



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**TESIS DE GRADOPRESENTADO AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

**EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE DIFENOCONAZOLE Y ESTROBIRULINAS,
SOLOS Y EN MEZCLA PARA EL CONTROL DE LA ROYA (*PHAKOPSORA
PACHYRHIZI*) EN EL CULTIVO DE SOYA**

AUTOR:

ALEXIS FABIÁN COELLO BAÑOS

ASESOR:

ING. AGR. JOFFRE LEÓN PAREDES MBA

BABAHOYO-LOS RÍOS-ECUADOR

2013

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**TESIS DE GRADO PRESENTADO AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

**EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE DIFENOCONAZOLE Y ESTROBIRULINAS,
SOLOS Y EN MEZCLA PARA EL CONTROL DE LA ROYA (*PHAKOPSORA
PACHYRHIZI*) EN EL CULTIVO DE SOYA**

AUTOR:

ALEXIS FABIÁN COELLO BAÑOS

ASESOR:

ING. AGR. JOFFRE LEÓN PAREDES MBA

BABAHOYO-LOS RÍOS-ECUADOR

2013

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

DE:

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

**EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE DIFENOCONAZOLE Y ESTROBIRULINAS,
SOLOS Y EN MEZCLA PARA EL CONTROL DE LA ROYA (*PHAKOPSORA
PACHYRHIZI*) EN EL CULTIVO DE SOYA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

ING. Oscar Mora C.

PRESIDENTE

ING. Rosa Guillén M.

VOCAL

ING .Félix Ronquillo I.

VOCAL

La responsabilidad por las investigaciones, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en esta tesis son exclusivas responsabilidad del autor.

Fabián Coello B.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios quien me dio la Vida y la ha llenado de bendiciones en todo este Tiempo, a él que con su infinito amor me ha dado la Sabiduría suficiente para culminar mi carrera Universitaria.

Quiero expresar mi más sincero Agradecimiento, reconocimiento y cariño a mis Padres por todo el esfuerzo que hicieron para darme Una profesión y hacer de mí una personas de bien, Gracias por los sacrificios y la paciencia que Demostraron todos estos años; gracias a ellos he Llegado a donde estoy.

Gracias a mis hermanas quienes han Sido mis amigas fieles y sinceras, en las que Hemos podido confiar y apoyarme para seguir Adelante.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra Forma me ayudaron a crecer como personas y como Profesional.

Agradezco también de manera especial a mí Director de tesis quién con sus conocimientos y apoyo Supo guiar el desarrollo de la presente tesis desde el Inicio hasta su culminación.

“Ahora puedo decir que todo lo que soy es Gracias a todos ustedes”

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis:

A Dios por mostrarme día a día que con humildad,
Paciencia y sabiduría toda es posible.

A mis padres y hermanos quienes con su amor,
Apoyo y comprensión incondicional estuvieron siempre

A lo largo de mi vida estudiantil; a ellos que
Siempre tuvieron una palabra de aliento en los
Momentos difíciles y que han sido incentivos para alcanzar
mis objetivos.

INDICE

| | |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN. | 1 |
| OBJETIVOS | 2 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 15 |
| IV. RESULTADOS | 21 |
| V. DISCUSIÓN | 34 |
| VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 36 |
| VII. RESUMEN | 38 |
| VIII. SUMMARY | 40 |
| IX. LITERATURA CITADA. | 42 |
| ANEXOS | 45 |

I. INTRODUCCIÓN.

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. Esta leguminosa-oleaginosa se destaca por el contenido de proteína y aceite, muy ampliamente utilizada por la industria de balanceados y aceites.

En la provincia de Los Ríos se siembra durante el periodo seco (a partir del 15 de mayo, aprovechando la humedad remanente de los suelos), mas de 40.000 ha, especialmente en las partes bajas de los cantones de Quevedo, Urdaneta, Pueblo Viejo, Vinces, Baba, Babahoyo y Montalvo y también en algunos sectores de los cantones Juján y Simón Bolívar de la provincia del Guayas^{1/}.

Los rendimientos oscilan entre 1000 a 1800 kg/ha, variación que se debe al uso de la tecnología desarrollada por el cultivo. Los productores que utilizan todo el paquete tecnológico (fechas de siembra, semilla certificada, cero labranza, distancias de siembra, control de malezas y plagas) obtienen buena producción a diferencia de quienes no la utilizan.

Los bajos rendimientos están ligados, especialmente con los pequeños productores (59 % de las UPAs soyeras corresponden a tamaños inferiores a 10 ha); pues estos son los que menos tecnología emplean en la explotación. Entre otras, la fecha de siembra.

La siembra no oportuna trae como consecuencia, por una parte la pérdida de humedad remanente de los suelos y por otra que la producción se vea afectada por el clima que prevalece durante los meses del ciclo del cultivo. Se conoce que la

^{1/}<http://www.magap.gob.ec/sigagro/>

temperatura y humedad relativa varían en el periodo seco partir de mayo disminuye la primera y a partir de julio la segunda.

Además la variación climática trae como consecuencia que en determinados meses del año, las condiciones ambientales sean favorables para la manifestación de determinadas enfermedades. En soya se han reportado el “mildiú veloso” *Peronospora manshurica*, “Tizón de la hoja” o mancha purpura de la semilla *Cercospora kikuchii*, “mancha ojo de rana” o “cercosporiosis” *Cercospora sojina*, “mancha amarilla” o “viruela” *Corynespora cassicolay* la “roya” *Phakopsora pachyrhizi*. Las plagas en general a más de afectar la producción tienen influencia en la calidad de la semilla y muchas enfermedades pueden ser transmitidas a la siguiente siembra, cuando se recicla la semilla.

La roya de la soya es una enfermedad causada por el hongo *Phakopsora pachyrhizi*, alcanza su máximo potencial de crecimiento entre 15 a 28 °C y con alto nivel de humedad relativa en un período de 6 a 12 horas, los períodos de rocío ó humedad relativa menores a 6 horas no generan mayor problema.

Los hospederos principales incluyen soya (*Glycine max*), soya silvestre (*G. sojae*), habilla (*Pachyrhizu serosus*), habichuela o frijol (*Phaseolus vulgaris*).

La infección severa del patógeno merma el rendimiento, por ende afecta económicamente al productor, de allí que a este trabajo está encaminado a encontrar alternativas de control de la enfermedad mencionada, y de manera incrementar la producción por lo cual se justifica la realización del presente trabajo de investigación.

1.1. Objetivo General.

- Determinar los efectos de difenoconazole y estrobirulinas, solos y en mezcla para el control de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya en la zona de Babahoyo.

1.1.1 Objetivos Específicos.

- Determinar los efectos de difenoconazole y estrobirulinas, solos y en mezcla para el control de la roya en soya
- Identificar la dosis más efectiva en el control de la enfermedad mencionada.
- Analizar económicamente los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Exigencias en clima

La soya (*Glycine Max*), es una de las leguminosas más importante en la dieta de los ecuatorianos, especialmente en familias de escasos recursos económicos. En el país, dentro de los granos básicos, la soya ocupa un sitio importante después del arroz y el maíz; tanto por la superficie sembrada como por la cantidad que consume la población. La soya se cultiva a nivel nacional variando, desde luego, el área de siembra, los rendimientos y las etnologías de manejo de una región a otra (Biblioteca del campo, 1997).

Respecto a la humedad, durante su cultivo, la soja necesita al menos 300 mm de agua, que pueden ser en forma de riego cuando se trata de regadío, o bien en forma de lluvia en aquellas zonas templadas húmedas donde las precipitaciones son suficientes.

2.2. “Roya” (*Phakopsora pachyrhizi*).

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 (Bromfield, 2004; Yeh, 2005; Tadashi, 2006). 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.

Las plantas de soya son susceptibles a *P. Pachyrhizi* en todos los estados de crecimiento, pero son más afectadas durante la etapa reproductiva, principalmente durante el desarrollo de la semilla; es una enfermedad típica de la hoja, pero la infección puede aparecer en pecíolos y brotes jóvenes (Bromfield, 2004).

Las lesiones comienzan como diminutos puntos amarillentos en las hojas del tercio inferior de la planta; estas manchas coloróticas se transforman en manchas bronceadas o castaño rojizas, angulares, de 2 a 5 mm². Las lesiones provocadas por la roya pueden ser similares a las causadas por pústulas bacterianas (*Xanthomonas axonopodis* var. *Glycines*), al mildiu (*Peronospora manshurica*) y a la mancha marrón (*Septoria glycines*), pero se distinguen, al observar la hoja con una lupa o un microscopio, por los uredios en forma de “ampollas” localizados en el centro de las lesiones, en el envés de la hoja. A través de una abertura circular u ostiolo, los agrupamientos de uredosporas emergen del uredio, dando una apariencia polvosa, levemente rosada, a la superficie de la lesión. Las hojas afectadas se secan y la planta sufre una defoliación precoz (Tadashi, 2006)

El hongo *Phakopsora pachyrhizi* se observó por primera vez en Japón en 1902, y en 1934 el patógeno ya se encontraba en muchos países de Asia y Australia (USDA-APHIS), y en el año 1994 se identificó su presencia en Hawai. En la actualidad el hongo *P. pachyrhizi* está distribuido a través de África, Asia, Australia, América del Sur y Estados Unidos. En Asia, Brasil, Paraguay, África del Sur y Zimbawe se ha reportado una rápida dispersión y daños severos que han causado pérdidas de rendimiento del 10 al 80 % en los cultivos.

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

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 Faboidea. Muchos de ellos sirven, en ausencia de soya, como hospederos alternantes y son importantes fuentes de inóculo durante la estación de crecimiento (Syngenta, 2003).

Cabrera (2006), señala que las temperaturas cálidas y la humedad casi siempre elevada, influyen decisivamente en la aparición de enfermedades, pero la prevalencia de algunas de ellas se ve notablemente acrecentada cuando se producen marcadas amplitudes pluviométricas.

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.

Terán (2006), menciona que el hongo *Phakopsora pachyrhizi*, causante de la roya asiática de la soya, es un parásito obligado, ya que necesita tejido vivo para sobrevivir. Las estructuras de diseminación llamadas uredosporas son globosas u ovaladas, de coloración clara a oscura. Este hongo tiene un ciclo de vida corto, sin embargo, se multiplica rápidamente ya que completa varios ciclos dentro de un mismo periodo de siembra.

El INTA (2005), indica que el hongo *Phakopsora pachyrhizi* que ocasiona la roya asiática de la soja (*Glycine max L.*), enfermedad endémica de Asia, se comporta actualmente como una enfermedad potencialmente devastadora para todas las áreas sojeras del mundo. En América del Sur y Asia las pérdidas registradas hasta el presente oscilan entre el 10 y el 80 % del rendimiento y son ocasionadas por una defoliación prematura (de hasta 30 días), menor número y peso de granos y baja calidad de las semillas.

Así mismo señala que las condiciones óptimas para su desarrollo son temperaturas medias de 18 a 25°C y humedad relativa alta de 75 a 80 % durante un periodo de 10 a 12 horas, que favorezca la presencia de rocío en las plantas. El daño ocasionado por ataque de la roya asiática depende de la severidad del mismo y del estado de desarrollo de la planta. Una defoliación temprana afecta el número de vainas por planta y granos por vaina, así como el tamaño de las semillas. Un daño moderado de la enfermedad reduce el número de semillas por vaina y el peso de las semillas. Cuando la infección ocurre cerca de la madurez fisiológica el efecto sobre el rendimiento es mínimo.

Bromfield (2004), reporta que *P. pachyrhizi* además de sobrevivir en plantas espontáneas de soja, puede hacerlo sobre numerosas leguminosas forrajeras como kudzu, cajanus y mucuna.

El hecho de que las urediniosporas sean fácilmente dispersadas por el viento a grandes distancias como otras características importantes que posee, como son:

- Que se trata de un patógeno policíclico, o sea que produce varias generaciones durante el ciclo de cultivo;
- Que cada urediniosoro produce numerosas urediniosporas;
- Que el hongo penetra directamente a través de la epidermis del hospedante, lo que hace que la infección sea rápida y fácil, y

Si se dan condiciones ambientales favorables para la infección (mínimo 6 horas de rocío y temperaturas óptimas entre 18 y 25°C), la roya puede desarrollarse rápidamente produciendo cada 10-12 días una nueva generación de esporas. La soja es susceptible al hongo durante todo el ciclo del cultivo por lo que las pérdidas dependerán del estadio fenológico en que comiencen los síntomas, de la severidad y del progreso de la enfermedad. El hongo produce disminución de la capacidad fotosintética de las hojas y del crecimiento del tallo, aborto de vainas e interrupción

del llenado de granos, afectando el tamaño y la calidad de la semilla (Godoy y Canteri, 2004).

2.3. Control de la Enfermedad.

Durante el intercambio comercial de productos agrícolas, es probable que el grano de soya se coseche en áreas infectadas, mismas que reciben tratamientos cuarentenarios (generalmente con fungicidas) con la finalidad de reducir la incidencia de la enfermedad en el campo y asegurar la cosecha del cultivo. El grano de soya destinado a la exportación y que proviene de países con presencia de la roya de la soya, debe limpiarse de material extraño para cumplir con los requerimientos fitosanitarios del país importador. Una vez limpio, el grano de soya debe secarse y mantenerse a niveles óptimos de humedad (12-15 %) durante por lo menos 60 días antes de su embarque a Estados Unidos de Norteamérica (USDA-APHIS, 2004).

El control cultural para roya asiática consiste en la destrucción de malezas hospedantes disminuye el nivel del inóculo. Sin embargo las malezas hospedantes podrían ser muy numerosas o de amplia distribución, donde con seguridad el patógeno tendrá la capacidad de diseminarse a grandes distancias, así mismo los enemigos naturales. Algunos virus conocidos infectan al género *Puccinia* spp. y probablemente a otras royas. En el Lejano Oriente algunas especies de *Darluccha* atacan a *Phakospora pachyrhizi*, sin embargo y a pesar de ser muy común, el nivel de ataque no parece reducir los daños. Al parecer el *Urocladium* y *Sphaerolopsis* pueden ser efectivos como agentes de biocontrol, aunque por otra parte, es probable que el control biológico no sea posible por ahora, ni en el futuro inmediato (USDA-APHIS, 2002).

El control químico de la roya asiática no se realiza por ningún químico por sí solo, ya que ninguno de los existentes posee la efectividad suficiente para eliminar la enfermedad de la roya de la soya. La aplicación periódica de las formulaciones del complejo de zinc "ion-maneb" ofrece una forma favorable de control a lo largo de la etapa de crecimiento del cultivo. En Tailandia la aplicación de aspersiones a base de

piperazina W524, oxicarboxin, mancozeb y maneb son efectivos para reducir las pérdidas en semillas de soya (CABI, 2003).

El Departamento de Agricultura de Texas y la Agencia para la Protección del Ambiente (EPA) en Estados Unidos autorizan el uso del miclobutanil en el cultivo de soya para controlar la roya en la soya (Texas Department of Agriculture, 2004). El uso del azoxystrobin ha resultado altamente efectivo para controlar la roya en el estado de Kentucky, EU (Canadian Phytopathological Society, 2004; Godoy y Canteri, 2004).

Los plaguicidas utilizados deben aplicarse durante la etapa vegetativa del cultivo (Farmer's Advance, 2004), así como su aplicación antes de que la incidencia de la enfermedad exceda el 5%, procurando hacer una rotación de fungicidas para prevenir el desarrollo de la resistencia. Posteriormente es necesario un segundo tratamiento 21 días después del primero de acuerdo al Agronomy Channel (2005).

Un estudio preliminar realizado por APHIS en Estados Unidos de Norteamérica (datos no publicados) relacionado con la sobrevivencia de las uredio-esporas de la roya de la soya indicó que el tratamiento a 70 °C de temperatura durante dos minutos, son suficientes para matar a las uredio-esporas (USDA-APHIS, 2004). Las esporas de la roya son relativamente fáciles de matar, tanto la limpieza como el tratamiento en calor podrían disminuir el riesgo de importar al hongo, sin embargo los procesos resultan muy costosos (McGinnis, 2003).

Según el CABI (2003), en el corto plazo, el manejo exitoso de la enfermedad de la roya en la soya puede lograrse empleando buenas labores agrícolas, aplicando los fungicidas adecuados en etapas precisas del crecimiento de la soya y en las primeras etapas del desarrollo de la enfermedad; en cuanto al mediano y largo plazo, su control será mediante la selección de variedades de Soya tolerantes ó resistentes con propiedades agronómicas deseables. Actualmente, ninguna medida por sí sola ofrece el manejo exitoso de la enfermedad. Se deben desarrollar programas de

manejo específico en cada área de producción de la soya de acuerdo a factores económicos, tipo de cultivo, fecha de siembra, condiciones climáticas, tipo de suelo, así como dependiendo del número y frecuencia de detecciones de recurrencia de la roya.

El mayor efecto negativo es la madurez anticipada y la disminución del rendimiento. *P. pachyrhizi* no perdura en los rastrojos ni se trasmite por semilla. El control de la enfermedad se puede conseguir mediante un manejo que incluye control cultural, control legal y control químico, principalmente. El control mediante variedades resistentes, que es lo ideal, no se ha conseguido hasta la fecha, aunque se tienen identificados algunos genes que pueden conferirle a la planta esa característica, los cuales han sido denominados como Rpp 2 y Rpp 4 (Tadashi, 2006).

Dentro de las estrategias de tipo cultural está la eliminación de hospederos alternantes, incluyendo la “germinación” de soya en otros cultivos; las fechas de siembra tempranas que permiten a la planta escapar al periodo favorable climáticamente para el desarrollo de la enfermedad; la utilización de variedades precoces, cuya exposición a la infección sea menor, y el monitoreo constante de la enfermedad a través de cultivos trampa (soya sembrada muy temprano en distintas localidades) y en cultivos establecidos en las fechas de siembra recomendadas, intensificándose cuando las condiciones climáticas sean favorables para la enfermedad (Yeh, 2005).

Dentro de las acciones legales se recomienda respetar las fechas de siembra determinadas para cada región; la restricción o incluso, la eliminación de siembras de invierno para destruir el “puente verde” entre un ciclo y otro y también se considera la eliminación obligada de “nacencias” de soya en otros cultivos o en terrenos abandonados, considerando que el hongo sobrevive más allá de 50 días (FAO, 2010).

Tadashi (2006) menciona que para la aplicación del control químico, se deben de tomar en cuenta varios factores para la mayor eficiencia de las aplicaciones:

- Se deben iniciar las aplicaciones con la aparición de los primeros síntomas (una pústula por planta, en el tercio inferior de la misma).
- Las aplicaciones deben de realizarse con la mayor cobertura posible, lo cual se logrará con las siguientes acciones:
 - Utilizar menor densidad de plantas, con el mayor espacio posible entre surcos (15-19 plantas/m y 76 cm entre surcos)
 - De preferencia, realizar aplicaciones terrestres que permitan mayor gasto de agua (200 L/ha).
 - Lograr una cobertura de 60 gotas/cm² como mínimo, con un tamaño de gota menor a 200 micras
 - Si se opta por la aplicación terrestre, mantener la barra del aplicador a una altura media de 30 cm sobre el dosel del cultivo.
 - Si se opta por la aplicación aérea, utilizar el mayor gasto posible (mínimo 30 a 40 L/ha)
 - No aplicar con velocidad del viento superior a 10 km/h
 - Seguir las recomendaciones indicadas en los productos aplicados

Existen en el mercado dos grandes grupos de productos que deben utilizarse tomando en cuenta las características de cada uno. Los triazoles son productos curativos que tienen una residualidad de 14 días y las estrobilurinas, que son productos preventivos, tienen una residualidad de 21 días. Para cualquiera de los casos es muy importante conocer el estado de los síntomas en la planta, su estado de desarrollo y las condiciones climáticas prevalecientes, lo que será muy útil para la toma de decisiones al momento de escoger el producto que garantice un control más eficiente. Las mezclas de triazoles mas estrobilurinas son las más recomendadas para el control de enfermedades de fin de ciclo (EFC) en soja. Ahora bien las moléculas fúngicas tienen diferente eficacia de control. Pyraclostrobin es la estrobilurina que ha mostrado el mejor comportamiento durante varios ensayos, no solo por su actividad fúngica sino también por sus efectos fisiológicos bien marcados

en la generación del rendimiento. Mientras que el difenoconazole es el triazol más eficaz para el control de EFC en soya (FAO, 2010).

Syngenta menciona que las estrobirulinas fueron los primeros ingredientes activos descubiertos en la clase química de los compuestos B-metoxiacrilatos, estas son moléculas sintéticas análogas de ocurrencia natural, que están presentes en hongos de los géneros *Oudemansiella* y *Strobilurus*. Su modo de acción bioquímico está definido por la inhibición del transporte de electrones del complejo III en la respiración (fungicida de sitio específico) y su actividad biológica está principalmente orientada hacia la inhibición de la germinación, penetración y, con menor especificidad, en el crecimiento micelial del hongo; algunos autores han reportado su efecto como de alto desempeño, en particular, en las etapas preinfección de los patógenos (Tenuta et al., 2008).

Su actividad biológica está dirigida contra géneros en los cuatro principales grupos de hongos fitopatógenos: Ascomicetos (ej. mildes polvosos, *Botrytis*), Basidiomicetos (ej. royas), Deuteromicetos (ej. necrosis del arroz) y Oomycetos (ej. mildes vellosos). Hoy, a nivel mundial, productos fungicidas con el ingrediente activo Azoxystrobin han sido desarrollados y tienen registros para el control de hongos de los géneros: *Alternaria*, *Mycosphaerella*, *Phakopsora*, *Cercospora*, *Puccinia*, *Phoma*, *Exserohilum*, *Colletotrichum*, *Phytophthora*, *Botrytis*, *Rhizoctonia* principalmente y en diferentes cultivos como soya, cereales, vid, papa, tomates y banano entre otros, constituyéndose en una alternativa de amplio uso y complementaria en esquemas de rotación en donde solo se contaba con un limitado número de alternativas fungicidas (por ejemplo triazoles). Todas las estrobilurinas tienen algún potencial de movimiento hacia el interior de las plantas y son localmente sistémicas (translaminares) pero se han observado comportamientos diferenciales entre ellas. Por ejemplo, pyraclostrobin es una estrobilurina localmente sistémica, siendo tomada por la planta pero no desplazándose a través de ella más allá del punto de toma. En contraste, Azoxystrobin es tomado por la planta y dispersado a una distancia definida más allá del punto de toma (Wong y Wolcox, 2002),. Todos

estos comportamientos determinan un diferencial de desempeño en el tiempo y así mismo definen su actividad biológica en el control de diferentes patógenos.

2.4. Fungicidas

Agripac (2013) menciona que Sico (Difenoconazol), es un fungicida sistémico perteneciente al grupo químico de los triazoles. Su característica sistemica y su amplio rango de acción (Ascomicetos, Basidiomicetos, Deuteromicetos), lo hacen apropiado para su utilización, entre otras, en la lucha contra las “Sigatocas” en banano; Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *Difformis*) y Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*). Está formulado como Concentrado Emulsionable, que contiene 250 gramos de ingrediente activo. Difenoconazol es compatible con la mayoría de los agroquímicos usados corrientemente contra la “Sigatoka”. No obstante, en caso de dudas, se recomienda hacer pruebas de compatibilidad con pequeños volúmenes de mezcla. Dosis 400 cc/ha.

Interfiere en la biosíntesis del ergosterol, que es un constituyente natural de las paredes celulares, lo que provoca la pérdida de funcionalidad de las mismas. Difeconazole se absorbe vía foliar, aproximadamente una hora después de su aplicación, siendo transportado por el xilema. Actúa también en su fase de vapor, mejorando aún más su distribución en la planta. Siendo un producto preventivo, curativo y erradicante, es recomendable aplicarlo antes, durante y después del período infeccioso de la enfermedad o cuando las condiciones ambientales sean propicias para el desarrollo de la misma. Actúa deteniendo la infección inicial y la esporulación de las lesiones avanzadas (manchas), del patógeno.

Según BASF (2013) Comet (Pyraclostrobin), es un fungicida de acción: Episistémico (translamina y sistémico local); preventivo, curativo, de amplio espectro. Actúa sobre la cadena de respiración en la mitocondria y pertenece al grupo químico de las estrobilurina, especialmente indicado para el control de tizones en papas y tomates, mildiú en cebollas, bunching y septoria en apio. Comet es un fungicida que

actúa por inhibición de la germinación de las esporas, el desarrollo del tubo germinativo y la esporulación. De esta manera Comet otorga una prolongada persistencia de acción. Comet es un fungicida que tiene un nuevo modo de acción y es efectivo sobre patógenos resistentes a otros fungicidas. Para mantener su actual eficacia recomendamos no hacer más de 2 aplicaciones consecutivas, realizando antes y después aplicaciones con productos de diferente grupo químico y, aplicar como máximo 3 veces en la temporada Comet u otros fungicidas en base a estrobilurinas. Por la misma razón, no termine la temporada con Comet como la última aplicación. Para mantener la eficacia de este grupo de fungicidas (estrobilurinas), se recomienda preferir las aplicaciones en mezcla con fungicidas de diferente modo de acción.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada a 7,5 km de la vía Babahoyo-Montalvo, perteneciente al cantón Babahoyo-Provincia de Los Ríos; con coordenadas geográficas 010 47' 49" de latitud sur y 790 32' 00" de longitud oeste, con una altura de 7 m.s.n.m.^{1/}

La zona presenta un clima tropical húmedo, con temperatura media anual de 25,4°C, precipitación anual de 2.048,0mm, evaporación promedio anual de 1.132,9mm y 725,1 horas de heliofania anual.^{1/}

El suelo es de topografía plana, textura franco - arcillosa y drenaje regular.

3.2. Material Genético

Se utilizó para la siembra semilla de la variedad P-34.

Características agronómicas de la variedad "SOYICA P-34".

| | |
|------------------------|-----------------|
| Origen: | Colombia. |
| Tipo de crecimiento: | Indeterminado. |
| Periodo vegetativo: | 100 a 110 días. |
| Altura de planta (cm): | 85. |
| Altura de carga (cm): | 15 a 17. |
| Forma de hoja: | Lanceolada. |
| Color de flor: | Blanca. |
| Color de pubescencia: | Blanca. |

^{1/} Datos tomados de la estación meteorológica. UTB-Faciag – 2011.

| | |
|----------------------------|--------------|
| Color del grano: | Amarillo. |
| Peso de 100 semillas: | 18 a 20 g. |
| Contenido de aceite (%): | 20. |
| Contenido de proteína (%): | 38. |
| Rendimiento (kg/ha): | 2400 a 2700. |

3.3. Factores Estudiados

Variable dependiente: Incidencia de la enfermedad.

Variable Independiente: Dosis de ingredientes activos.

3.4. Tratamientos

Se estudió siete tratamientos, con tres repeticiones.

| | Tratamientos Fungicidas (i.a.) | Concentración | Dosis p.c. cc /ha |
|---|---|----------------------|------------------------------|
| 1 | Difenoconazole | 250 g/L | 400 |
| 2 | Difenoconazole | 250 g/L | 600 |
| 3 | Estrobilurina | 250 g/L | 300 |
| 4 | Estrobilurina | 250 g/L | 500 |
| 5 | Difenoconazole + Estrobilurina | | 300 + 300 |
| 6 | Difenoconazole + Estrobilurina | | 400 + 400 |
| 7 | Testigo | | |

3.5. Métodos

Se utilizó los métodos inductivos - deductivos, deductivos - inductivos y el método experimental.

3.6. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental denominado “Bloques completo al Azar”, y cada bloque constó de siete tratamientos.

3.7. Análisis de varianza

| Fuente de Variación | Grado de Libertad |
|---------------------|-------------------|
| Tratamiento | 6 |
| Repetición | 2 |
| Error Experimental | 12 |
| Total | 20 |

3.8. Análisis Funcional

Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

3.9. Manejo del ensayo

En el presente ensayo se realizaron todas las labores agrícolas que requiere el cultivo para su normal desarrollo y producción.

3.9.1 Preparación de suelo

Se efectuaron dos pases de rastra pesada, con el fin de enterrar el rastrojo de la cosecha anterior y al mismo tiempo conseguir un buen desmenuzado del suelo.

3.9.2 Siembra

La siembra se desarrolló manualmente a chorro continuo. Se utilizó 80 kg/ha de semilla, con un distanciamiento de 0.35 cm entre hileras, se inoculó la semilla con bacterias fijadoras de nitrógeno (500 g/ha). El raleo se efectuó a los 15 días después

de la siembra dejando 12 plantas por metro lineal, para una densidad de 350.00 plantas por hectárea.

3.9.3 Riego.

Se aplicó un riego de 200 mm aproximadamente a los 45 días después de la siembra debido a la baja humedad remanente en el suelo.

3.9.4 Control de malezas

Se efectuó mediante aplicación de herbicidas pre emergentes y post emergentes. Se aplicó fomesafen (0.5 L/ha) y propiquizafoxop (0.75 L/ha), a los 25 días después de la siembra. Se realizaron controles manuales con rabón para las malezas de ataque tardío (80 días después de la siembra).

3.9.5 Control fitosanitario

Se realizó la aplicación de cipermetrina (0.3 L/ha) para el control de langosta y clorpirifos para el control de sanduchero (0.75 L/ha). Las enfermedades se controlaron con la aplicación de los tratamientos.

3.9.6 Cosecha

Esta labor se la ejecuto de forma manual, cuando el cultivo presentó la humedad requerida para ser cosechado y las vainas presentaron una coloración café claro.

3.10. Datos evaluados

3.10.1 Altura de planta

Se obtuvo midiendo desde el nivel del suelo hasta el punto de crecimiento más distante de la planta, en diez plantas tomadas al azar de cada tratamiento. Se expresó en cm, efectuándose la medición a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

3.10.2 Días a la floración

Se contó los días transcurridos desde la germinación hasta que el 50% de las plantas de cada parcela presenten flores.

3.10.3. Altura de carga

Se tomó al momento de la cosecha, y se midió desde el nivel del suelo hasta la inserción de la primera vaina, en las diez plantas tomadas al azar y se expresó en cm.

3.10.4 Número de vainas por planta

Se contó el número de vainas en diez plantas tomadas al azar del área útil, de cada unidad experimental en el momento de la cosecha.

3.10.5 Granos/vainas

Se registró el número de granos en 10 vainas en las mismas diez plantas tomadas al azar en el momento de la cosecha de cada tratamiento.

3.10.6 Rendimiento

Se determinó mediante el peso de los granos de la cosecha de la parcela útil de cada tratamiento, este valor se expresó en kg/ha. Se uniformizó al 13 % de humedad con la siguiente fórmula:

$$PA = \frac{Pa (100 - ha)}{100 - hd}$$

PA = Peso ajustado

Pa = Peso actual

ha = humedad actual

hd = humedad deseada

3.10.7 Incidencia y severidad de la enfermedad

Se realizó observaciones periódicas al ensayo, desde la emergencia de las plantas para inspeccionar la presencia de *Phakopsora pachyrhizi*.

Para determinar el porcentaje de Incidencia de la enfermedad, se realizó evaluaciones periódicas cada 7 días a partir de la presencia de la misma, se contó el número de plantas enfermas del área útil y se dividió para el número total de plantas de la misma área estos valores se multiplicaron por 100 para expresarlo en porcentaje, utilizando la fórmula que a continuación se describe.

$$\begin{array}{l} \text{Total observadas (sanas + enfermedades)} \\ \text{\% de Incidencia (I) = } \frac{\text{-----}}{\text{\# de plantas enfermas por unidad}} \times 100^1 \end{array}$$

La Severidad de la enfermedad se obtuvo mediante una evaluación visual objetiva del área enferma sobre el área total, utilizando la siguiente formula:

$$\begin{array}{l} \text{Área total (sana + enferma)} \\ \text{(1) \% de Severidad (S) = } \frac{\text{-----}}{\text{Superficie (área) de tejido enfermo}} \times 100 \end{array}$$

Fórmula del Manual para Patólogos Vegetales de la FAO

3.10.8 Análisis económico

Se evaluó según los costos de producción y se realizó un análisis del beneficio/costo, entre los tratamientos.

IV.RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan a continuación:

4.1. Altura de planta.

En el Cuadro 1, se observan los promedios de altura de plantas encontrados a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Se reportó alta significancia estadística en las evaluaciones realizadas. Los coeficientes de variación fueron 4.42, 4.11 y 4.27 %, respectivamente.

En la evaluación realizada a los 30 días después de la siembra se encontró que el tratamiento difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha (48.83 cm) fue estadísticamente superior a los demás, pero igual al tratamiento difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 300 + 300 cc/ha (46.73 cm). La menor altura se registró en el testigo (33.89 cm).

A los 60 días después de la siembra, el tratamiento difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha presentó el mayor promedio (61 cm), siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos.

A los 90 días, el tratamiento difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha (79.33 cm), fue igual a difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 300 + 300 cc/ha (75.90 cm), pero estos tratamientos fueron diferentes al testigo quien presento la menor altura (55.06 cm).

Cuadro 1. Promedio de altura de plantas de soya en el ensayo con aplicación de difenoconazole y estrobilurinas, solos y en mezcla para el control de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya. FACIAG. 2012.

| Tratamientos | Dosis p.c. cc/ha | Altura de planta cm | | |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|----------|----------|
| | | 30 d.d.s | 60 d.d.s | 90 d.d.s |
| Difeconazole | 400 | 37,46cd | 46,83 cd | 60,89cd |
| Difeconazole | 600 | 37,29 cd | 46,66 cd | 60,63cd |
| Estrobilurina | 300 | 40,96 bc | 51,23bc | 66,59bc |
| Estrobilurina | 500 | 42,13 bc | 52,63bc | 68,46bc |
| Difeconazole+ Estrobilurina | 300 + 300 | 46,73ab | 58,33ab | 75,90ab |
| Difeconazole+ Estrobilurina | 400 + 400 | 48,83a | 61,00a | 79,33a |
| Testigo | | 33,89 d | 42,33 d | 55,06d |
| Promedios | | 41,00 | 51,30 | 66,70 |
| Significancia Estadística | | ** | ** | ** |
| Coeficiente de variación % | | 4,42 | 4,11 | 4,27 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5 % de significancia.

d.d.s.: Días después de la siembra

4.2. Días a floración.

El Cuadro 2, presenta los promedios de días a la floración, obteniéndose alta significancia estadística. El coeficiente de variación fue 3.56 %.

La evaluación determinó que el testigo (sin aplicación de fungicida) demoró más tiempo en florecer (54,89 días), sin embargo fue igual a la aplicación de difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha (49.66 días). El tratamiento que floreció más rápido fue difenoconazole 600 cc/ha (41.33 días).

Cuadro 2. Promedio de días a floración del cultivo desoya con aplicación de difenoconazole y estrobirulinas, solos y en mezcla para el control de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya. FACIAG. 2012.

| Tratamientos | Dosis cc/ha | Días a floración |
|------------------------------|----------------|------------------|
| Difeconazole | 400 | 42,66 cd |
| Difeconazole | 600 | 41,33 d |
| Estrobilurina | 300 | 42,89 cd |
| Estrobilurina | 500 | 42,60 cd |
| Difeconazole + Estrobilurina | 300 + 300 | 47,33 bc |
| Difeconazole + Estrobilurina | 400 + 400 | 49,66 ab |
| Testigo | | 54,89 a |
| Promedios | | 45,90 |
| Significancia Estadística | | ** |
| Coeficiente de variación % | | 3,56 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5 % de significancia.

4.3. Altura de carga.

En altura de carga hubo alta diferencia significativa. El promedio general es de 13.50 y el coeficiente de variación de 5.64% (Cuadro 3).

Realizada la prueba de Tukey, se determinó que el tratamiento fungicida a base de difenoconazole + estrobilurinas en dosis de 400 + 400 cc/ha tuvo un promedio de 17.03 cm, y fue estadísticamente superior al resto de tratamientos.

Cuadro 3. Promedio de altura de carga en planta de soya con la aplicación de difenoconazole y estrobilurinas, solos y en mezcla para el control de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya. FACIAG, 2012.

| Tratamientos | Dosis p.c. cc/ha | Altura de carga (cm) |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Difenoconazole | 400 | 12,96 b |
| Difenoconazole | 600 | 12,63 b |
| Estrobilurina | 300 | 12,03 b |
| Estrobilurina | 500 | 12,83 b |
| Difenoconazole + Estrobilurina | 300 + 300 | 13,56 b |
| Difenoconazole +Estrobilurina | 400 + 400 | 17,03 a |
| Testigo | | 13,26 b |
| Promedios | | 13,50 |
| Significancia Estadística | | ** |
| Coeficiente de variación % | | 5,04 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5 % de significancia.

4.4. Número de vainas por planta.

El número de vainas por planta se muestra en el Cuadro 4. Se obtuvo alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 3.96 %.

Se encontró que con la aplicación de los fungicidas difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha se registró 46.86 vainas, en difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 300 + 300 cc/ha, 42.86 vainas y con estrobirulinas en dosis de 500 cc/ha, 42.39 vainas; a la vez, estos fueron iguales estadísticamente entre sí, pero superiores a los demás tratamiento evaluados. El menor promedio de vainas estuvo en el testigo sin aplicación de fungicidas (27.83 vainas).

Cuadro 4. Promedio de número de vaina por planta de soya con aplicación de difenoconazole y estrobirulinas, solos y en mezcla para el control de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya. FACIAG Ríos, 2012.

| Tratamientos | Dosis p.c. cc/ha | Vainas por planta |
|--------------------------------|---------------------|-------------------|
| Difenoconazole | 400 | 31,73bc |
| Difenoconazole | 600 | 31,20bc |
| Estrobilurina | 300 | 34,33 b |
| Estrobilurina | 500 | 42,39a |
| Difenoconazole + Estrobilurina | 300 + 300 | 42,86a |
| Difenoconazole + Estrobilurina | 400 + 400 | 46,86 a |
| Testigo | | 27,83c |
| Promedios | | 36,80 |
| Significancia Estadística | | ** |
| Coeficiente de variación % | | 3,96 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

4.5. Número de granos por vaina.

Los datos de granos por vainas se muestran en el Cuadro 5, donde se logró alta significancia estadística, con un coeficiente de variación fue 8.51 %.

La aplicación de la mezcla de los fungicidas difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha dio un promedio de 3.00 granos/vaina, siendo este el mayor promedio de granos; sin embargo estadísticamente igual a los tratamientos difenoconazole 400 cc/ha (2.43 granos), difenoconazole 600 cc/ha (2.43), estrobirulinas 500 cc/ha (2.66) y difenoconazole 300 cc/ha + estrobirulinas 300 cc/ha (2.66). El menor promedio de granos en cada vaina se presentó cuando se aplicó estrobirulinas en dosis de 300 cc/ha (2.20) y en el testigo sin aplicación de fungicidas (2.20).

Cuadro 5. Promedio de granos por vaina por planta de soya aplicación de Difenoconazole y Estrobirulinas, solos y en mezcla para el control de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya. FACIAG, 2012.

| Tratamientos | Dosis p.c. cc/ha | Granos por vaina |
|--------------------------------|---------------------|------------------|
| Difenoconazole | 400 | 2,43 ab |
| Difenoconazole | 600 | 2,43 ab |
| Estrobilurina | 300 | 2,20 b |
| Estrobilurina | 500 | 2,66 ab |
| Difenoconazole + Estrobilurina | 300 + 300 | 2,66 ab |
| Difenoconazole + Estrobilurina | 400 + 400 | 3,00 a |
| Testigo | | 2,20b |
| Promedios | | 2,50 |
| Significancia Estadística | | ** |
| Coeficiente de variación % | | 8,51 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

4.6. Rendimiento por hectárea.

El promedio de rendimiento por hectárea obtenido en los tratamientos evaluados se presenta en el Cuadro 6. Se encontró alta significancia estadística, y el coeficiente de variación de 2.39 %.

El tratamiento difenoconazole + estrobilurinas en dosis de 400 + 400 cc/ha (4257.33 kg/ha) obtuvo el mayor rendimiento, siendo estadísticamente superior a todos los tratamientos evaluados en la investigación. El rendimiento más bajo fue el testigo sin aplicación de fungicidas con 2644 kg/ha.

Cuadro 6. Rendimiento por hectárea en el ensayo con aplicación de difenoconazole y estrobilurinas, solos y en mezcla para el control de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya. FACIAG, 2012.

| Tratamientos | Dosis p.c. cc/ha | Rendimiento Kg/ha |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Difenoconazole | 400 | 2859,66 de |
| Difenoconazole | 600 | 3139,66 cd |
| Estrobilurina | 300 | 3358,66 c |
| Estrobilurina | 500 | 2891,33 de |
| Difenoconazole + Estrobilurina | 300 + 300 | 3804,66 b |
| Difenoconazole + Estrobilurina | 400 + 400 | 4257,33 a |
| Testigo | | 2644,00 e |
| Promedios | | 3279,30 |
| Significancia Estadística | | ** |
| Coeficiente de variación % | | 2,39 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5 % de significancia.

4.7. Incidencia de *Phakopsora pachyrhizi*.

La incidencia de roya en el cultivo de soya, se presenta en el Cuadro 7. No se encontró significancia estadística en las evaluaciones. El coeficientes de variación fue de 4.7, 4.71, 4.7, 7.18, 4.72 y 4.70 %; a los 50, 57, 64, 71 ,78 y 85 días después de la siembra, respectivamente.

A los 50 días la menor incidencia se presentó en el tratamiento difenoconazole 400 cc/ha + estrobirulinas 400 cc/ha en dosis de 500cc/ha (38.00 %). La mayor incidencia se obtuvo cuando no se aplicó fungicidas (testigo con 44 %).

En evaluación a los 57 días se encontró la menor incidencia con la mezcla difenoconazole 400 cc/ha + estrobirulinas 400 cc/ha (43.73 %). El registro más alto estuvo en el testigo sin aplicación con 50.63 %.

Realizada la evaluación a los 64 días se observó la menor incidencia en el tratamiento difenoconazole 400 cc/ha + estrobirulinas 400 cc/ha (50.26 %). El testigo tuvo la mayor incidencia de roya (58.20 %).

A los 71 días se presentó la menor incidencia de roya donde se aplicó difenoconazole 400 cc/ha + estrobirulinas 400 cc/ha (57.79 %). La mayor incidencia se dio en el testigo con 70.26 %.

En la evaluación a los 78 días se vio la menor presencia de roya en el tratamiento difenoconazole 400 cc/ha + estrobirulinas 400 cc/ha (69.36 %), obteniéndose en el testigo la menor incidencia con 80.30 %.

La mayor presencia de roya a los 85 días se cuantificó en el tratamiento difenoconazole 400 cc/ha + estrobirulinas 400 cc/ha con 76.30 %. En el testigo se obtuvo 88.33 %, que fue el valor más alto.

Cuadro 7. Incidencia de *Phakopsora pachyrhizi* con la aplicación de difenoconazole y estrobilurinas, solos y en mezcla para el control de la roya en el cultivo de soya. FACIAG. 2012.

| Tratamientos | Dosis cc/ha | Incidencia % | | | | | |
|--------------------------------|----------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Días después de la siembra | | | | | |
| | | 50 | 57 | 64 | 71 | 78 | 85 |
| Difenoconazole | 400 | 39,33 | 45,26 | 52,03 | 59,83 | 71,80 | 78,96 |
| Difenoconazole | 600 | 41,00 | 47,16 | 54,20 | 62,36 | 74,86 | 82,30 |
| Estrobilurina | 300 | 41,66 | 47,93 | 55,10 | 63,36 | 76,03 | 83,63 |
| Estrobilurina | 500 | 42,33 | 48,70 | 55,96 | 64,40 | 77,29 | 84,96 |
| Difenoconazole + Estrobilurina | 300 + 300 | 41,00 | 47,16 | 54,20 | 62,36 | 74,83 | 82,30 |
| Difenoconazole + Estrobilurina | 400 + 400 | 38,00 | 43,73 | 50,26 | 57,79 | 69,36 | 76,30 |
| Testigo | | 44,00 | 50,63 | 58,20 | 70,26 | 80,30 | 88,33 |
| Promedios | | 41,00 | 47,20 | 54,30 | 62,40 | 74,90 | 82,40 |
| Significancia estadísticas | | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Coeficiente de variación % | | 4,70 | 4,71 | 4,70 | 7,18 | 4,72 | 4,70 |

n.s.: no significativo

4.8. Severidad de *Phakopsora pachyrhizi*.

En el Cuadro 8 se presenta la severidad del ataque de roya observada en el cultivo. Se obtuvo alta significancia estadística en las observaciones realizadas. El coeficientes de variación fue de 6.35, 6.41, 6.36, 20.77, 6.33 y 6.30 %; a los 50, 57, 64, 71 ,78 y 85 días después de la siembra, respectivamente.

A los 50 días la menor severidad se encontró en el tratamiento difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha (12.70 %), que fue estadísticamente inferior. El testigo sin aplicación de fungicidas con 35.20 %, fue el que tuvo menor daño.

En evaluación a los 57 días demostró que el menor daño se presentó con difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha (14.93 %), siendo estadísticamente inferior. La mayor severidad se tuvo en el testigo con 41.40 %, que fue estadísticamente superior.

Realizada la evaluación a los 64 días se dio la menor severidad en el tratamiento difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha (16.56 %), el cual fue estadísticamente inferior. Se observó la mayor severidad y diferencia estadística en el testigo con 46.00 % en promedio.

El tratamiento con difenoconazole +estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha a los 71 días registró la mayor severidad (17.43 %), con inferencia estadística inferior. El testigo con 38.40 % evidencio la mayor incidencia.

En la evaluación a los 78 días la menor incidencia se evidenció en el tratamiento difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha (18.40 %), que dio significancia estadística. El mayor promedio de evaluó en el testigo con 51.00 %, siendo este superior estadísticamente.

La aplicación de difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 + 400 cc/ha (19.33 %) a los 85 días después de la siembra, logró la menor significancia estadística entre tratamientos. La mayor severidad lo estuvo el testigo sin aplicación de fungicida con 53.66 %.

Cuadro 8. Severidad de *Phakopsora pachyrhizi* con la con la aplicación de difenoconazole y estrobilurinas, solos y en mezcla para el control de la roya en el cultivo de soya. FACIAG, 2012.

| Tratamientos | Dosis cc/ha | Severidad % | | | | | |
|--------------------------------|----------------|----------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| | | Días después de la siembra | | | | | |
| | | 50 | 57 | 64 | 71 | 78 | 85 |
| Difenoconazole | 400 | 27,76b | 32,66b | 36,29 b | 38,20 b | 40,23 b | 42,33 b |
| Difenoconazole | 600 | 20,76cd | 24,40cd | 27,16 cd | 28,60 cd | 30,10 cd | 31,66 cd |
| Estrobilurina | 300 | 24,46bc | 28,79bc | 32,03 bc | 33,69 bc | 35,46 bc | 37,33 bc |
| Estrobilurina | 500 | 22,29c | 26,23c | 29,16 c | 30,69 c | 32,33 c | 34,00 c |
| Difenoconazole + Estrobilurina | 300 + 300 | 16,40d | 19,26d | 21,40 d | 22,60 d | 23,80 de | 25,00 de |
| Difenoconazole + Estrobilurina | 400 + 400 | 12,70 e | 14,93e | 16,56 e | 17,43 e | 18,40 e | 19,33 e |
| Testigo | | 35,20a | 41,40a | 46,00 a | 38,40 a | 51,00 a | 53,66 a |
| Promedios | | 22,80 | 26,80 | 29,8 | 31,40 | 33,00 | 34,80 |
| Significancia estadísticas | | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| Coeficiente de variación % | | 6,35 | 6,41 | 6,36 | 20,77 | 6,33 | 6,3 |

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5 % de significancia.

4.9. Análisis Económico

Respecto al análisis estadístico se observó que el tratamiento difenoconazole + estrobirulinas (400 cc/ha + 400 cc/ha), con 1371.57 dólares de utilidad neta y 676.07 dólares de utilidad marginal obtuvo el mejor beneficio económico. El menor ingreso se registró en el testigo que generó 695,49 de utilidad neta.

Cuadro 7. Análisis económico con la aplicación de difenoconazole y estrobirulinas, solos y en mezcla para el control de la roya en el cultivo de soya FACIAG, 2012.

| Tratamiento | Dosis | Rendimiento kg/ha | Ingresos | Egresos | Utilidad Neta | Utilidad Marginal | BC |
|---------------------------------|-----------|-------------------|----------|---------|---------------|-------------------|------|
| Difenoconazole | 400 | 2859,66 | 1447,13 | 654,00 | 793,13 | 97,64 | 2,21 |
| Difenoconazole | 600 | 3139,66 | 1588,83 | 666,17 | 922,66 | 227,16 | 2,39 |
| Estrobirulinas | 300 | 3358,66 | 1699,65 | 664,44 | 1035,21 | 339,72 | 2,56 |
| Estrobirulinas | 500 | 2891,33 | 1463,16 | 765,53 | 697,63 | 2,14 | 1,91 |
| Difenoconazole + Estrobirulinas | 300 + 300 | 3804,66 | 1925,35 | 732,18 | 1193,17 | 497,67 | 2,63 |
| Difenoconazole + Estrobirulinas | 400 + 400 | 4257,33 | 2154,42 | 782,86 | 1371,57 | 676,07 | 2,75 |
| Testigo | | 2644,00 | 1338,00 | 642,51 | 695,49 | 0,00 | 2,08 |

Costo 50 kg soya: \$23

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo determinaron que las aplicaciones de fungicidas solos o en mezcla, tuvieron incidencia en el control de la roya de la soya *Phakopsora pachyrhizi*, bajo las condiciones en las que se manejó el ensayo.

Consecuencia de las aplicaciones realizadas de los fungicidas sobre el cultivo y la enfermedad, se encontró que estas influyeron en todas las variables evaluadas, esto debido a que la aplicación oportuna correcta y precisa de los fungicidas dentro de un plan de manejo de cultivo disminuye los riesgos de inóculo mejorando la morfología de la planta. Esto es corroborado por Tadashi (2006) quien menciona que para la aplicación del control químico, se deben tomar en cuenta varios factores para la mayor eficiencia de las aplicaciones, como realizar las aplicaciones con la aparición de los primeros síntomas, las aplicaciones deben efectuarse con la mayor cobertura posible y seguir las recomendaciones indicadas en los productos aplicados.

Todas las variables presentaron alta significancia sobre el testigo no aplicado, lo cual demuestra que la no utilización de fungicidas para el control, limita la acción de la planta al combate de la enfermedad ocasionando pérdidas económicas en el cultivo. Esto lo menciona Bromfield (2005), quien dice que las plantas de soya son susceptibles a *P. Pachyrhizi* en todos los estados de crecimiento, pero son más afectadas durante la etapa reproductiva, principalmente durante el desarrollo de la semilla; es una enfermedad típica de la hoja, pero la infección puede aparecer en pecíolos y brotes jóvenes. Así mismo el INTA (2005), indica que el daño ocasionado por ataque de la roya asiática depende de la severidad del mismo y del estado de desarrollo de la planta. Una defoliación temprana afecta el número de vainas por planta y granos por vaina, así como el tamaño de las semillas. Un daño moderado de la enfermedad reduce el número de semillas por vaina y el

peso de las semillas. Cuando la infección ocurre cerca de la madurez fisiológica el efecto sobre el rendimiento es mínimo.

La presencia de la enfermedad no se presentó en los primeros meses de cultivo logrando una mayor incidencia a partir de los 50 días después de la siembra, esto debido a la presencia de temperaturas bastantes altas para la fecha. Esto coincide con lo manifestado por el INTA (2005), quienes señalan que las condiciones óptimas para el desarrollo *P. Pachyrhizi* son temperaturas medias de 18 a 25 °C y humedad relativa alta de 75 a 80 % durante un periodo de 10 a 12 horas, que favorezca la presencia de rocío en las plantas.

El mejor control se logró con la aplicación de difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 cc/ha + 400 cc/ha, obteniéndose el menor control con la aplicación de difenoconazole solo en dosis de 400 cc/ha, en comparación al testigo que soporto mayor presión de la enfermedad. Esto coincide con la FAO (2010), quien menciona que para cualquiera de los casos es muy importante conocer el estado de los síntomas en la planta, su estado de desarrollo y las condiciones climáticas prevalecientes, lo que será muy útil para la toma de decisiones al momento de escoger el producto que garantice un control más eficiente. Las mezclas de triazoles más estrobirulinas son las más recomendadas para el control de enfermedades de fin de ciclo en soya.

El mayor rendimiento en peso de grano se encontró con la aplicación de difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 cc/ha + 400 cc/ha con 4257.33 kg/ha, teniendo el mismo incrementos de entre el 10-40 % con relación a los otros tratamientos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. Las aplicaciones de los fungicidas difenoconazole y estrobirulinas en mezcla o solos, inciden sustancialmente sobre la severidad de la roya de la soya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el campo.
2. Las aplicaciones de difenoconazole + estrobirulinas en dosis de 400 cc/ha + 400 cc/ha, influyeron sobre la presencia de la enfermedad disminuyendo la severidad entre el 12-19 % con relaciona al testigo.
3. Las variables altura de planta, altura de carga y rendimiento de grano, fueron influenciadas por las aplicaciones de fungicidas, en las evaluaciones realizadas.
4. La aplicación de un programa de fungicidas incide directamente en el rendimientode grano/ha, por sobre el tratamiento testigo.
5. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con la aplicación de estrobirulinas + difenoconazole en dosis de 400 cc/ha + 400 cc/ha, con 4257.33 kg/ha.

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Realizar las aplicaciones de Estrobirulinas + Difenoconazole en dosis de 400 cc/ha + 400 cc/ha, para reducir la incidencia en soya del hongo *Phakopsora pachyrhizi* en el cultivo de soya.

2. Utilizar un programa de aplicación de fungicidas a partir de los 50 días después de la siembra, dependiendo de las condiciones climáticas de la zona.
3. Realizar investigaciones similares utilizando otros ingredientes activos, otras variedades y diferentes condiciones climáticas

VII. RESUMEN

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, El objetivo de esta investigación fue evaluar la eficacia de los fungicidas difenoconazole y estrobirulinasolos o en mezclas, sobre la incidencia y severidad de la enfermedad, así como su efecto sobre el rendimiento y comportamiento agronómico del cultivo.

El trabajo se realizó en los campos de la Granja Experimental "San Pablo", propiedad de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Kilómetro 7.5 de la Vía Babahoyo-Montalvo. Se investigaron seis tratamientos fungicidas y un testigo absoluto, en 4 repeticiones. La siembra se realizó con semilla de soya variedad Soyica P-34, en parcelas de 20 m². 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.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo determinaron que las aplicaciones de fungicidas solos y en mezclas en dosis comerciales, tuvieron incidencia en la severidad y control de la roya de la soya *Phakopsora pachyrhizi* bajo las condiciones en las que se maneja el ensayo y sobre el rendimiento del cultivo.

El mejor tratamiento según los resultados fue difenoconazole (400 cc/ha) + estrobirulinas (400 cc/ha), aplicado a los 50, 65 y 75 días después de la siembra, el mismo que presentó una incidencia de 84.96 %, pero solo una severidad del 19.33 % a los 85 días después de la siembra, obteniéndose un rendimiento de soya de 4257.33 kg/ha, y un beneficio neto de 1371,57 mientras que el testigo obtuvo 695,49.

VIII. SUMMARY

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 aim of this investigation was to assess the efficacy of fungicides and estrobirulina difenoconazole alone or in mixtures, on the incidence and severity of disease, as well as their effect on yield and agronomic crop.

The work was done in the fields of Experimental Farm " San Pablo " , owned by the Technical University of Babahoyo , located at Km 7.5 of the Milky Babahoyo - Montalvo . Six treatments were investigated fungicides and absolute control in 3 repetitions. Sowing was done with soybean variety Soyica P -34, in plots of 20 m².

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, 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.

The results obtained in this study determined that the applications of fungicides alone and in mixtures in commercial doses , had no effect on the severity and

control of soybean rust *Phakopsora pachyrhizi* under the conditions in which the test management and performance crop.

The best treatment according to the results was difenoconazole (400 cc / ha) + strobilurin (400 cc / ha) applied at 50, 65 and 75 days after sowing, the same as that presented an incidence of 84.96 %, but only one severity of 19.33 % at 85 days after planting, yielding soybean yield 4257.33 kg / ha and a net profit of 1371.57 while the control received 695.49.

IX. LITERATURA CITADA.

AGRIPAC. 2013. Catalogo de productos y servicios. Disponible en www.agripac.com.ec.

Agronomy Channel. 2005. Asian soybean rust migration. www.midwestseed.com. Consultado el 11/junio/2013.

Bayer Crop Science. 2013. Catalogo de productos y servicios. Disponible en www.bayercropsicence.com.ec.

Biblioteca de la Agricultura. 1997. Técnicas Agrícolas en Cultivos Extensivos. La soja. Ed. Idea Books. Pág. 496-499. Consultado el 07 de agosto del 2012. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.htm>

Biblioteca del campo. 1977. Aparición de la Roya Asiática de la Soja (*Phakopsora pachyrhizi*) en el Sudeste Bonaerense. (In línea). Consultado el 16 de Mayo del 2011. Disponible en: www.inta.gov.ar.

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

CABI. 2003. *Phakosporapachyrhizi*. De Crop Protection Compendium. CD-ROM disponible de CAB International. Wallingford, Oxon, United Kingdom.

Cabrera, L. 2006. Importantes ataques del mildiu (*Peronospora manshurica*) en cultivos de soja de la provincia del Chaco. (en línea). Consultado el 05 de mayo del 2011. Disponible en: <http://www1.unne.edu.ar/cyt/2002/05-Agrarias/A-063.pdf>

- FAO. 2010. La producción de Soja en los Trópicos. Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal, No.4 Roma, Italia.
- Godoy, C.V. y Canteri, M.G. 2004. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakospora pachyrhizi*, em casa de Vegetacao. Fitopatol. Bras. 29(1), jan-fev.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2005. Manual del Cultivo de Soya. 2 ed. Raíces. Guayaquil, EC. 153 p.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2005. Actualización Técnica Soja. (en línea). Consultado el 11 de mayo del 2011. Disponible en:http://www.inta.gov.ar/parana/info/biblioteca/publicaciones/Serie_Ext_34.pdf
- McGinnis, M. 2003. Imported soybeans bring asian rust worries. http://www.newfarm.org/news/0104/010204/asian_rust_print.shtml. Consultado el 10/junio/2013.
- Tadashi, V.J. 2006. La roya de la soja en Brasil. Conferencia Magistral. IV Congreso Brasileiro de Soja. EMBRAPA, Londrina (PR) Brasil.
- Tenuta, A; Hershman, M; Draper, M; Dorrance, A. 2008. Using Foliar Fungicides to Manage Soybean Rust. Chapter7. Fungicide Basics. pp35-25
- Terán., V. A. 2006. Roya Asiática *Phakopsora pachyrhizi* de la Soja. (en línea). Consultado el 7 de agosto del 2012.
- Syngenta. 2013. Catalogo de productos y servicios. Disponible en www.syngenta.com.ec.

Syngenta, 2003. Q & A: Soybean Rust and the US.
<http://www.syngentacropprotection.us.com/navigation/images/soybeanrust.pdf>. Consultado el 07/marzo/2013.

USDA-APHIS. 2004. Status of scientific evidence on risks associated with the introduction into the continental United States of *Phakospora pachyrhizi* with imported soybean grain, seed and meal. United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine. USA, February 23, 2004.

USDA-APHIS. 2002. Soybean rust. Agricultural, MU Guide. University of Missouri-Columbia, USA.

Wong, F; Wolcox, W. 2002. Comparative Physical Modes of Action of Azoxystrobin, Mancozeb and Metalaxyl against *Plasmopara viticola*. *Plant Disease*. 85:649-656.

Yeh, C.C. 2005. Soybean Rust en: A.J. Pascale (Ed), *Actas IV Conferencia Mundial de Investigación en Soja*. Buenos Aires, Argentina; 5-9 marzo, pp 1269-1274.

ANEXOS



Foto 1. Valización del terreno



Foto 2. Aplicación de pre emergente



Foto3. Desarrollo de la soya a los 20 días



Foto 4. Toma de datos de altura de la planta



Foto 5. Evaluación fitosanitaria



Foto 6 .Fumigación de insecticidas



Foto 7. Desarrollo del cultivo



Foto 8. Manifestación de la enfermedad (*Phakopsora pachyrhizi*)