas donde se siembre la soya en el litoral ecuatoriano tienen una ventaja comparativa con la de otros países, porque se la realiza en la época seca, aprovechando la humedad remanente de los suelos, sin el riesgo de las siembras de secano, que pueden ser afectadas por el exceso o falta de lluvias. Los bajos rendimientos que se obtienen en el país no se justifican toda vez que se dispone de tecnología para el desarrollo del cultivo de soya, pero cabe recalcar que la incidencia de plagas y enfermedades, en especial Roya (*Phakopsora pachyrhizi*). Han hecho que se obtengan bajos rendimientos de la oleaginosa motivo por el cual los agricultores de nuestra zona han dejado de sembrar dicho cultivo.

Para cumplir con lo anterior es necesario que todas las Instituciones del Estado, especialmente los de transferencia de tecnología, crédito y comercialización realicen tareas en conjunto para cumplir con la gran meta de satisfacer las necesidades del país en materia prima para la industria de balanceados al menos en un 70%.

1.1 Desarrollo del Tema de Estudio

Syngenta (2015), manifiesta, que el hongo no es fácilmente observable a campo. Se deben detectar las pústulas en el envés de los folíolos, que son transparentes al inicio de la enfermedad, que es cuando son efectivas las medidas de control. Lo recomendable es extraer entre 30 y 40 folíolos del estrato inferior del cultivo y revisar bajo lupa de 10x o 40x la presencia de pústulas.

CropLife Latin America (2013), expresa que la roya asiática es considerada una de las enfermedades más severas que afecta los cultivos de soya. Es causada por el hongo *Phakopsora pachyrhizi* y desde su introducción en América Latina en el 2001 ha causado defoliación precoz de las plantas en la mayoría de las regiones de Brasil. La enfermedad está presente en todos los países de América Latina, pero la virulencia es más frecuente en los países de la región donde no hay estrés por temperatura o humedad en regiones con mejor distribución hídrica durante el desarrollo de cultivo. Factores como el exceso de lluvias, aplicaciones tardías de fungicidas y la gran cantidad de inoculo del hongo causan altas pérdidas.

1.2 Planteamiento del problema

La falta del conocimiento, manejo y control fitosanitario de Roya Asiática de la Soya (*Phakopsora pachyrhizi*), por parte de los agricultores de nuestra zona han hecho que se tenga pérdidas cuantiosas en la productividad y rentabilidad del cultivo.

1.3 Justificación

Por tanto se justifica la implementación del manejo y control fitosanitario, utilizando técnicas de prevención en la enfermedad fungosa Roya Asiática de la Soya (*Phakopsora pachyrhizi*), mediante el uso de fungicidas protectantes y sistémicos, de esta manera estaríamos garantizando la producción y la rentabilidad de este cultivo.

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Control de la enfermedad Roya Asiática de la Soya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya en la zona de Babahoyo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar las características que presenta la enfermedad Roya Asiática en el cultivo de soya
- ✓ Determinar la severidad de la enfermedad y la baja producción en nuestra zona.
- ✓ Relacionar la incidencia y el control de la enfermedad con la utilización de los diferentes productos químicos.

1.5 Fundamentación Teórica

Bromfield, (2004); Yeh, (2005); Tadashi, (2006), Expresa: la roya de la soya causada por el hongo *Phakopsora pachyrhizi* es una de las enfermedades más destructivas de este cultivo en regiones subtropicales o tropicales de Asia, África, Oceanía y el Continente Americano. La reducción de la producción debida a defoliación prematura puede variar entre un porcentaje insignificante y la pérdida total (FAO, 2010) si no se aplican oportunamente medidas de control

Vaquero Mariela (2017), Manifiesta que "La roya asiática es uno de los ejemplos de una de las enfermedades más importantes del cultivo, ya que el carácter explosivo de sus epidemias y los daños registrados en la región, obligan a que su control sea considerado especialmente. La presencia de agua libre en la superficie de las hojas y las altas precipitaciones y temperaturas que rondan entre los 16 y 24°C, contribuyen a la aparición y desarrollo de esta enfermedad", explicaron los técnicos de BASF, quienes brindaron algunos consejos para que los productores se mantengan alerta durante las distintas fases de los cultivos

1.6 Hipótesis.

El conocimiento del manejo fitosanitario ayudaría a realizar controles preventivos efectivos para garantizar la productividad y rendimiento del cultivo de soya.

1.7 Metodología de la Investigación

1.7.1 Localización

La presente investigación bibliográfica se realizó, en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el kilómetro 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo, con coordenadas geográficas de 79° 32,3' longitud oeste y 0,1° 49' latitud sur, sitio elevado a 8 m.s.n.m.

La zona presenta un clima de tipo tropical húmedo, con temperatura media anual de 24.7 °C; una precipitación anual de 1564.4 mm/año; humedad relativa de 76% y 834.7 horas de heliofania de promedio anual.

1.7.2 Métodos de la investigación

Para el desarrollo de este trabajo se realizó investigación bibliográfica en diversas fuentes: Libros, revistas e internet, y consultando a docentes de la Escuela de Ingeniería Agronómica y Agropecuaria, en base a su experiencia en campo y cátedra que, con mucha paciencia aportaron información sobre el tema. Toda la información recolectada fue analizada usando técnicas de síntesis y reflexión de los contenidos sobre el manejo y/o control de la enfermedad Roya Asiática de la soya (*Phakopsora pachyrhizi*).

II. Revisión de literatura

2.1 Desarrollo del caso

2.1.1 Antecedentes

En Ecuador, la soya (*Glycine max* L. Merrill) es la base de la industria de aceites, margarinas vegetales y en la formulación de balanceados para la avicultura y otros rubros pecuarios, así para la elaboración de alimentos como leche y carne de soya o en el consumo directo como grano. La semilla en peso seco, contiene hasta 40 % de proteína, 20 % de lípidos, 17 % de celulosa y hemicelulosa, 7 % de azúcares, 5 % de fibra cruda y 6 % ceniza.

En la Cuenca del Río Guayas, anualmente se siembran alrededor de 50 000 ha, de soya, que son cultivadas por 5 000 agricultores aproximadamente; ésta producción solamente abastece los requerimientos de los fabricantes de balanceados por dos meses y el resto del año se cubre con importaciones de torta de soya. Actualmente, en nuestro país la producción nacional de torta de soya es casi insignificante, debido a que el consumo nacional es de 540 045 (tm) de torta al año.

Efrén Enrique Guale (2010), manifiesta que las bajas producciones de soya en el país se deben entre otros factores, a la falta de variedades mejoradas con resistencia y/o tolerancia a la incidencia de los principales problemas fitosanitarios como: *Phakopsora pachyrhizi*, *Peronospora manshurica*, *Cercospora sojina*, *Bemisia spp* y *Helidepta indicata*, pero principalmente, a la roya asiática, una enfermedad foliar que ha devastado esta oleaginosa en muchas partes del mundo.

2.1.2 Morfología de la soya

La planta es anual, herbácea y presenta una amplia variabilidad genética y morfológica debido al gran número de variedades existentes. Dentro de los caracteres morfológicos, algunos son constantes y otros variables; estos últimos son más afectados por las condiciones ambientales, resultados de la interacción genotipo medio ambiente.

2.2.1 Semillas

La semilla consiste en un embrión protegido por una fina cubierta seminal, tegumento o pericarpio. Está cubierta protege al embrión contra hongos y bacterias, antes y después de la siembra. Si la cubierta se resquebraja, las semillas tienen pocas posibilidades de desarrollarse y convertirse en una plántula sana.

El embrión está compuesto por radículas, hipocotilo y epicotilo. Los cotiledones que son carnosos y que representan casi la totalidad del volumen y peso de la semilla, contienen el aceite y la proteína. Además los cotiledones suministran alimentos a la plántula durante las primeras etapas de desarrollo, que comprende aproximadamente dos semanas.

La radícula más adelante se constituye en la raíz primaria. El hipocótilo impulsa los cotiledones hacia la superficie exterior y el epicotilo es la parte que luego va a constituir el tallo principal.

La semilla varía de forma, color y tamaño. La semilla de las variedades comerciales, generalmente, tienen forma oval, y el pericarpio es de color amarillo. El peso de 100 semillas varía de 2 a 40 g. el peso de semilla de las variedades de Iniap es influenciado por las condiciones ambientales y varía de 16 a 21 g. la centena. En cuanto al hilum o hilo, que es la cicatriz de la semilla sobre la cara externa de la cubierta seminal, presenta una coloración que puede ser: negro, gris claro y diferentes tonalidades de marrón.

2.2.2 Raíces

La radícula emerge de una hendidura en la cubierta seminal cerca del micrópilo y comienza a crecer hacia abajo, uno o dos días después de la siembra, formando la raíz principal. Luego se inicia el desarrollo de raíces secundarias para posteriormente emerger de éstas, las raíces terciarias. De la parte inferior del hipocótilo brotan raíces adventicias.

Posteriormente nacen los pelos radicales cerca de la punta de la raíz principal y de otras raíces jóvenes. El crecimiento de las raíces es continuo hasta el periodo llenado de las semillas; luego, comienza a declinar, para finalmente cesar poco antes que la semilla alcance su madurez fisiológica.

Para alcanzar rendimientos altos, es importante que el cultivo tenga el sistema radical extenso y bien nodulado, cuyo desarrollo, a su vez depende de la humanidad, tipo de suelo, método de cultivo y nutrientes, entre otros.

2.2.3 Tallo

El desarrollo de la parte aérea de la planta comienza con la emergencia del hipocótilo del suelo y termina con la formación de la semilla. Cuando las condiciones de profundidad, humedad y temperatura del suelo son ideales, la plántula emerge a los cinco días de haber sido sembrada.

La altura final de la planta está determinada por el número de nudos y entre nudos. También se ha visto que la altura es influenciada por el desarrollo y habito del tallo que puede ser, determinado cuando lleva una inflorescencia terminal, de la cual normalmente se desarrolla un racimo de frutos (variedades de Iniap), e indeterminado cuando no lleva en el ápice del tallo un racimo de flores.

El crecimiento de la planta de las variedades, determinadas se define una vez que la planta florece, mientras que en las de tipo indeterminado, puede seguir, llegando a duplicar su altura después de la floración.

De las yemas que se encuentran en las axilas foliares, de acuerdo con la variedad, nutrientes, humedad, población, se desarrollan ramas secundarias, en número variable, mismas que son similares morfológicamente al tallo. Las variedades determinadas, ramifican más que las indeterminadas.

2.2.4 Hojas

Las hojas primarias o unifoliadas son opuestas y están insertas en el nudo inmediatamente superior a los cotiledones. Las restantes hojas, tanto del tallo principal, como de las ramificaciones son trifoleadas (ocasionalmente algunas tienen 4 o 5 foliolos) y después en forma alterna.

La forma de los foliolos varía entre ovalada a lanceolada, siendo la más frecuente entre las variedades comerciales la ovalada. En cuanto al color de los foliolos estos dependen de la variedad, edad del cultivo y condiciones ambientales.

Los foliolos de las hojas trifoliadas, maduras generalmente varían de 4 a 20 cm de longitud y de 3 a 10 cm de ancho. Los foliolos presentan bordes enteros.

2.2.5 Flores.

La iniciación de la floración de un cultivo de soya depende de la variedad, temperatura y el fotoperiodo. Las flores aparecen en las axilas de las ramificaciones y/o raquis de las hojas en racimos compactos o flores espaciadas en racimos largos. El número de las flores por racimos puede ir de 5 a 10. En general, las variedades determinadas, tienen mayor número de flores o racimos que las indeterminadas. El periodo de floración es variable. En nuestras condiciones, en cultivos comerciales, desde la aparición de la primera hasta la última flor es de alrededor de 15 días.

La flor de la soya mide de 6 a 7 mm de longitud; es autógama y la polinización cruzada no sobrepasa el 1%. La flor tiene un cáliz tubular y una corola de cinco

pétalos, los cuales son de color blanco, púrpura, o con la base púrpura y el resto de la corola blanco.

El pétalo más grande denominado “estandarte”, se encuentra en la parte posterior. Dos pétalos laterales denominados alas y dos delanteros forma la estructura “quilla”. La flor tiene ovario, diez estambres (nueve soldados y uno libre) y un pistilo.

Se ha determinado que las flores que produce una planta, entre, el 20 y 80 % de ellas pueden abortar en cualquier momento del desarrollo, desde su iniciación hasta la formación de la semilla.

2.2.6 Fruto.

El fruto es una vaina o legumbre, que pierde su color verde a medida que se presenta la maduración y dependiendo de la variedad, su color puede ser: amarillo claro, amarillo grisáceo, castaño y negro.

La forma de las vainas puede ser recta o ligeramente curvada, el largo varía de 2 a 7 cm con un diámetro de 1 a 2,5 cm y el número de semillas de 1 a 5 por vainas. Las variedades comerciales de soya presentan vainas con una, dos o tres semillas, las cuales son generalmente indehiscentes.

2.2.7 Pubescencia.

Los tallos, hojas y vainas están cubiertos por finos pelos o pubescencia, y cuando la planta está seca, estos pueden tomar un color gris o de diferentes tonalidades de castaño a marrón; pueden ser escasos o abundantes y, también encrespados, erectos o recortados. La pubescencia de la mayoría de las variedades comerciales es casi erecta. **Manual del cultivo de soya, 2da edición, enero 2005**

2.3 Clasificación Taxonómica

Reino	vegetal
División	Angiospermas
Clase	Dicotiledoneas
Orden	Rosales
Familia	Leguminosas
Subfamilia	Faboideae
Género	Glycine
Subgénero	Soya
Especie	G. Max(L) Merrill

Enfermedad de la Planta de soya Roya Asiática

Fredy Salamanca (2015), expresa que la roya asiática es considerada una de las enfermedades más severas que afecta los cultivos de soya. Es causada por el hongo *Phakopsora pachyrhizi* y desde su introducción en América Latina en el 2001 ha causado defoliación precoz de las plantas en la mayoría de las regiones de Brasil. La enfermedad está presente en todos los países de América Latina, pero la virulencia es más frecuente en los países de la región donde no hay estrés por temperatura o humedad en regiones con mejor distribución hídrica durante el desarrollo de cultivo. Factores como el exceso de lluvias, aplicaciones tardías de fungicidas y la gran cantidad de inóculo del hongo causan altas pérdidas.

L. Daniel Ploper y Mario R. Devani (2014), deducen que los síntomas iniciales se pueden observar en las hojas inferiores de plantas próximas o en floración,

primero se aprecia una decoración amarilla en el haz de las hojas inferiores. A medida que avanza la infección avanza, las hojas se tornan amarillentas y las lesiones se manifiestan como pústulas pequeñas de color marrón.

Sillon Margarita (2015), dice que es una enfermedad foliar ocasionada por un hongo biótrofo que desarrolla en las hojas de soja pústulas en la cara abaxial y genera el “hambre fisiológico” de la planta a partir de la energía del vegetal que utiliza para su propia colonización y desarrollo. Con una infección generalizada, se pueden observar las pústulas en ambas caras y hay defoliación. El hongo no es fácilmente observable a campo. Se deben detectar las pústulas en el envés de los folíolos, que son transparentes al inicio de la enfermedad, que es cuando son efectivas las medidas de control. Lo recomendable es extraer entre 30 y 40 folíolos del estrato inferior del cultivo y revisar bajo lupa de 10x o 40x la presencia de pústulas.

Anepa (2016), manifiesta que la roya se inicia en las hojas con puntos pequeños de color verde grisáceos o verde plomizo, luego se tornan necróticos de color café oscuro o marrón, siendo con frecuencia más visibles en el envés de las hojas; Los síntomas iniciales son manchas necróticas de coloración café oscura o café clara rodeadas de un prominente halo amarillo, posteriormente estas manchas se hacen más grandes hasta 10 mm de diámetro formando anillos. La enfermedad se inicia en climas muy húmedos con temperaturas templadas y acompañadas de mojado foliar por más de 24 horas. Periodos secos disminuyen el ataque de esta enfermedad.

AYALA A., L. (2015), expresa que la roya de la soja es causada por dos especies de hongos del género *Phakopsora* las que fueron separadas taxonómicamente recién en 1992 (Ono et al., 1992): *Phakopsora pachyrhizi*, originaria de Asia, y

Phakopsora meibomia, originaria de Sudamérica. Ambas especies poseen estructuras morfológicas muy semejantes y causan en las plantas, una sintomatología similar. Sin embargo, difieren fundamentalmente en la intensidad de los daños que provocan en el cultivo ya que la especie asiática es más virulenta y agresiva que la sudamericana (Begenisic et al, 2004). El hongo afecta varios procesos del crecimiento de la planta tales como disminución en la capacidad fotosintética de las hojas y del crecimiento del tallo, aborto de vainas e interrupción del llenado de granos, afectando el tamaño de los granos y la calidad de la semilla. En condiciones favorables, tiempo fresco y húmedo, es posible progresar desde una infección inicial a una de 90% en tres semanas.

Lehmann Guillermo (2015), indica que los síntomas de la roya se pueden confundir con los causados por la mancha marrón (*Septoria glycines*) y la pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*). El nivel de pérdidas causado por la roya depende del estado fenológico en que comienzan los síntomas, y de la severidad de los mismos. El mayor efecto negativo de la enfermedad sobre el cultivo se relaciona con la madurez anticipada y el rendimiento del mismo. Con altas temperaturas y tiempo seco, la evolución de la enfermedad es más lenta. Hasta tanto no se dispongan de cultivares de buen comportamiento frente a la enfermedad la aplicación de fungicidas foliares apenas se detecten los primeros síntomas se constituye en una herramienta factible de ser utilizada para minimizar los daños causados por la roya. Si las condiciones favorables para la enfermedad persisten durante un tiempo prolongado pueden ser necesarias varias aplicaciones.

Wilfrido Morel (2014), considera a la roya como una de las enfermedades más importantes en el cultivo de soya en nuestro país. Por el efecto destructivo de este patógeno, podría tenérselo, en algunos casos, como una limitante en la producción, a juzgar por los reportes de pérdidas de rendimiento que van desde el

30% hasta el 90% en los diferentes países donde han registrado su aparición. El control de la enfermedad se dificulta en gran parte debido a la falta de cobertura con el fungicida aplicado, específicamente en las hojas bajas de la planta, lugar donde se origina la infección del patógeno. Actualmente se llega a una media de 2 a 3 aplicaciones de fungicida para el control correspondiente. En algunos casos, empiezan el tratamiento una vez que la enfermedad se ha establecido en el cultivo, por lo que no siempre se aseguran el éxito esperado.

Silvia D. de Vallone (2014), indica que los primeros síntomas se caracterizan por pequeños puntos en las hojas de color grisáceo, que a medida que aumentan toman bordes angulares y coloración más oscura (marrón claro - marrón oscuro). En el envés de las hojas se observa en correspondencia con dichos puntos una protuberancia (pústulas), al principio claro y luego oscuro, con un pequeño orificio por donde saldrán las uredosporas. La cantidad de pústulas por manchas son variables. Las lesiones de la roya americana son marrón rojizas, las de la roya asiática prácticamente no produce coloración. Las lesiones se pueden observar luego en ambas caras de las hojas, pero son más numerosas en el envés. En ataques severos, las lesiones también se detectan en los tallos, pecíolos y vainas, produciéndose amarillamientos de hojas y defoliación reduciéndose el número de vainas, el número de granos y el peso de los granos.

Felipe Rafael Garcés Fiallos (2013) expresa que se relaciona la incidencia con la severidad de la roya asiática de la soya, donde los valores generados por las ecuaciones pueden ser usados en cualquier estudio de este patosistema, proporcionando una herramienta para evaluar la incidencia como también la severidad. Se generaron gradientes de la enfermedad mediante el uso de fungicidas y momentos de aplicación, de manera preventiva y curativa. El experimento de campo con el cultivar Nidera 5909 RG, fue distribuido en bloques completos al azar. La intensidad de la roya asiática fue medida en los estratos

inferior, medio y superior de la planta, a través de diferentes conteos de incidencia (porcentaje) y severidad (lesiones cm-2, urédias cm-2 y porcentaje) en folíolos. Las regresiones realizadas, presentaron una correlación significativa entre incidencia y severidad a 1% de probabilidad. Con los datos obtenidos, el evaluador puede escoger el método de cuantificación mas razonable o confiable a su criterio para otros trabajos de investigación o aplicar un determinado control de la enfermedad, utilizando las ecuaciones lineales generadas, facilitando el trabajo de cuantificar la roya asiática, bien se busque medir la incidencia (%) o el número de lesiones cm-2, urédias cm-2 o severidad (%).

Mariela Vaquero (2017), manifiesta que "La roya asiática es uno de los ejemplos de una de las enfermedades más importantes del cultivo, ya que el carácter explosivo de sus epidemias y los daños registrados en la región, obligan a que su control sea considerado especialmente. La presencia de agua libre en la superficie de las hojas y las altas precipitaciones y temperaturas que rondan entre los 16 y 24°C, contribuyen a la aparición y desarrollo de esta enfermedad", explicaron los técnicos de BASF, quienes brindaron algunos consejos para que los productores se mantengan alerta durante las distintas fases de los cultivos.

Norma Formento, y Mercedes Scandiani, indican que las enfermedades foliares del cultivo de soya constituyen importantes factores que limitan y disminuyen la producción y calidad del cultivo. Durante los últimos años los niveles de ataque de algunas enfermedades se han incrementado debido principalmente a la combinación del monocultivo de soya y la siembra directa. Este es el caso de las denominadas enfermedades de fin de ciclo (EFC). Se entiende por EFC a un grupo de enfermedades cuyos síntomas se manifiestan en estados reproductivos intermedios y avanzados. Sus efectos dependen de los tejidos afectados, algunas EFC se manifiestan principalmente en las hojas (como la mancha marrón por *Septoria*) y su efecto principal redundan en el rendimiento. Otras afectan

principalmente tallos y vainas, como la antracnosis y el tizón por *Phomopsis*, y su principal efecto es sobre la calidad de la semilla, mientras que otras como el tizón por *Cercospora kikuchii* manifiestan sus síntomas tanto en hojas, como en tallos y vainas redundando en ambos parámetros.

Antonio Ivancovich (2014), determina que esta enfermedad fue la más importante de la soya en América Latina durante la primera década de expansión del cultivo (1980-1990). Existen evidencias de la introducción del patógeno a los lotes a través de las infecciones concomitantes, o sea el uso de semillas acompañadas con esclerocios, debido al desconocimiento de la presencia e importancia de esas estructuras. Esto explica la rápida aparición de la enfermedad apenas comenzado el desarrollo del cultivo de soya en el país. Esta enfermedad puede manifestarse en soya de dos formas diferentes: Este tipo de infección es producida por el contacto del micelio del hongo, originado a partir de los esclerocios, presente en el suelo y/o rastrojos de años anteriores, con las raíces, y puede ocurrir durante cualquier estado fenológico de la planta.

Oscar Sacchi (2016), indica que los síntomas (respuestas visibles de la planta al patógeno) y los signos o pústulas (formas reproductivas del hongo *Phakopsora*) desarrollados por la roya de la hoja, coexisten con los originados por otras enfermedades fúngicas y bacterianas. La diferenciación requiere de entrenamiento previo. La sintomatología producida por roya coexiste con otras lesiones foliares causadas por plagas frecuentes como los trips y araña.

Bromfield, (2004); Yeh, (2005); Tadashi, (2006), expresan que la roya de la soya causada por el hongo *Phakopsora pachyrhizi* es una de las enfermedades más destructivas de este cultivo en regiones subtropicales o tropicales de Asia, África, Oceanía y el Continente Americano. La reducción de la producción debida a

defoliación prematura puede variar entre un porcentaje insignificante y la pérdida total (FAO, 2010) si no se aplican oportunamente medidas de control.

INIAP (2005), indica que los hongos adquieren sus nutrientes por medios diferentes. Los hongos saprófitos se nutren de la materia orgánica muerta (hojas o tallos muertos, resto animal y materiales derivados de sustancias naturales). Los hongos parásitos requieren de hospedero vivo para la obtención de nutrientes. Un gran porcentaje de hongos puede actuar como saprófitos y parásitos. Los parásitos obligados por lo general tienen un estrecho rango de hospederos.

Syngenta, (2003), menciona que el viento es el principal factor que disemina la enfermedad y no se ha comprobado que se transmita por semilla, ni que sobreviva en residuos de cosecha. El hongo es un parásito obligado que necesita de hospederos vivos para poder subsistir. Las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad se presentan con temperaturas entre 18 y 26 °C y humedad relativa de 80 a 100 %, principalmente con presencia de agua en las hojas por un mínimo de seis horas y con un óptimo de 12 a 14 horas. Los periodos prolongados con temperaturas superiores a 28 °C son muy desfavorables para el hongo. Al llegar la espora a la hoja, si encuentra las condiciones óptimas, germina entre una y cuatro horas; la penetración ocurre a las seis horas por los estomas de la hoja y cinco días después aparecen los primeros síntomas, completando el ciclo en siete días para iniciar nuevamente la liberación de 6 esporas. La roya de la soya posee un amplio rango de hospederos y puede infectar unas 95 especies de más de 42 géneros de la subfamilia Faboidae. Muchos de ellos sirven, en ausencia de soya, como hospederos alternantes y son importantes fuentes de inóculo durante la estación de crecimiento

Control de la Enfermedad

De acuerdo a Marcelo Carmona (2004), la recomendación es comenzar el monitoreo a partir de floración R1 y hasta dos veces por semana cuando las condiciones ambientales sean predisponentes a la enfermedad. Para efectuar el muestreo en lotes comerciales, es aconsejable recorrer los cuatro lados de un lote o situación semejante, evitando borduras, sacar de 20 en 20 pasos, al menos 5 plantas por lado, totalizando 20 plantas por lote. Luego se debe proceder al corte con una tijera de podar, de las ramificaciones, raíz y tercio superior de cada planta, reteniendo sólo el tercio foliar inferior y medio del tallo principal. En el lugar de observación, proceda a preparar las muestras asegurándose de una buena luz solar y separe los folíolos centrales especialmente del tercio inferior para proceder a la observación con lupa de 20 aumentos. En aquellos casos en que la observación con lupa no se realice en el potrero, es conveniente que proteja las plantas de la desecación, ya que las plantas de soja son muy susceptibles a secarse. Para ello envuelva las plantas en un papel, o un paño humedecido con agua; identifíquelas y llévelas a la brevedad a un lugar apropiado para la observación. Si van pasar varias horas, sería recomendable contar con una heladera de telgopor y elementos refrigerantes para asegurar la turgencia de las mismas.

Fungicidas

Terán A. Ascencio G., García P (2008), determina que la aplicación de fungicidas es el método más utilizado para controlar la roya. Una detección temprana, complementada con la aplicación oportuna de fungicidas, es la mejor alternativa para su control. 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 y la edad de las plantas. 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 (lo cual está dado por el tipo y tamaño de las boquillas usadas) y las condiciones climatológicas al momento de la aplicación. El objetivo de la aplicación es la reducción de la carga de esporas en las hojas inferiores y la protección de las hojas medias y superiores. La efectividad de la aplicación será mayor en la medida en que las hojas inferiores reciban suficiente ingrediente activo para controlar el patógeno.

Ayala A., I., Orrego f., A. I., Martínez O., R. (2013), manifiestan que el control químico es el método más utilizado para el manejo de esta enfermedad, ya que aplicaciones tempranas reducen la carga de esporas en las hojas inferiores protegiendo las medias y superiores. En los países en los cuales el hongo provoca daños, se realizan aplicaciones de fungicidas como Mancozeb; los triazoles: Cyproconazole, Tebuconazole, Difenconazole, Epoxiconazole y las estrobilurinas: Azoxistrobin, Pyraclostrobin, y Trifloxystrobin (Begenisic et al,2004)

Bayer CropScience (2019), determina que Atracol es un fungicida protectante contra todo tipo de hongos, con efecto multi-sitio que evita la generación de resistencia, con excelente miscibilidad con protectores de uso común y fitocompatible con los principales cultivos de la región. Aporta Zinc altamente asimilable, elemento indispensable para el óptimo crecimiento de las plantas y la mejor calidad de los frutos

Bayer CropScience (2019), especifica que debe aplicarse Esfera 26,75 EC cuando la enfermedad empiece a mostrar tendencias a la alza según la curva de comportamiento histórico anual de la enfermedad en la región productora. Use Esfera 26,75 EC, dentro de un programa de rotación con fungicidas de otros grupos químicos. No haga más de dos aplicaciones al año. Aplicar Esfera 26,75

EC, al aparecer los primeros síntomas y repita la aplicación 15 días después, si es necesario. En café el intervalo puede ser 30 días.

Bayer CropScience (2019), especifica que Caporal es un fungicida sistémico de efecto preventivo, curativo y erradicativo para las principales enfermedades de soya, café (Roya, Mancha de Hierro y Antracnosis), compatible con el cultivo y conveniente residualidad.

Bayer CropScience (2019), determina que Folicur es un fungicida Sistémico perteneciente al grupo de los Triazoles, actúa de forma preventiva como curativa. Su mecanismo de acción es de sitio específico, inhibiendo la síntesis del ergosterol.

2.7 Situaciones detectadas

Entre las situaciones detectadas están:

Por la falta del conocimiento sobre el manejo y control fitosanitario de la enfermedad, por parte de los productores del cultivo de soya.

Reducción de la producción debido a la severidad e incidencia de la enfermedad en el cultivo de soya.

2.8 Soluciones Planteadas

Las soluciones planteadas son:

- ✓ Difundir la información obtenida sobre el Manejo y control de la enfermedad a fin de que los productores sojeros realicen un control eficiente y eficaz de la enfermedad.

- ✓ Promover el control fitosanitario para erradicar y bajar niveles de infección de la enfermedad Roya Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*)

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

De acuerdo a la revisión bibliográfica de diferentes autores hemos podido determinar las siguientes conclusiones

- ✓ A través de un buen manejo y control fitosanitario podemos controlar la incidencia y severidad de la enfermedad en el cultivo de soya.
- ✓ El utilizar diferentes tipos de moléculas de fungicidas y rotaciones de cultivos ayudan a mejorar el rendimiento y productividad del cultivo de soya.
- ✓ El uso de variedades mejoradas y resistentes a la enfermedad Roya Asiática de la Soya (*Phakopsora pachyrhizi*) ayudaría a incrementar la productividad de la planta.

Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones expresadas se recomienda lo siguiente:

- ✓ Es necesario que los agricultores conozcan del manejo y control de la incidencia y severidad de la enfermedad Roya Asiática de la Soya (*Phakopsora pachyrhizi*) mediante métodos de evaluación y monitoreo de la misma.
- ✓ Es importante que los agricultores se capaciten para poder identificar la enfermedad mediante las características que presenta la enfermedad durante los primeros estadíos de la infección, de tal manera que se pueda controlar oportunamente la enfermedad sin tener pérdidas económicas cuantiosas.
- ✓ Realizar rotación de diferentes moléculas de productos fungicidas a fin de evitar problemas de sensibilidad y resistencia del hongo.
- ✓ Utilizar variedades mejoradas y resistentes a la enfermedad Roya Asiática, como la variedad 309 de Iniap que es una variedad que ha sido mejorada genéticamente la misma que posee un alto porcentaje de rendimiento y productividad.

RESUMEN

CONTROL DE LA ENFERMEDAD ROYA ASIÁTICA DE LA SOYA (*PHAKOPSORA PACHYRHIZI*) EN EL CULTIVO DE SOYA EN LA ZONA DE BABAHOYO PROVINCIA DE LOS RÍOS

AUTOR:

Ángel Tomas Mora Vargas

TUTOR:

Mg. Ing. Agric. Yari Ruiz Parrales MAE.

La explotación de la soya después del arroz y maíz constituye uno de los cultivos de ciclo corto de mayor importancia en el litoral ecuatoriano. En la provincia de Los Ríos se siembran durante el periodo seco más de 50.000 ha, oscilando los rendimientos entre 1000 a 1800 kg/ha, variación que se debe al uso de la tecnología desarrollada por el cultivo.

La roya de la soya es una enfermedad producida por el hongo (*Phakopsora pachyrhizi*), que cuenta con gran número de hospederos principales incluyendo a la soya (*Glycine max*), soya silvestre (*G. sojae*), habilla (*Pachyrhizu serosus*), habichuela o frijol (*Phaseolus vulgaris*). La infección severa del patógeno merma en el rendimiento, por ende afecta económicamente al productor.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Al final del ciclo del cultivo se evaluó: altura de plantas, días a floración, altura de carga, número de vainas por planta, números de granos por vaina, rendimiento por hectárea, incidencia y severidad de la enfermedad. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Palabras claves: cultivos de ciclo corto, enfermedad, hospederos, rendimiento.

SUMMARY

CONTROL OF RUST DISEASE ASIAN SOY (PHAKOPSORA PACHYRHIZI) IN THE CULTIVATION OF SOY IN THE AREA OF BABAHOYO RIVERS PROVINCE

AUTHOR:

Ángel Tomas Mora Vargas

TUTOR:

Mg. Ing. Agric. Yari Ruiz Parrales MAE.

The exploitation of soybean after rice and maize is one of the short-cycle crops of major importance in the Ecuadorian coast. In the province of Los Rios are planted during the dry period, more than 50,000 ha, yields ranging from 1000-1800 kg / ha, a variation that is due to the use of technology developed by the crop.

The soybean rust is a disease caused by the fungus *Phakopsora pachyrhizi* , with large numbers of primary hosts including soybeans (*Glycine max*) , wild soybean (*G. sojae*) , habilla (*Pachyrhizus erosus*) , beans or bean (*Phaseolus vulgaris*) . Severe infection of the pathogen reduction performance therefore affects the producer financially.

The treatments were arranged in a complete block design random. At the end of the crop cycle were evaluated: plant height, days to flowering, loading height, and number of pods per plant, number of grains per pod, yield per hectare, incidence and severity of disease. For the evaluation of means used the Tukey test at 5 % significance.

Keywords: short cycle crops, disease, hosts, yield.

Bibliografía

<https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/roya-de-la-soya>

<https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/principal.pdf>

<file:///C:/Users/MASTER/Downloads/enferm-roya-asiatica2.pdf>

<https://www.syngenta.com.ar/file/8956/download?token=YSna-2jv>

https://rhes.ruralhorizon.org/uploads/documents/cartilla_4_enfermedades.pdf

<http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/download/51/48/>

<http://www.cooperativalehmann.coop/agroinsumos/notas-tecnicas/202/control-preventivo-de-enfermedades-en-el-cultivo-de-soja>

<https://inta.gob.ar/documentos/roya-de-la-soja>

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/29371/37149>

Bromfield, K.R. 2004. Soybean Rust. Monograph II. St. Paul , Mn , U.S.A. American Phytopathological Society.

Syngenta. 2013. Catalogo de productos y servicios. Disponible en www.syngenta.com.ec.

<https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/tecnologiaaplicacion.pdf>

http://www.oleaginosas.org/impr_245.shtml

<file:///C:/Users/TRES-PC/Downloads/51-1-196-1-10-20130819.pdf>

<https://www.bayercropscience-ca.com/es/Productos/Fungicidas.aspx>

<http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4583/1/Tesis%20de%20Grado.pdf>

ANEXOS

Imágenes y Fotografías de la enfermedad Roya Asiática ((*Phakopsora pachyrhizi*)



Primeros síntomas de la enfermedad



Necrosis total o muerte del vegetal
Presentando pequeños puntos o manchas cloróticas
de aproximadamente un milímetro de diámetro

Presentación de pústulas más acentuadas
de color café marrón



Presencia de un 50% de infección en el cultivo