



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema

Evaluación de la severidad de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) y su influencia en la productividad en siete nuevas líneas promisorias de soya, en la zona de Vinces-Ecuador.

Autor

Juan José Mendoza Triana

Tutor

Ing. Agr. Jorge Meza Aguilar M.Sc

Vinces - Los Ríos - Ecuador

2017



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

Evaluación de la severidad de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) y su influencia en la productividad en siete nuevas líneas promisorias de soya, en la zona de Vinces-Ecuador.

Tribunal de sustentación aprobado

Lauro E. Díaz Ubilla

Ing. Lauro Díaz Ubilla M.Sc

Presidente

Gardenia Gonzales Manjarrez

Ing. Gardenia Gonzales Manjarrez M.Sc

Primer Vocal

Agustín Bravo Bustamante

Ing. Agustín Bravo Bustamante M.Sc

Segundo Vocal



**FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO
INGENIERÍA AGRONÓMICA
UNIDAD DE TITULACIÓN**

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL
USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, Juan José Mendoza Triana con C.I. N°. 1205914151, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “Evaluación de la severidad de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) y su influencia en la productividad en siete nuevas líneas promisorias de soya en la zona de Vinces-Ecuador.” son de mi absoluta propiedad y responsabilidad y según el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga el uso del mismo, como fuera pertinente.

Juan José Mendoza Triana

C.I. N°. 1205914151

* CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899-Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no

DEDICATORIA

Ha sido el omnipotente, quien ha permitido que la sabiduría dirija y guíe mis pasos. ha sido el todopoderoso, quien ha iluminado mi sendero cuando más oscuro ha estado, ha sido el creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico este proyecto a mi Dios.

De igual forma, a mis padres, que con su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir.

A mi esposa, hijos, hermana y familia en general, quienes han sido mis pilares fundamentales para seguir adelante y buscar siempre el mejor camino.

Juan José Mendoza Triana

AGRADECIMIENTO

Primero y antes que nada, quiero dar gracias a Dios, por estar siempre conmigo, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a todas aquellas personas que han sido soporte y compañía durante mi vida educativa.

El agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo esta dura tarea.

De manera especial y sincera a los Ingenieros Lauro Díaz Ubilla, Jorge Meza Aguilar y Vicente Painii Montero por su incondicional apoyo y participación activa en el desarrollo de esta investigación. Debo destacar, por encima de todo, su disponibilidad y paciencia, su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas. Ha sido un aporte invaluable, en el desarrollo de este proyecto, siempre generoso y dispuesto como pocos, quienes compartieron conocimientos y experiencias de tipo profesional y personal que fueron de gran valor.

A cada uno de mis amigos quienes muy generosamente me han colaborado para que este trabajo llegue a buen puerto.

Juan José Mendoza Triana

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pag
ÍNDICE	I
ÍNDICE DE CUADROS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VI
RESUMEN	VII
SUMMARY	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación Problemática	2
1.1.1. Descripción del problema	2
1.1.2. Problema	3
1.2. Preguntas de la investigación.....	3
1.3 Delimitación del problema.....	3
1.3.1. Temporal.....	3
1.3.2. Espacial.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Desarrollo del cultivo.....	5
2.1.1. Etapas de desarrollo	5
2.1.2. Etapa vegetativa.....	5
2.1.3. Etapa reproductiva	5
2.2. La roya Asiática	6
2.2.1. Importancia	6
2.2.2. Origen	6
2.2.3. Incidencia y severidad de la roya.....	7
2.2.4. Síntomas	7
2.2.5. Epifitiología	8
2.3. Tolerancia o resistencia de la soya a la roya.....	9
2.3.1. Tolerancia	9

2.3.2. Resistencia	9
2.3.3. Metodologías para evaluación de la roya asiática	10
2.4. Trabajos realizados en relación con el tema	12
2.5. Mejora genética.....	13
2.5.1. Selección y adaptación	13
2.5.2. Variedades cultivadas	15
2.5.3. Características varietales de mayor interés	16
2.5.3.1. Rendimiento de grano.....	16
2.5.3.2. Inicio de carga.....	16
2.5.3.3. Plasticidad.....	16
2.5.3.4. Resistencia a enfermedades	17
2.5.3.5. Precocidad.....	17
III MARCO METODOLÓGICO.....	19
3.1. Metodología	19
3.1.1 Ubicación del experimento.	19
3.1.2. Material de siembra	19
3.1.3. Factor estudiado.....	20
3.1.4. Tratamientos	20
3.1.5. Diseño experimental	21
3.1.6. Análisis estadístico	21
3.2. Manejo del cultivo	22
3.2.1. Preparación de suelo	22
3.2.2. El trazado de las parcelas.....	22
3.2.3. Siembra.....	22
3.3.4. Raleo	23
3.3.5. Manejo de malezas	23
3.3.6 Fertilización	23
3.4. Datos evaluados	23
3.4.1. Días a la floración.	23
3.4.2. Altura de carga (cm).	23
3.4.3. Altura de planta (cm).	23
3.4.4. Días a la madurez.....	24
3.4.5. Ramas por planta.	24
3.4.6. Vainas por planta.	24

3.4.7. Semillas por vaina.....	24
3.4.8. Peso de 1000 granos.	24
3.4.9. Rendimiento de grano (kg^{-1}).....	24
3.4.10. Componente sanitario (Incidencia y severidad de la roya %)	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Determinar la severidad de la roya asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>) para conocer la resistencia y/o tolerancia de los materiales germoplasmicos en estudio.....	26
4.1.1. Severidad de la enfermedad Roya asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>)	26
4.2. Variables agronómicas.....	28
4.2.1. Días a la floración.....	28
4.2.2 Días a la madurez.....	30
4.2.3. Altura de carga.....	30
4.2.4. Altura de planta.....	32
4.3. Variables productivas	32
4.3.1. Promedio de ramas por planta	32
4.3.2. Promedio de vainas por planta.....	33
4.3.3. Promedio de semillas por vaina.....	34
4.3.4. Peso de 1000 granos	34
4.3.5 Rendimiento kg ha^{-1}	35
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
VI. BIBLIOGRAFÍA	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Localidad, altitud, coordenadas geográficas y temporada de establecimiento del experimento.....	19
Cuadro 2. Promedio de temperatura humedad relativa y precipitación pluvial mensual	19
Cuadro 3. Características agronómicas de los genotipos en estudio.	20
Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza	21
Cuadro 5. Delineamiento del experimento.....	21
Cuadro 6. Variables Severidad de la roya en siete líneas de soya y dos variedades comerciales. Ensayo Granja Experimental de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo, 2017.....	27
Cuadro 7. Correlaciones bivaridas de Pearson entre el número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 1000 granos y rendimiento de grano	29
Cuadro 8. Variables cuantitativas para siete líneas de soya y dos variedades comerciales. Ensayo Granja Experimental de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo, 2017.....	31
Cuadro 9. Variables cuantitativas para siete líneas de soya y dos variedades comerciales. Ensayo Granja Experimental de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo, 2017.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regresión entre la severidad de la roya y el número de vainas por planta. .. 28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Rendimiento promedio de siete líneas de soya y dos variedades testigos. Ensayo Granja Experimental de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo, 2017.....	36
---	----



FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA
UNIDAD DE TITULACION

Tema

“Evaluación de la severidad de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) y su influencia en la productividad en siete nuevas líneas promisorias de soya, en la zona de Vinces-Ecuador.”

Autor: Juan José Mendoza Triana

Tutor: Ing. Agr. Jorge Meza Aguilar. M.Sc

RESUMEN

Se estudiaron siete líneas de soya desarrollados en la Universidad de Guayaquil y dos variedades comerciales, para determinar la resistencia o tolerancia a la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), y su relación con las variables productivas y componentes. El trabajo de investigación se desarrolló entre los meses de junio a octubre de 2017 durante la época seca. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, las variables cuantitativas fueron sometidas al análisis de la varianza y sus medias a comparaciones de Tukey. El análisis de regresión lineal encontró una relación significativa entre la roya y el número de vainas por planta ($p=0,019$); el análisis de correlación de Pearson determinó significancia en la variedad ITAV 07 entre las vainas por planta y las semillas por vaina (0,79), así como con el peso de 1000 granos (0,70), también se observó correlación entre las semillas por vaina y el peso de 1000 granos (0,77).

Palabras claves: *Phakopsora pachyrhizi*, genotipos, productividad, soya.



FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA
UNIDAD DE TITULACION

Tema

“Evaluation of the severity of rust (*Phakopsora pachyrhizi*) and its influence on productivity in seven promising new soybean lines in the Vinces-Ecuador area.”

Autor: Juan José Mendoza Triana

Tutor: Ing. Jorge Meza Aguilar. M.Sc

SUMMARY

Seven soybean lines developed at the University of Guayaquil and two commercial varieties were studied, to determine the resistance or tolerance to Asian rust (*Phakopsora pachyrhizi*), and its relationship with the productive variables and components. The research work was developed between the months of June to October 2017 during the dry season. An experimental design of Randomized Complete Blocks with four repetitions was used, the quantitative variables were subjected to the variance analysis and their means to Tukey comparisons. Linear regression analysis found a significant relationship between rust and the number of pods per plant ($p = 0,019$); the Pearson correlation analysis determined significance in the variety ITAV 07 between the pods per plant and the seeds per pod (0,79), as well as the weight of 1000 grains (0,70), also correlation between the seeds was observed per pod and the weight of 1000 grains (0,77).

Keywords: *Phakopsora pachyrhizi*, genotypes, productivity, soybean.

I. INTRODUCCIÓN

La soya [*Glycine max* (L) Merrill.] es uno de los principales cultivos de ciclo corto del litoral ecuatoriano, tiene una importancia económica para el país. La producción comercial de este cultivo se inició en los años 70 con 1 227 ha, alcanzando en el 2014 las 28 288 ha cultivadas. A nivel de país en el ciclo de verano de 2015, se determinó un rendimiento de 2 040 kg/ha⁻¹. En la provincia de Los Ríos la producción es aproximadamente de 2 160 kg/ha⁻¹, aquí se destacan los cantones Vinces y Baba como los más productores (Guzmán, M. L. 2003).

En la cuenca baja del Guayas, cada año se propagan cerca de 51 000 ha de soya, cultivadas por aproximadamente 5 000 agricultores, la producción obtenida es muy baja, por lo que solo suministra las exigencias de los productores de balanceados por alrededor de tres meses y el resto del año se cubre con intercambios de países como Estados Unidos (252 824 tm) y Argentina (213 028 tm) (INEC, 2016). El cultivo de soya en nuestra provincia tiene una extensión plantada de alrededor de 58 576 hectáreas (Efrén, 2010).

Actualmente en nuestro país el volumen de producción es 94 091 tm lo cual es bajo, en comparación con el consumo nacional que oxila las 540 045 tm al año. Estas 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 alta incidencia de los principales fitosanitarios tales como: *Phakopsora pachyrhizi*, *Cercospora sojina*, y *Helidepta indicata*, entre otros (Efrén, 2010).

En la actualidad la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) es uno de los principales fitoparásitos que atacan al cultivo de la soya, es una enfermedad foliar que ha devastado esta oleaginosa en muchas partes del mundo. Este hongo necesita temperaturas óptimas entre 16 °C y 29 °C para que se inicie la infección y esporulación del patógeno. El clima en nuestras áreas productoras presenta condiciones favorables para la infección y el desarrollo de la enfermedad.

La soya es susceptible al hongo durante todo el ciclo del cultivo, pero 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, detiene el crecimiento del tallo, provoca aborto de vainas e interrupción del llenado de granos, afectando el tamaño y la calidad de la semilla. El mayor efecto negativo es la madurez anticipada de la planta (Efrén, 2010).

La rápida diseminación del patógeno ha provocado grandes pérdidas en el rendimiento del cultivo, disminuyendo los rendimientos entre el 10 % a 80 % según reportes del comité nacional de productores de oleaginosas. La disminución de la producción de soya, durante la última década en el Ecuador, se debió posiblemente a la presencia de la roya asiática. Hasta la fecha no se cuenta con variedades resistentes o tolerantes a esta enfermedad, siendo una de las principales estrategias empleadas en el manejo de la roya la mejora genética (Distéfano, Gadbán, & Juárez, 2009).

La agricultura actual exige cambios de tecnologías, para generar cultivares con mayor potencial de rendimiento que sean aceptados por los agricultores. Por lo que el objetivo de esta investigación es evaluar la incidencia de la roya asiática, en siete nuevas líneas promisoras y dos variedades de soya bajo las condiciones agroecológica de Vinces y poder seleccionar al final del trabajo de investigación las líneas o variedades con mejores características de resistencia o tolerancia a este patógeno y entregar al productor del sector un buen material genético. En Ecuador se reportó la enfermedad a partir de septiembre del 2005, durante inspecciones realizadas por técnicos del INIAP, MAG, y SESA a plantaciones de soya localizadas en la provincia de Los Ríos.

La Universidad de Guayaquil ante esta problemática nacional, en el año 2006 inició un programa de cruzamientos de genotipos del mutualista de germoplasma de la institución. De esta manera, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la inclemencia de la plaga el efecto en los componentes de rendimiento.

1.1. Situación Problemática

1.1.1. Descripción del problema

La reducción de la producción y productividad del cultivo de soya debido a los altos índices de ataque de la roya asiática, reportándose pérdidas entre el 11 % y 99 % en determinados países. El daño ocasionado por ataque de la roya asiática depende de la severidad del patógeno, del estado de desarrollo de la planta y de las condiciones

ambientales predisponentes al desarrollo de la enfermedad. Si se produce 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. Pero cuando la infección ocurre cerca de la madurez fisiológica el efecto sobre el rendimiento es mínimo (Terán, 2006).

Una de las razones para la alta severidad de la enfermedad en el país se debe, entre otros factores, a la utilización de variedades altamente susceptibles, pues los fitomejoradores no han investigado lo suficiente para encontrar líneas o variedades que muestren tolerancia o resistencia a este y otros patógeno 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 (Efrén, 2010).

1.1.2. Problema

Reducción en los rendimientos en soya debido a los altos índices de incidencia y severidad de la roya asiática.

1.2. Preguntas de la investigación

- 1.- ¿Hubo resistencia o tolerancia a la roya asiática en las siete líneas experimentales?
- 2.- ¿Cuál de las líneas tubo mayor tolerancia o resistencia a la roya asiática?
- 3.- ¿Cuál de las siete líneas mostró más susceptibilidad al ataque de la roya?
- 4.- ¿Cuál fue la relación del nivel de severidad de la roya y la productividad del cultivo?

1.3 Delimitación del problema

1.3.1. Temporal

En los últimos 10 años en la zona de Vinces los productores de soya se han visto afectado por esta grave enfermedad que merma los rendimientos en sus cultivos.

1.3.2. Espacial

En los terrenos de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo de la Universidad de Guayaquil. Ubicada a 1,5 Km en la Vía Vinces - Palestina.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la severidad de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*) y su influencia en la productividad en siete nuevas líneas promisorias de soya en la zona de Vinces.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la severidad de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) para conocer la resistencia y/o tolerancia de los materiales germoplasmicos en estudio.
- Establecer la relación de severidad de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) frente al rendimiento y sus componentes en los materiales germoplasmicos en estudio.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Desarrollo del cultivo

2.1.1 Etapas de desarrollo.

De acuerdo con Fehr, et, al. (1971), existen varias clasificaciones para identificar los distintos estados de desarrollo en soya, una de las escalas más difundidas por donde se detalla los estadios fenológicos del cultivo de soya, distinguiéndose dos etapas principales: las vegetativas y las reproductivas.

2.1.2 Etapa vegetativa.

Los dos primeros estados vegetativos son identificados con letras.

VE. Emergencia.- Se visualiza el hipocótilo, en forma de curva, empujando al epicótilo y a los cotiledones, haciéndolos emerger sobre la faja del suelo.

VC. Etapa cotiledonar.- Esta corresponde al hipocótilo cuando se endereza, provocando el despliegue de los cotiledones de manera total y en el nudo inmediato superior los bordes de las hojas unifoliadas no se tocan. Luego de esto a los restantes estados se los identifica con la cantidad de nudos.

V1.(primer nudo).- Cuando el par de hojas encaradas unifoliadas están abiertas íntegramente , y en el nudo inmediato superior se observa que los bordes de cada uno de los folíolos de la primera hoja trifoliada no se unen.

V2. (Segundo nudo).- Cuando la primera hoja trifoliada está completamente abierta, y en el nudo inmediato superior los bordes de cada uno de los folíolos de la segunda hoja trifoliada no se unen.

Vn. (n: número de nudos).- La hoja trifoliada del nudo (n) se encuentra completamente abierta, y en el enlace lindante preferente los márgenes de cada uno de los folíolos no se palpan.

2.1.3 Etapa reproductiva.

R1. Inicio de floración.- Cuando se aprecia una flor abierta en algún nudo del eje principal.

R2. Floración completa.- Se aprecia una flor abierta en uno de los nudos superiores del eje central con hojas completamente desplegadas.

R3. Inicio de formación de vainas.- Al menos una vaina de 5 mm de largo en uno de los 4 nudos superiores del eje principal, y con hojas totalmente expandidas.

R4. Vainas completamente desarrolladas. – Al menos una vaina de 2 cm en uno de los 4 nudos superiores del eje principal con hojas totalmente expandidas. En esta etapa comienza el periodo crítico del cultivo; entre R4, y R5, es uno de los momentos más críticos, ya que ha finalizado la floración y cualquier situación crítica: como una deficiencia de agua, de elementos nutritivos, ataque de orugas desfoliadoras, enfermedades foliares, ataque de chinches, granizo, etc., afectará el número final de vainas y de granos.

R5. Inicio de formación de semillas.- Al menos una vaina, ubicada en uno de los cuatro nudos superiores del eje principal, contiene una semilla de 3 mm de largo.

R6. Semilla completamente desarrollada.- Al menos una vaina, ubicada en cualquiera de los 4 nudos superiores del eje principal, contienen una semilla en estado verde que llena la cavidad de dicha vaina, con hojas completamente expandidas. Aquí culmina el periodo de riesgo para la soya.

R7. Inicio de maduración.- Al menos una vaina completa ubicada en cualquier nudo del eje principal y a logrado un tono de color oscuro. Aquí el grano en este momento cuenta con alrededor de 60 por ciento de humedad.

2.2 La roya Asiática

2.2.1. Importancia

Según Efrén, (2010), la roya de la soya (*Phakopsora pachyrhizi*), puede causar pérdidas o disminuir los rendimientos del cultivo hasta en un 90 %, por lo que está considerada entre las plagas más severas del cultivo, se presenta en la mayor parte de las área productoras del país con diferentes niveles de intensidad.

2.2.2. Origen

Tiene su origen en el continente asiático, en la actualidad la enfermedad está presente en todos los países de América Latina, región donde las infestaciones son más frecuentes especialmente en los países en vías de desarrollo. Actualmente es considerada una de las enfermedades más severas del cultivo de soya (Macías et al., 2011).

2.2.3. Incidencia y severidad de la roya

Navia (2009), comenta: esta enfermedad ha sido considerada una de las más destructivas por los daños causados en leguminosas como: defoliación precoz, disminución del número de vainas, granos por vaina y peso de los mismos. La virulencia de la enfermedad es más frecuente donde hay estrés por temperatura o humedad, bajo esas condiciones se ha reportado una rápida dispersión de la enfermedad con daños más severos que han generado pérdidas de rendimiento entre 10 % al 80 % en los cultivos.

En épocas lluviosas se pueden registrar pérdidas hasta del 100 por ciento en variedades susceptibles; por el contrario, se ha observado que las pérdidas se han reducido entre el 10 % y 15 % en temporadas de sequía (Guale Baque, 2010).

Catelli (2009), señala, que en Brasil en los años 2006 y 2007, las pérdidas fueron mayores, estos perjuicios económicos causados por la roya fueron por pérdidas de granos. Pues las plantas son más afectadas durante la etapa reproductiva, principalmente durante el desarrollo de la semilla.

2.2.4. Síntomas

Se manifiestan con puntos pequeños oscuros de máximo 1 mm de diámetro en las hojas inferiores, a manera de pequeñas pústulas (ampollas) que corresponden al inicio de la formación de las estructuras fructíferas del hongo (uredias). Éstas uredias con el tiempo se tornan pardas y producen un pequeño poro a través del cual liberan las uredosporas. Con el avance de la esporulación, el tejido foliar que rodea a la primera uredia se torna entre marrón claro y pardo rojizo, provocando lesiones fácilmente visibles en superficies de la hoja (Guale Baque, 2010).

También *P. pachyrhizi* hace que las hojas amarillean o se oscurezcan y se desprendan, impidiendo el llenado total del grano. Entre más temprana sea la defoliación, más pequeños serán los granos de soya y por ende mayor pérdida de producción y calidad del grano. En casos severos la enfermedad puede ocasionar la caída de las vainas (Garcés, 2013).

Para Terán & Gracia (2008), los primeros síntomas se presentan en las hojas inferiores conforme avanza la enfermedad hacia el tercio medio y superior de la planta, las hojas se tornan amarillentas y las lesiones se manifiestan como pústulas pequeñas de color marrón amarillento a marrón rojizo u oscuro visibles en el envés de las hojas. Bajo condiciones ambientales óptimas, la infección progresa rápidamente hacia las hojas medias y superiores de la planta causando una defoliación severa.

Los síntomas de la roya asiática de la soya (RAS) pueden comenzar también con el amarillamiento de la base de la planta y lesiones necróticas muy parecidas a la mancha marrón producida por *Septoria glycines* (Guamán, 1996).

Inicialmente las manchas son cloróticas como puntitos muy difíciles de observar cuando aparecen, luego se necrosan. En el envés de las hojas pueden verse las estructuras que permiten reconocer la enfermedad, son las pústulas de las uredosporas o urediniosporas (Gally, 2007).

Los signos de la roya asiática, comienzan con puntos amarillentos en las hojas del tercio inferior de la planta; estas manchas cloróticas se transforman en manchas bronceadas o castaño rojizas, angulares de 2 a 5 mm². Las hojas se secan y la planta sufre una defoliación precoz (Gally, 2007).

2.2.5. Epifitiología

Las condiciones que favorecen el desarrollo de la roya son temperaturas moderadas 18 °C a 25°C y lámina de agua constante y prolongada en la superficie de la hoja (al menos durante 8 horas), ya sea por lluvia o por rocío. Los períodos cálidos y secos son desfavorables para el desarrollo de la enfermedad (Gracés, 2013).

La enfermedad alcanzan su máximo potencial de crecimiento entre los 15 °C y 28 °C acompañado de un alto nivel de humedad relativa por un período de entre 6 y 12 horas, estas condiciones son las óptimas para el desarrollo de la enfermedad. Los períodos de humedad relativa menores a 6 horas no generan infección (Navia, 2009).

Bajo estas condiciones las pústulas pueden desarrollarse en 5 a 10 días y las uredosporas son producidas en un periodo desde los 10 a 21 días. Para esto es necesario

que la superficie de las hojas presente rocío o una lámina de agua para facilitar la germinación y penetración de la uredospora. La penetración se da en forma directa por medio de la cutícula y la célula epidermal, luego la hifa crece intercelularmente. Esta enfermedad no se transmite por semilla. Se reproduce en plantas enfermas, se dispersan a grandes distancias por el viento, cae en hojas del hospedero mismo que favorece su desarrollo dando origen a nuevas infecciones (Efrén, 2010).

2.3. Tolerancia o resistencia de la soya a la roya

2.3.1. Tolerancia

El estrés abiótico en la soya, se debe principalmente a la falta o abundancia de agua, a la deficiencia de nutrientes, toxicidad edáfica y también a bajas o altas temperaturas. En general estos factores son para el agricultor más perjudiciales que las enfermedades y los insectos (Gally, 2007).

Poseer la tolerancia a fitopatógenos es una estrategia para el manejo de enfermedades que incorpora elementos ecológicos y multidisciplinarios mediante el análisis y aplicación de diferentes técnicas, tanto modernas como tradicionales de mejoramiento de plantas, con el fin de disminuir las aplicaciones de pesticidas en la producción de cultivos y hacer una agricultura más sustentable (Sandoval, 2010).

Una realidad bastante importante en la producción de alimentos son aquellos factores que a menudo se combinan dando lugar a la disminución de la producción agrícola, lo que hace preciso cuantificar los principales factores limitantes de la producción, entre los cuales se incluyen los nematodos fitopatógenos. Mismos que se encuentran siempre presentes y están asociados con el crecimiento de la planta y la producción del cultivo (Volcy, 1997).

2.3.2. Resistencia

La adaptación puede ser definida como cualquier carácter de un organismo que tiene el valor de supervivencia, bajo las condiciones adversas que existen en su hábitat. Los caracteres pueden permitirle a la planta hacer uso más completo y eficaz de los nutrientes, agua, luz, tolerancia a temperatura excesiva, insectos dañinos, enfermedades y otros. Bajo estas condiciones las plantas pueden manifestar adaptaciones morfológicas y fisiológicas que le confieren resistencia a factores adversos.

Los cultivares actualmente disponibles presentan mayores genes de resistencia y fueron desarrolladas por mejoramiento convencional, pero diferentes programas están investigando nuevas fuentes de resistencias en plantas no hospederas que puedan ser incorporadas en la soya mediante biotecnología.

La presente investigación intenta demostrar que existen variedades o líneas tolerantes a la roya, pero esta no es la única solución para el manejo de la enfermedad, por lo que es necesario integrar los diferentes componentes para no permitir el incremento de la severidad de este patógeno y mantener o mejorar los niveles actuales de productividad.

La importancia de un patógeno que ataca a una planta en su ambiente natural generalmente es muy poca, conforme la agricultura tiende al monocultivo y a la implantación de diversas técnicas agronómicas, puede causar un desequilibrio en el ecosistema y favorecer con ello la proliferación de plagas. Para mejorar la resistencia a daños causados por plagas (insectos y nematodos), existen muchas alternativas igual que para manejar la resistencia a enfermedades (Muñoz, 2006).

Sin embargo, la especificidad de las plagas es menor que la de los agentes patógenos. Muchas veces un daño es causado por varias formas de una especie o por varias especies de un género. Por eso la resistencia a plagas es más difícil de obtener que la resistencia a enfermedades y requiere del trabajo de entomólogos para su realización. Las causas de resistencia contra plagas puede ser la resistencia mecánica, que es la resistencia a la penetración de la plaga por la consistencia de los tejidos, lo cual puede ser resultado de su esclerotización (Muñoz, 2006).

2.3.3. Metodologías para evaluación de la roya asiática

Gally (2007), menciona el protocolo de muestreo para la roya de la soya, empieza con la metodología para el monitoreo y detección temprana en campos de producción, luego aplica en macro parcelas y se finaliza en micro parcelas.

Se deben recorrer periódicamente los cultivos de soya, cada 15 días durante los estados vegetativos y cada 7 días en estado reproductivo. Se inspecciona el follaje

buscando síntomas sospechosos y se toman muestras (tamaño mínimo de la muestra: 30 folíolos) de los estratos medio e inferior del cultivo, dando prioridad durante el muestreo a sitios, dentro del lote, donde se presenten períodos más prolongados de humedad o mojado foliar (bajos, terrazas, etc.) y en lugares donde se realiza al mismo tiempo el monitoreo para insectos (Macías et al., 2011).

Las muestras se remitirán a un laboratorio de diagnóstico preferentemente en cámaras húmedas y dentro de las 48 h de colectadas. En caso de retrasarse el envío se recomienda guardar las muestras en heladera. En el laboratorio, primero inspeccionan las muestras bajo lupa estereoscópica (20-40X), buscando estructuras del hongo. Ante casos sospechosos, realizan observaciones directas bajo microscopio óptico (100-400X), o bien colocar folíolos con síntomas sospechosos en “cámaras húmedas” y a las 24-72 horas efectuar las observaciones microscópicas, procurando detectar los urediniosoros y las urediniosporas de *Phakopsora* (Macías et al., 2011).

Para el muestreo y evaluación de roya en macro-parcelas, se toman dentro de la macro-parcelas cinco puntos de muestreo (en patrón de W), separados aproximadamente a 20 m de distancia y a 10 surcos entre ellos, se escogen dos plantas por punto de muestreo y dividiendo imaginariamente cada planta en dos estratos, se extraen dos folíolos de la porción superior y dos de la inferior (n total = 40). Las muestras son remitidas dentro de cámaras húmedas al laboratorio. Las evaluaciones se realizan en laboratorio de la misma manera que se describió anteriormente. Se registran el número de folíolos afectados con roya y se estima un valor de incidencia $[I \% = (\text{N}^\circ \text{ de folíolos con roya} \times 100) / \text{N}^\circ \text{ de folíolos en la muestra}]$ (Formento, 2014).

Para el muestreo y evaluación de roya en micro-parcelas, se considerarán parcelas de 4 surcos x 6 m de largo y un distanciamiento de 0,52 m. De los dos surcos centrales y evitando los bordes (1 m) se extraen del tallo principal de 10 plantas un folíolo central del estrato superior y un folíolo central del estrato inferior (n total: 20 folíolos por fecha de evaluación; se puede incrementar este número a 40 en ensayos donde se requiera mayor precisión). La frecuencia de muestreo y las evaluaciones en el laboratorio se realizarán de acuerdo a la metodología mencionada en el punto anterior, según Formento (2014).

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 cada 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 (Espinoza, 2009).

Las hojas más bajas de las plantas, deben ser cuidadosamente examinadas, una vez que la enfermedad es verificada se debe proceder a la aspersion del producto recomendado para su control (Espinoza, 2009).

2.4. Trabajos realizados en relación con el tema

Efrén (2010), con su tema “Evaluación y selección de genotipos de soya tolerantes a la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi* sydow) en condiciones naturales de infección”, en 300 genotipos de soya. Observo que los genotipos más tolerantes a la enfermedad de acuerdo a la escala arbitraria de 1 - 7 fueron los siguientes; S-1013 con un valor de 2 en la escala, que significa 1 % de infección foliar, seguido de los genotipos; S-1009; 10108; 10485; 10728, que obtuvieron un valor de 3 en la escala, que significa 2 % - 3 % de infección foliar. Así mismo pudo observar que los genotipos que presentaron la mayor severidad de la enfermedad por obtener un valor de 6 en la escala, que significa más del 20 % de infección foliar, los más susceptibles fueron; S-882; S-883; S-884; S-885; S-928; S-999; S-1019; S-1020; S-1021; 10028 y 10579.

En lo que respecta a la parte estadística, la varianza (S²) fue 0,29; la desviación estándar (S) 0,54 y el coeficiente de variación (C.V) 11,18 %. Los resultados agronómicos obtenidos en los 300 tratamientos se muestran a continuación. En las variables días a floración, maduración y cosecha.

Días a floración, los genotipos; S-90; S-926; S-927; S-970, fueron los más tardíos con, 49 días a la floración, mientras que las más precoces fueron; S-884; S-885; S-888-B; S-1020; S-1021; S-1022, con 32 días a la floración. El promedio general fue de 40,86 días, las floraciones más comunes de los genotipos fueron a los 41 días con un

rango general entre el más tardío y el más precoz de 17 días. Mientras las diferencias en la varianza (S²), la desviación estándar (S) y el coeficiente de variación (C.V), fueron de 9,51; 3,08 y 7,55 % respectivamente.

En el estudio de dosis del biofertilizante ecofungi en el recubrimiento de las semillas de soya, mismo que tuvo como objetivo, determinar el efecto e identificar la dosis del biofertilizante Ecofungi más apropiada para la semilla de soya. Los resultados demostraron que una aplicación de Ecofungi en una dosis de 100 g ha⁻¹, presentó una mejor respuesta de la planta, observándose un mayor desarrollo radicular en el experimento bajo condiciones controladas (invernadero). También es de mencionar que en condiciones de campo la mejor respuesta estuvo determinada por las dosis de 100 y 250 g ha⁻¹ (Briones et al., 2009).

Con el sistema de monitoreo oficial de (INTA), se montó un experimento donde se aborda los factores más influyentes relacionados con el monitoreo, calidad de aplicación y éxito de control de la roya asiática de la soja, se analizó una gran cantidad de muestras para realizar la detección y seguimiento de la enfermedad. Los resultados alcanzó en promedio 160 pústulas /cm² de folíolo (parte superior) y de 183 pústulas /cm² con un rango de 354 a 365 pústulas /cm² (parte inferior). En esta investigación, el patógeno a más de mostrar un ataque muy severo, la esporulación fue abundante incluso hasta R7 (Zarate, 2017).

2.5. Mejora genética

2.5.1. Selección y adaptación

En la selección de germoplasma de soya, se consideran aspectos como materiales con características morfológicas, fisiológicas y de resistencia o tolerancia a plagas de interés. Se pueden obtener híbridos fácilmente dentro de las líneas de esta especie mediante cruzamientos. Los fitomejoradores escogen líneas parentales que posean características apropiadas dentro de su programa de cruzamiento, lo que permite un rápido avance en los aspectos de adaptación y productividad. La evaluación y selección, ya sea individual o masal permite detectar genotipos superiores que luego de pruebas de rendimiento se recomienda para la producción comercial (Morales, F. y Contreras, L. 2006).

Selección individual se elige un cierto número de individuos de acuerdo con el carácter que se está buscando, número que en ocasiones puede ser muy elevado para características de baja heredabilidad (varios miles), pero también muy pequeño para caracteres cualitativos o de alto potencial. Sus descendencias se siembran separadamente. Se eligen las mejores líneas, desechando el resto (Soldini, D. 2008).

Selección masal consiste en escoger de una población todas las plantas que tengan los mejores e idénticos genotipos, cosecharlas y mezclar la semilla; la mezcla resultante es una selección en masas (Guamán, R. 2007).

Toda material germoplasmico tiene que ser sometido a pruebas de adaptabilidad regional por lo menos en dos campañas seguidas para observar las reacciones que puedan tener en características agronómicas y rendimiento al medio ambiente local. Se recomienda que estas características deban ser superiores a las variedades existentes en la zona para la producción comercial o al menos no inferiores (Bohórquez, A. 2011).

Las plantas de soya pueden manifestar adaptación morfológica y fisiológica lo que confiere resistencia a factores adversos como el clima (Macías, 2011).

La ciencia de cambiar la genética de las plantas para beneficio de la humanidad es un arte. Puede llevarse a cabo de diferentes maneras desde muy simples como la selección de plantas con características favorables hasta técnicas moleculares complejas de biotecnología de última generación. Los programas de mejoramiento de plantas autógamias tienen como finalidad la obtención de líneas puras, donde la descendencia de un individuo homocigótico auto fecundado tenga un fenotipo altamente homogéneo (Ferraris, 2011).

El fotoperiodo es un inconveniente en el momento de realizar mejoras en soya, debido a la sensibilidad de la planta a las horas luz, actualmente para desarrollar variedades en los trópicos se hace uso de germoplasma debidamente adaptados y se siguen los mismos pasos empleados en las zonas templadas hibridación de padres seleccionados (método de pedigrí o genealógico). Si se realiza un cruzamiento con

parentales introducidos, es necesario efectuar un retro cruzamiento o un cruzamiento triple con un material adaptado (Wilson & Richer, 2001)

2.5.2. Variedades cultivadas

En Ecuador se han desarrollado algunos cultivares, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) entre los años 1976 y 2003, liberó las siguientes variedades: INIAP-Júpiter, INIAP-302, INIAP-303, INIAP-304, INIAP-305, INIAP-306, INIAP-307 e INIAP-308 y la empresa privada SENACA liberó la variedad 'Josefina'. En los últimos años se ha introducido variedades como Soyica p-34 (Soldini, D. 2008).

La variedad INIAP 308, se obtuvo por selección de un grupo de cultivares que fueron introducidos en el año 2000 desde Santa Cruz de la Sierra- Bolivia. A la línea seleccionada se la identificó como S-840; la cual hasta el año 2008 ha sido evaluada en 24 ensayos en las zonas de Buena Fe, San Carlos, Pichilingue, Ventanas, San Juan, Montalvo, Pueblo Nuevo y en la Estación Experimental del Litoral Sur “Dr. Enrique Ampuero Pareja” (Boliche). La variedad tiene un potencial 3900 Kg ha⁻¹, y por otro lado presenta una moderada resistencia a la enfermedad fungosa Mildiú (*Peronospora manshurica*) (Guamán, R. 2011).

Según Ramos (1992), Soyica p-34 es una variedad mejorada de tipo indeterminado, altos rendimientos, resistente a enfermedades y con amplia adaptación al Valle geográfico del Río Cauca y zonas similares (800 a 1 200 m.s.n.m.). Es producto de selecciones individuales y masales durante siete campañas de los cruzamientos entre Davis, AGS 129 y la línea experimental 568-M(3)-1-7-M(3). Esta investigación se inició en 1984 en el Centro de Investigación de Palmira, habiéndose escogido entre las líneas evaluadas una de las agrónomicamente más sobresalientes, la cual en 1998 se identificó como ICA L-163. La variedad “Soyica P-34” presenta resistencia a mancha de ojo de rana (*Cercospora soyina*), mancha púrpura de la semilla (*Cercospora kikuchii*), tolerancia a pústula bacteriana (*Xanthomonas phaseoli*) y Mildiú veloso (*Peronospora manchurica*).

En el año 1989, en la zona de San Carlos (cantón Quevedo-Provincia de Los Ríos), se evaluaron cinco variedades (“Paranagoina”, “Totái”, “BR-85-610”,

“Cristalina” y “Doko”) introducidas de Bolivia por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil. Las variedades “Cristalina”, “Doko” y BR-85-610 sobresalieron sobre las demás por los rendimientos y características agronómicas (Carcelén, 1999).

Por selección masal y consiguientes selecciones individual de planta por surco, el material introducido “Totai”, dio origen a la variedad Vines UG-2, la cual fue liberada sin registro en la década del 90, con un potencial de rendimiento de 3 667 kg ha⁻¹, posteriormente este material se convirtió en uno de los parentales que mediante cruzamiento originó a las siete líneas motivo de la presente investigación (Painii et al., 2012).

2.5.3. Características varietales de mayor interés

2.5.3.1. Rendimiento de grano

Es uno de los caracteres de gran interés, tiene una característica poligénica (controlada por muchos genes), cuyos componentes principales son el número de vainas por planta, de granos por vaina y el peso del grano. El potencial genético y de las condiciones de manejo de la variedad determina la productividad de la variedad. Es importante que durante el llenado de grano se cuente con la humedad necesaria para un buen llenado de grano. (Valencia, R. 2005).

2.5.3.2 Inicio de carga.

Esta es una característica muy importante a tener en cuenta en el programa de mejora genética, sobre todo cuando se piensa en variedades que permitan una cosecha mecanizada (Ponce et al., 2002). Sabido es que materiales con altura de carga inferiores a 13 cm originan una reducción del rendimiento de grano y las consecuentes pérdidas económicas (Maldonado et al., 2012).

2.5.3.3. Plasticidad

Factores de la plasticidad se relacionan con la adaptación a unas condiciones de ecológicas determinadas, donde la variedad expresa su mayor potencial de producción de grano. Por ello, antes de ser liberadas debe conocerse la estabilidad del material (Valencia, R. 2003)

2.5.3.4. Resistencia a enfermedades

En el programa de mejora se busca variedades con resistencia genética a las enfermedades predominantes en la zona de influencia de la soya, dentro de las cuales están la Cercospora (*Cercospora sojina*), la pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycine*) y el mildiu vellosa (*Peronospora manshurica*). Pero también han aparecido enfermedades con gran poder destructivo como la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), para la cual no existen variedades resistencia a la fecha (Espinoza, 2005).

Con respecto a la roya es importante que los genotipos si no alcanzan una resistencia, sean tolerante al patógeno, esta se convierte en una estrategia en los programas de mejoramiento, aquí se seleccionan líneas con alto rendimiento en presencia de la roya (Oloka et al., 2009).

2.5.3.5. Precocidad

Una variedad muy precoz en florecer, tendrá bajos rendimientos, mientras que una variedad demasiado tardía si no llegara a madurar produciría muy poco grano, al coincidir el período del llenado del grano con el periodo más seco. Por ello mediante el mejoramiento genético se han desarrollado variedades relativamente precoces, intermedias y tardías, de gran adaptación en los sistemas de producción de cultivos en rotación semestral o anual y de alto rendimiento de grano. El aprovechamiento del carácter período juvenil largo en soya, representa una fuente importante para retrasar la floración en el trópico, ya que se retarda el inicio de la floración, aunque existan condiciones apropiadas de luz. Su prolongación contribuye a un crecimiento vegetativo más amplio y a una mayor producción (Horacio C. 2004).

Entre los beneficios de la soya esta la diversificación de cultivos, el aprovechamiento de muchas áreas desocupadas, especialmente en la época seca, el mejoramiento y conservación de los suelos, como consecuencia de la rotación de cultivos gramíneas leguminosas (arroz o maíz en el período de lluvias y soya en el período seco), donde se aprovecha la humedad remanente que queda en el suelo luego de la época lluviosa (Calero, 2009).

El comportamiento de la altura de carga, está en correspondencia con la altura de planta para todas los genotipos evaluados, lo cual está determinado por la genética del material (Sneller, 1994).

La mayor altura de carga presentó So ITAV 3 con 17,52 cm, y la menor altura de carga con 10,01 cm fue para INIAP-308, en lo referente al rendimiento la línea So ITAV 3 fue el que obtuvo mayor rendimiento con 3 388,74 kg ha⁻¹, seguido del T₇ = So ITAV 7 con 3 066,95 kg ha⁻¹ (Villavicencio, 2016).

El número de vainas por planta, se constituye en uno de los componentes importantes para el rendimiento como manifiesta (Cedeño, 2012)

El ambiente influye grandemente en las características agronómicas como: altura de planta, ramas por planta, y por lo tanto las variedades pueden presentar valores diferentes en función del lugar y año (Ayala, 2011).

Palma & Olvera, (2012) en su investigación "Evaluación de nuevas líneas de soya (*Glycine max* (L) Merrill.), durante la época seca en la zona de Vinces y Pueblo Viejo", alcanzó un promedio general 5 ramas por planta, además reportan el peso de 130,10 gramos para 1000 granos en la línea So ITAV 1 y el menor peso lo presentó So ITAV 7 con 120,80 gramos,

Pazmiño, (2013) en su investigación "Respuesta de la variedad de soya INIAP 308 a dos distanciamientos de siembra, en la zona de Babahoyo-provincia de Los Ríos encontró que las plantas con mayor altura fueron de la variedad INIAP-308 con 54,43 cm; el testigo Soyica p34 alcanzó menor altura de 37,60 cm, en la variable de días a la floración, encontró la variedad testigo Soyica p34 fue la más tardía en florecer con 55 días; mientras que la más precoz fue la INIAP-308 con 42 días, en la variable días a la maduración la variedad testigo Soyica p34 fue la tardía en madurar con 95 días, por su parte la más precoz fue INIAP-308 con 91 días.

Painii *et al.*, (2012) en su trabajo de investigación Evaluación de líneas de soya desarrolladas por el ITAV en dos zonas de producción de la provincias de Los Ríos, alcanzo un valor de 2,68 semillas por vaina.

En su trabajo de investigación Sáenz (2016) denominado Potencial productivo de líneas promisorias de soya (*Glycine max*), en época seca, en la zona de Quevedo, encontró que las variedades Soyica p-34 e INIAP-308 fueron más precoces en florecer con valores de 41 y 42 días, mientras que las líneas desarrolladas por la Universidad de Guayaquil en promedio florecieron a los 44 días.

III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología

3.1.1 Ubicación del experimento.

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de junio a octubre de 2017 aprovechando la humedad remanente del suelo, en los terrenos de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo de la Universidad de Guayaquil, ubicada a 1,5 Km. en la vía Vinces – Palestina, los datos de ubicación se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Localidad, altitud, coordenadas geográficas y temporada de establecimiento del experimento.

	Campaña 2017 Temporada seca (B)
Provincia	Los Ríos
Cantón	Vinces
Sitio	Granja Experimental (FACDE)
Altitud (msnm)	41
Coordenadas geográficas	1° 32' 57" S y 79° 45' 0" W

Las características climáticas que se presentaron durante el desarrollo del experimento se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Promedio de temperatura humedad relativa y precipitación pluvial mensual

Parámetros meteorológicos	Temporada seca 2017				
	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Temperatura promedio (°C)	25,99	24,48	24,91	25,41	26,10
Humedad relativa %	90,00	90,00	89,00	88,00	89,00
Precipitación pluvial (mm)	45,50	0,00	0,30	0,00	11,60

Fuente: Estación meteorológica del INAMHI-FACDE

3.1.2. Material de siembra

Se utilizaron siete líneas promisorias de soya desarrolladas en la Facultad de Ciencias para el Desarrollo de la Universidad de Guayaquil, provenientes de los cruzamientos entre los parentales Vinces UG-3 y Vinces UG-2, codificadas: So ITAV 1, So ITAV 2,

So ITAV 3, So ITAV 4, So ITAV 5, So ITAV 6, So ITAV 7, como testigo se usó las variedades Soyica p-34 e INIAP-308, cuyas características se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características agronómicas de los genotipos en estudio.

Líneas	Pedigrí	Altura de planta (cm.)	Altura de carga (cm.)	Días a la floración	Días a la maduración	Frutos por planta	Peso de 100 semillas (g)	Rendimiento/planta (g)
So ITAV 1	(VUG-3 x UG-2)2-3-9	60	14	43	109	143	18,64	29,61
So ITAV 2	(VUG-3 x UG-2)4-3-4	62	17	44	109	204	19,05	47,61
So ITAV 3	(VUG-3 x UG-2)5-6-7	56	18	43	109	221	18,87	46,33
So ITAV 4	(VUG-3 x UG-2)37-1-4	50	15	44	109	172	18,16	49,5
So ITAV 5	(VUG-3 x UG-2)38-6-7	51	20	43	109	170	16,39	38,36
So ITAV 6	(VUG-3 x UG-2)53-4-3	56	18	43	109	143	18,18	30,61
So ITAV 7	(VUG-3 x UG-2)67-9-7	54	15	43	109	132	16,99	30,11
INIAP-308	S-840	70	14	40	109	70	15,63	20
Soyica p34	Davis x AGS 129 (3)-17 M	75	16	46	121		17,62	29,61

Fuente: Painii, et al., (2012).

3.1.3. Factor estudiado.

En este trabajo de investigación se evaluó la severidad de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) y su influencia en la productividad en siete líneas promisorias y dos variedades de soya en la zona de Vinces-Ecuador.

3.1.4. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron compuestos por las siete líneas promisorias de soya y las dos variedades P-34 y INIAP-308.

- T1= ITAV 1
- T2= ITAV 2
- T3= ITAV 3
- T4= ITAV 4

- T5= ITAV 5
- T6= ITAV 6
- T7= ITAV 7
- T8= INIAP-308
- T9= Soyica p-34

3.1.5. Diseño experimental

Se aplicó el diseño experimental Bloques Completos al Azar con nueve tratamientos y cuatro repeticiones.

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza

	Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	$t - 1$	8
Bloque	$(b - 1)$	3
Error Exp.	$(t - 1)(b - 1)$	24
Total	$t.r - 1$	35

Modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Total de una observación

μ = Media de población

T_i = “efectos iesimo” de los tratamientos

β_j = Efecto jotaésimo de los bloques

\sum_{ijk} = Efecto aleatorio (error experimental)

3.1.6. Análisis estadístico

Las variables de los componentes del rendimiento fueron sometidos al análisis de la varianza y los promedios a comparaciones por la prueba de Tukey $p < 0,05$ (Steel and Torrie, 1988), se utilizó el paquete estadístico InfoGen versión 1.0 (Balzarini et al. 2004). Para determinar la relación de la roya con los componentes de rendimiento, se realizó un análisis de regresión lineal, también se estableció el nivel de asociación entre variables mediante correlaciones bivariadas (Pearson), para los cálculos se utilizó el software estadístico SPSS Statistics versión 2.0

Cuadro 5. Delineamiento del experimento.

Tipo de Diseño	Bloques al azar
Números de tratamientos	9
Número de repeticiones	4
Unidades experimentales	36
Área de cada unidad experimental (m ²)	14,4
Números de hileras por unidad experimental	4
Largo de la unidad experimental (m)	6
Ancho de la unidad experimental (m)	2,4
Longitud de hileras (m)	6
Distancia entre hileras (m)	0,60
Distancia entre bloques (m)	2
Área total del experimento (m ²)	648
Plantas por metro	15
Población (plantas/ha)	250 000

3.2. Manejo del cultivo

3.2.1. Preparación de suelo

La preparación del terreno, se realizó con dos pases de romplow a una profundidad de 20 cm, para conseguir una buena germinación de semilla y desarrollo radicular de la planta.

3.2.2. El trazado de las parcelas

Se procedió a delimitar las parcelas de acuerdo al diseño experimental seleccionado.

3.2.3. Siembra

Se llevó a cabo en forma manual a chorro continuo dejando una cantidad estimada de 20 semillas por m, la semilla fue previamente tratada con Vitavax en dosis de 2,5 g/kg de semilla. No se utilizó inoculante pues el suelo donde se estableció el ensayo posee las bacterias específicas que conviven en simbiosis con las raíces de la soya, toda vez que en campañas anteriores se había sembrado soya en ese sitio.

3.3.4. Raleo

A los 10 días de germinada la semilla se procedió a realizar un aclareo para dejar 15 plantas por metro lineal, con lo cual se logró una población estimada de 250 000 plantas por hectárea.

3.3.5. Manejo de malezas

Se aplicó como pre emergente Pendimetalin (Prowl) en dosis de 2,5 l ha⁻¹, posteriormente se realizaron dos controles manuales, a los 20 y 45 días de edad del cultivo.

3.3.6 Fertilización

Se realizó de acuerdo al rendimiento potencial esperado del cultivo (tres toneladas por hectárea), y los resultados del análisis de suelo (20 kg P₂O₅ ha⁻¹), todo el fertilizante fue incorporado al momento de la siembra, este fue colocado a un costado de la hilera, en un surco trazado con ayuda de una azadita, para posteriormente ser cubierta con una capa de tierra.

3.4. Datos evaluados

3.4.1. Días a la floración.

Se realizó la observación directa a las plantas de los surcos centrales de cada unidad experimental, el monitoreo se inició en el estado reproductivo R1. Para registrar el dato se consideró la fecha de siembra hasta cuando el 50 % de las plantas estuvieron florecidas.

3.4.2. Altura de carga (cm).

Con ayuda de un flexómetro se procedió a medir desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la primera vaina, este parámetro se tomó en 10 plantas cogidas al azar por tratamiento, estado reproductivo R8.

3.4.3. Altura de planta (cm).

Se midió con la ayuda de un flexómetro, desde la base de la planta hasta el último nudo, parámetro que se tomó en 10 plantas cogidas al azar por tratamiento, estado reproductivo R8.

3.4.4 Días a la madurez.

Los resultados de esta variable están dados por el tiempo transcurrido entre la fecha de siembra y cosecha de los distintos tratamientos, estado reproductivo R8.

3.4.5 Ramas por planta.

Esta variable se tomó considerando el número de ramas encontradas en 10 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, el dato fue tomado en estado reproductivo R8.

3.4.6 Vainas por planta.

Se contabilizó el número total de vainas en 10 plantas seleccionadas al azar dentro del área útil de cada parcela, esta variable se registró en el estado reproductivo R8.

3.4.7 Semillas por vaina.

Para esta variable se tomó 10 plantas al azar dentro del área útil de cada parcela, posteriormente se procedió al conteo de las semillas en cada vaina, estado reproductivo R8.

3.4.8 Peso de 1000 granos.

Se pesó 1000 granos elegidos al azar de cada tratamiento, con humedad ajustada al 13 %, para obtener el peso se utilizó una balanza digital.

3.4.9 Rendimiento de grano (kg⁻¹)

Se determinó la producción de cada tratamiento en estudio mediante la cosecha del área útil, peso y determinación de la humedad. El peso final fue uniformizado al 13 % de humedad y para ello se utilizó la siguiente fórmula.

$$\mathbf{PF=} \frac{\text{P.I.} \times (100 - \% \text{ humedad del grano})}{(100 - \% \text{ humedad deseada})}$$

Dónde:

PF= Peso final

PI= Peso inicial

3.4.10 Componente sanitario (Incidencia y severidad de la roya %)

Para evaluar la incidencia y severidad de roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), se tomó un foliolo del tercio medio inferior, tercio medio central, y del tercio medio

superior, esto se lo hizo en 12 plantas de las dos hileras centrales. Para el caso de la incidencia se observó la presencia de pústulas, donde al observarse estas formaciones determinó que existe presencia del patógeno. Para el caso de la severidad se observó la cantidad de pústulas diseminadas sobre la lámina del foliolo, en ambos casos los datos fueron expresados en porcentaje. Se consideró el porcentaje visual de área foliar afectada (% Sev). En función del % Sev se fijaron grados de severidad (GS) según la siguiente escala:

Escala de evaluación de roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*)

Grado	Porcentaje de área afectada	Nivel de enfermedad
1	0	Ausencia
1,5	< 1	Trazas
2	1 – 5	Leve
3	6 – 25	Moderado
4	26 – 50	Severo
5	> 50	Muy severo

Fuente: Ploper et al (2006)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinar la severidad de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) para conocer la resistencia y/o tolerancia de los materiales germoplasmicos en estudio.

4.1.1. Severidad de la enfermedad Roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*)

El análisis de varianza determinó para esta variable una alta significancia estadística para los tratamientos y significancia para repeticiones, con un coeficiente de variación de 21,13% (Ver cuadro 1 del anexo)

Al comparar las medias de los tratamientos utilizando Tukey al 5 % de probabilidad se demuestra que si existió diferencia estadística, donde las líneas So ITAV 1 y So ITAV 7 registraron el grado de severidad (3) y un porcentaje de afectación del área foliar de 12,29 % y 8,02 % respectivamente. Mientras la variedad Soyica p-34 alcanzó el grado de severidad (4) con un porcentaje de área foliar infestada del 39,77 %, este se ubica en un nivel severo, pudiendo haber influenciado en la producción de granos como lo reporta Gonzales et al. (2012) (ver cuadro 6).

Aunque las líneas no alcanzaron un nivel de ausencia de la enfermedad, el nivel de afectación de acuerdo a la escala propuesta por Ploper et al., (2009), se ubicó en moderado para las líneas So ITAV 7, So ITAV 1, So ITAV 2 y So ITAV 5, lo cual se traduce en una tolerancia al fitoparasito. Esta expresión en presencia del patógeno considerada destacable en los programas de mejoramiento como menciona Oloka *et al.*, (2009).

Cuadro 6. Variables Severidad de la roya en siete líneas de soya y dos variedades comerciales. Ensayo Granja Experimental de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo, 2017.

	Tratamientos	Promedios	
	T ₇ = ITAV 7	8,02	a
	T ₁ = ITAV 1	12,29	a
	T ₂ = ITAV 2	23,32	b
	T ₅ = ITAV 5	22,88	b
	T ₈ = INIAP-308	24,23	b
El análisis de	T ₄ = ITAV 4	25,31	b
determinó una	T ₃ = ITAV 3	27,34	b
significativa solo	T ₆ = ITAV 6	28,15	b
	T ₉ = Soyica p-348	39,77	c

El análisis de regresión lineal determinó una relación significativa solo entre la roya y el número de vainas por planta, con un valor de significancia $p=0,019$, y un coeficiente de determinación igual a 0,5671, lo cual indica que la nube de datos representados por los genotipos estuvieron relacionados con la línea de tendencia ($y = -0,4102x + 56,431$); es decir, que a una mayor severidad se observó una baja en el número de vainas por planta (figura 1).

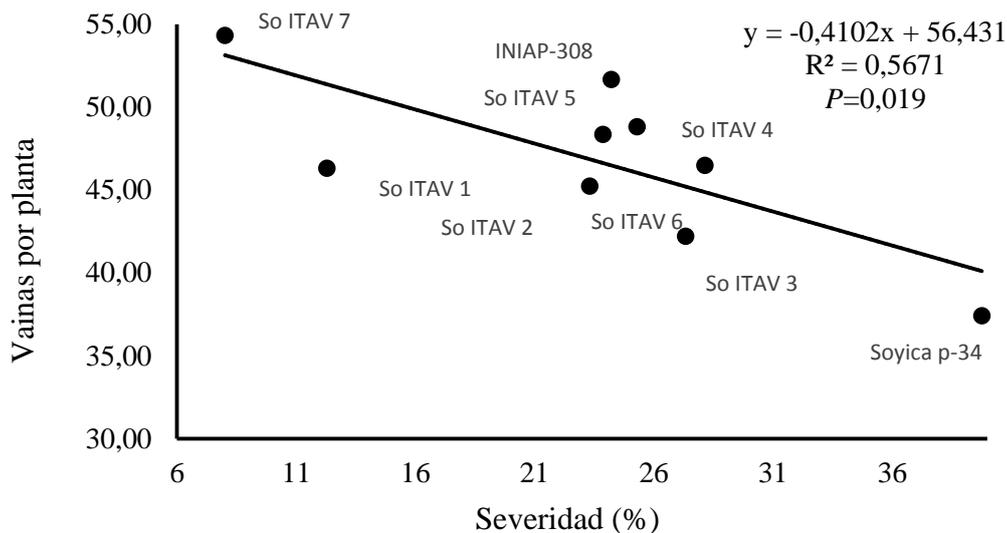


Figura 1. Regresión entre la severidad de la roya y el número de vainas por planta.

4.2. Variables agronómicas

En las correlaciones bivariadas de los componentes de rendimiento como son: vainas por planta, semillas por vaina, peso de 1000 granos y rendimiento se encontró valores positivos para las diferentes relaciones. Se presenta una correlación significativa para vainas por planta con las semillas por vaina y peso de 1000 granos. También se encontró significancia entre las semillas por vaina y el peso de 1000 granos (cuadro 7).

4.2.1. Días a la floración

De acuerdo con el análisis de varianza, se pudo determinar que existió alta significancia estadística para los tratamientos y significancia para repeticiones. El coeficiente de variación fue de 0,74 % (cuadro 1 del anexo).

Aplicando la prueba de Tukey al 5 % se comprobó que existía diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, donde las variedades INIAP-308 y Soyica p-34 fueron más precoces con 42 y 40 días respectivamente, mientras que las líneas promisorias fueron más tardías con un promedio de 47 días, sin diferir estadísticamente entre ellas (cuadro 8).

Estos resultados son similares a los encontrados por Sáenz (2016), quien en su investigación Potencial productivo de líneas promisorias de soya (*Glycine max*), en época seca, en la zona de Quevedo, encontró un promedio entre las líneas de 44 días. Vale mencionar que las líneas al no florecer prematuramente presentaron una característica deseable, puesto que la soya es muy sensible al fotoperiodo; en el proceso de selección de líneas se requiere materiales que no florezcan tempranamente, ello contribuye a un crecimiento vegetativo más amplio y a una mayor producción (Horacio C. 2004).

Cuadro 7. Correlaciones bivaridas de Pearson entre el número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 1000 granos y rendimiento de grano

		Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 1000 granos	Rendimiento kg ha ⁻¹
Vainas por planta	Correlación de Pearson	1	0,79*	0,70*	0,48
	Sig. (bilateral)		0,01	0,04	0,19
Semillas por vaina	Correlación de Pearson		1	0,77*	0,46
	Sig. (bilateral)			0,01	0,21
Peso de 1000 granos	Correlación de Pearson			1	0,17
	Sig. (bilateral)				0,66
Rendimiento kg ha ⁻¹	Correlación de Pearson				1
	Sig. (bilateral)				

*. La correlación bilateral es significativa $p < 0,05$.

4.2.2 Días a la madurez

Según el análisis de varianza, se pudo determinar que existía alta significancia estadística para tratamientos y significancia para repeticiones. El coeficiente de variación fue de 0,46% (cuadro 1 del anexo).

Según Tukey al 5 % de probabilidad estadística determinó que existía diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, donde las variedades INIAP-308 y Soyica p-34 fueron las más tardías con 123 días; mientras que las líneas fueron más precoces con un promedio de 116 días, sin diferir estadísticamente entre ellas (cuadro 8).

Estos resultados son diferentes a los encontrados por Pazmiño, (2013), quien en su investigación "Respuesta de la variedad de soja INIAP 308 a dos distanciamientos de siembra, en la zona de Babahoyo-provincia de Los Ríos" encontró que las variedades Soyica p34 e INIAP-308 maduraron a los 95 y 91 días; esta diferencia pudo estar influenciada por las condiciones climáticas por el año y la zona donde se desarrollaron las investigaciones.

Las horas luz en Babahoyo en el año 2013 durante los meses que se desarrolló la investigación estuvieron en promedio en 66,80 horas mensuales y para Vinces en el 2017 se ubicó en 50,25.

Es meritorio mencionar que las líneas desarrolladas en la Universidad de Guayaquil, tienen ventaja al ser más precoces a la maduración, por cuanto la soja es un cultivo de rotación que aprovecha la humedad remanente que queda de la época lluviosa (Calero, 2009), y al ser cosechadas tempranamente aprovechan la humedad y además escapan a problemas fitoparasitario.

4.2.3. Altura de carga

En el ANOVA, se puede ver que existió alta significancia estadística para tratamientos y no significativo para repeticiones. El coeficiente de variación fue de 7,71 % (cuadro 1 del anexo).

Al aplicar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística, se determinó que existe diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, donde las

variedades INIAP-308 y Soyica p-34 tuvieron la altura de carga más baja con 11,75 y 17,25 cm, respectivamente; mientras que las líneas tuvieron mayor altura de carga con un promedio de 22,79 cm, sin diferir estadísticamente entre ellas (cuadro 8).

Estos valores de altura de carga estuvieron en concordancia con los encontrados por Villavicencio. J (2016), donde la variedad testigo INIAP 308 alcanzó 10,01 cm, siendo el valor más bajo al igual que en la presente investigación 11,75 cm. Sobre lo mencionado, para sistemas de cosecha mecanizada es deseable una altura de carga superior a 13 cm, lo que permite recolectar todas las vainas, en este sentido las líneas obtuvieron una altura de carga promedio de 22,79 cm. La variedad testigo INIAP 308 registró una altura de 11,75 cm, lo que origina una reducción del rendimiento de grano como expresa Maldonado et al., (2012), puesto que al encontrarse vainas por debajo del área de corte se provoca una pérdida al momento de la cosecha.

Cuadro 8. Variables cuantitativas para siete líneas de soya y dos variedades comerciales. Ensayo Granja Experimental de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo, 2017

Tratamientos	Severidad de la roya %	Floración Días	Madurez Días	Altura/carga Cm	Altura/Planta Cm
T1 So ITAV 1	12,29 c	47 a	115 b	23,50 a	86,00 ab*
T2 So ITAV 2	23,32 b	47 a	115 b	22,00 a	83,00 b
T3 So ITAV 3	27,34 b	47 a	116 b	22,00 a	93,25 ab
T4 So ITAV 4	25,31 b	47 a	116 b	22,50 a	92,50 ab
T5 So ITAV 5	23,88 b	47 a	116 b	22,25 a	83,25 b
T6 So ITAV 6	28,15 b	47 a	116 b	23,50 a	87,75 ab
T7 So ITAV 7	8,02 c	47 a	116 b	23,75 a	84,00 ab
T8 INIAP-308	24,23 b	42 b	123 a	11,75 c	67,75 c
T9 Soyica p34	39,77 a	40 c	123 a	17,25 b	96,75 a
Promedio	23,59	45	130	20,94	86,03
Tukey ($p < 0,05$)	7,27	0,48	0,79	2,35	13,35

*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística.

Estos resultados son comparables a los encontrados por Villavicencio (2016), en su investigación realizada en la zona de Babahoyo, donde el promedio de las líneas fue de 15,68 cm. Ello demuestra la estabilidad de los materiales en los diferentes ambientes manteniendo una tendencia determinada por la genética del material como menciona Sneller, (1994).

4.2.4. Altura de planta

El ANOVA, estableció que existía alta significancia estadística para los tratamientos, y no significativo para repeticiones. El coeficiente de variación fue de 4,55 % (cuadro 1 del anexo).

La prueba de Tukey comprobó que existía diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, donde la variedad Soyica p-34 obtuvo la mayor altura de planta con 96,75 cm y la variedad INIAP-308 la menor altura con a 67,75 cm (cuadro 8).

Estos resultados están en discordancia con los hallados por Pazmiño, (2013), quien encontró una altura de 37,60 cm para la variedad Soyica p-34, y de 54,43 cm para la variedad INIAP-308. La altura de planta estuvo en correspondencia con la altura de carga, las líneas tuvieron una altura promedio de 87,11 cm, solo fue superada por la variedad Soyica p-34 con 96,75 cm, esta variación pudo haber estado influenciado por el hábito de crecimiento de esta última que es indeterminado como menciona Ramos (1992), lo cual puede ser perjudicial al provocar un retraso entre el periodo reproductivo R1 y R8, haciéndola más tardía.

4.3. Variables productivas

4.3.1. Promedio de ramas por planta

El análisis de ANOVA, estableció que no existió significancia estadística para tratamientos y bloques. El coeficiente de variación fue 13,54 % (cuadro 2 del anexo).

Al aplicar la prueba de Tukey a la media de los tratamientos se comprobó que no existía diferencia estadística entre los genotipos y variedades estudiadas. En promedio los materiales germoplasmicos obtuvieron 3,86 ramas por planta (cuadro 8).

Este resultado es algo inferior al obtenido por Palma & Olvera (2012) en su investigación, donde el promedio general alcanzó las 5 ramas por planta, probablemente esto se dio por la diferencia de las localidades donde se desarrollaron los estudios, según Padilla (citado por Ayala, 2011), el ambiente influye en las características agronómicas como: altura de planta, ramas por planta, duración del ciclo y peso de semillas.

4.3.2. Promedio de vainas por planta

El análisis de varianza determinó que existió alta significancia estadística para tratamientos, y significativo para repeticiones. El coeficiente de variación fue de 10,67 % (cuadro 2 del anexo).

Aplicada la prueba de Tukey al 5 % se encontró diferencia estadística en el promedio de vainas por planta, donde la línea So ITAV 7 fue la que obtuvo mayor cantidad con 54 vainas, y la menor cantidad la presentó la variedad testigo Soyica p-34 con 37 (cuadro 9).

Los resultados son similares a los alcanzados por Sáenz (2016), donde las variedades Soyica p-34 e INIAP-308, presento el menor número de vainas por planta con valores de 51 y 54, respectivamente; las líneas registraron un mayor valor numérico, lo cual probablemente estuvo influenciado por la genética de las líneas promisorias según Guamán, R. (2007, toda vez que la expresión fenotípica de los caracteres que denominan el rendimiento lo determina el genotipo, que se manifiesta en un determinado ambiente.

Cuadro 9. Variables cuantitativas para siete líneas de soya y dos variedades comerciales. Ensayo Granja Experimental de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo, 2017.

Tratamientos	Rendimiento/ grano kg ha ⁻¹	Semilla/ Vaina Unidad	Vainas/ Planta Unidad	Peso/ 1000 granos G	Ramas/ Planta Unidad
T1 So ITAV 1	2624,00 bc	2 cd	46 bc	186,48 bc	3,50 a
T2 So ITAV 2	2722,25 bc	2 b	45 bc	178,75 cd	4,25 a
T3 So ITAV 3	2645,75 bc	2b	42 cd	192,60 ab	3,75 a
T4 So ITAV 4	2976,50 abc	2 bc	48 abc	181,25 cd	3,75 a

T5 So ITAV 5	2832,25 abc	2 b	48 abc	193,50 ab	4,00 a
T6 So ITAV 6	2502,75 c	2 b	46 bc	196,98 a	3,75 a
T7 So ITAV 7	3257,50 a	3 a	54 a	202,03 a	4,00 a
T8 INIAP-308	3249,00 a	2 b	51ab	196,90 a	3,50 a
T9 Soyica p34	2998,25 ab	2,d	37d	174,15 d	4,25 a
Promedio	2867,58	2,11	46,75	189,18	3,86
Tukey ($p<0,05$)	483,84	0,15	7,27	10,04	0,76

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad estadística.

4.3.3. Promedio de semillas por vaina

Según el ANOVA, se estableció que existe alta significancia estadística para los tratamientos, y no significativo para repeticiones. El coeficiente de variación fue de 4,55 % (cuadro 2 del anexo).

Aplicando la prueba de Tukey se comprobó que existió diferencia estadística, donde la variedad con el mayor número de semillas por vainas fue So ITAV 7 y la de menor valor la Soyica p-34, con 3 y 2 semillas, respectivamente (cuadro 9).

En esta variable la línea So ITAV 7 registró el mayor valor 3 semillas por vaina, este valor es comparable al obtenido por Painii *et al.*, (2012), donde el promedio de las líneas alcanzó un valor de 2,68 semillas por vaina (cuadro 8). Estos buenos resultados podrían ser atribuidos a que no existió una correlación entre la severidad de la roya y el rendimiento de grano. Según Garcés-Fiallos, F. R. & Forcelini, C. A. (2011). Se obtienen buenos rendimientos cuando no hay correlación de la roya con el rendimiento del cultivo.

4.3.4. Peso de 1000 granos

Por el ANOVA, estableció que existía alta significancia estadística para los tratamientos y no significativo para repeticiones. El coeficiente de variación fue 3,64 % (cuadro 2 del anexo).

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, expresó diferencia estadística entre los genotipos estudiados, donde las líneas So ITAV 7 y So ITAV 6, y la variedad testigo

INIAP 308 alcanzaron los promedios más altos 202,03; 196,98 y 196,90 gramos respectivamente, sin que exista una diferencia estadística entre ellos (cuadro 9).

Estos resultados son superiores a los encontrados por Palma & Olvera, (2012) quienes en su investigación reportan el peso de 130,10 gramos para 1000 granos en la línea So ITAV 1 y el menor peso lo presentó So ITAV 7 con 120,80 gramos, probablemente esta diferencia se debió a la buena disponibilidad de nutrientes presente en el suelo donde realizó el experimento, tal como lo muestra el análisis.

4.3.5 Rendimiento kg ha⁻¹

Por el ANOVA, se estableció que existía significancia estadística para los tratamientos y no significativo para repeticiones. El coeficiente de variación fue de 11,56 % (cuadro 1 del anexo).

Aplicando la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, se observó que el rendimiento de grano difirió estadísticamente entre los genotipos estudiados, el mayor rendimiento lo presentó la línea So ITAV 7 y la variedad testigo INIAP-308 con promedios de 3 257,50 y 3 249,00 kg ha⁻¹, respectivamente (cuadro 8).

Estos rendimientos son comparables a los encontrados por Villavicencio (2016), quien obtuvo 3 066,95 y 3 054,40 kg ha⁻¹, respectivamente con los mismos materiales. Se destaca que aunque no hubo diferencia entre ambos materiales, su competitividad ubica a la línea So ITAV 7 como un material que puede ser usado en las siembras comerciales.

En definitiva los rendimientos de las líneas fueron competitivos con respecto a las variedades testigos, probablemente esto estuvo influenciado por el número de vainas por planta, que según Pandey (citado por Cedeño, 2012), es uno de los componentes importante del rendimiento.

A pesar que esta variable estuvo influenciada por la severidad del fitoparásito, como demostró el análisis de regresión lineal, se destaca la tolerancia de las líneas para producir grano bajo la presencia de la roya como menciona Oloka *et al.*, (2009).

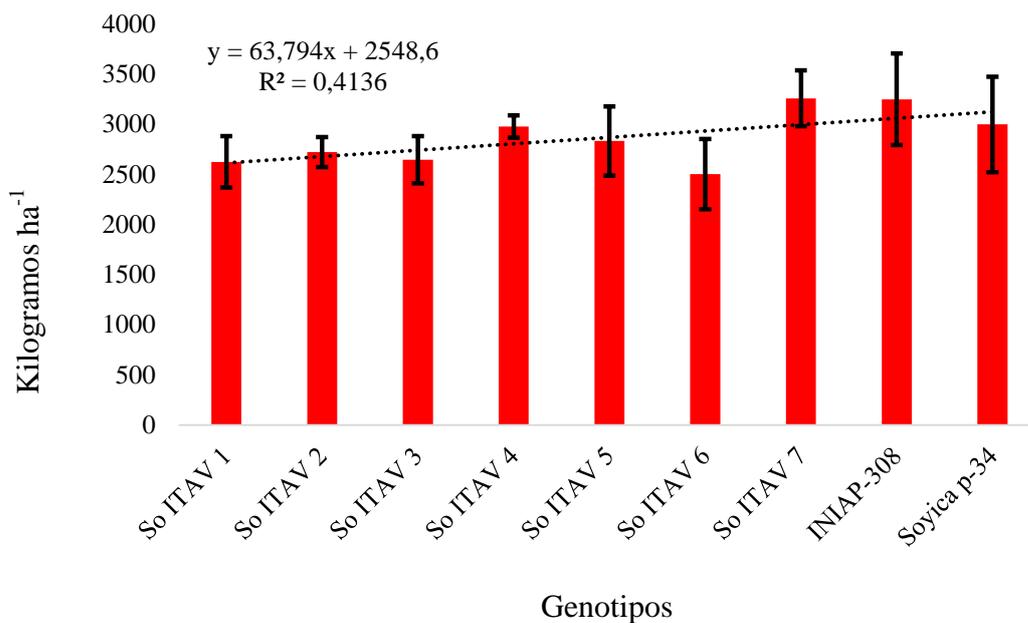


Grafico 1. Rendimiento promedio de siete líneas de soya y dos variedades testigos. Ensayo Granja Experimental de la Facultad de Ciencias para el Desarrollo, 2017.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tomando en consideración los objetivos planteados en la presente investigación se concluye:

- Bajo las condiciones Agroecológica de Vinces donde se desarrolló la investigación, no se encontró resistencia a la roya asiatica (*Phakopsora pachyrhizi*) en ninguno de los genotipos estudiados; sin embargo, se resalta que todas las líneas desarrolladas en la Universidad de Guayaquil, poseen tolerancia a este fitoparasito.
- De acuerdo al análisis de regresión lineal, la roya solo influyo de manera significativa en el componente de rendimiento vainas por plantas. La gráfica muestra valor $p=0,019$, siendo significativo y un coeficiente de determinación (r^2) de 0,56 demostrando los puntos algo dispersos con respecto a la recta.

- La variedad ITAV 7 fue la línea de mejor comportamiento ya que presentó un 8,09 % de severidad a la roya asiática, una altura de carga de 23,75 cm, 54 vainas/planta, 202,03 g en el peso de los 1000 granos y un rendimiento de 3 257, 50 kg /ha.
- Se determinó una correlación significativa entre las vainas por planta y las semillas por vaina, así como con el peso de 1000 granos. También se observó correlación entre las semillas por vaina y el peso de 1000 granos, según el análisis de Pearson.
- De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis propuesta por el investigador, puesto que los materiales presentaron tolerancia al ataque de la roya asiática.

Las conclusiones, llevan a plantear las siguientes recomendaciones:

- Promover el cultivo de soya bajo las condiciones agroecológicas de Vinces, por el buen comportamiento de las líneas en estudio desarrolladas en la Universidad de Guayaquil frente a los problemas fitoparasitario.
- El genotipo So ITAV 7 registró buenas características agronómicas y de rendimiento, consecuentemente se exhorta su registro y posterior entrega a los productores de soya.
- Pensar a futuro en nuevas técnicas como radiación con rayos gamma para incrementar la variabilidad genética, pudiendo combinarse con métodos convencionales y lograr resistencia a la roya.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, C. (2011). Obtenido de Evaluación de 12 cultivares de soya (*Glycine max* (L.)), en comparación de testigos locales en la zona de Pueblo Nuevo, provincia de Los Ríos" (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil-Ecuador.
- Balzarini, M., & Di Rienzo, J. (2003). Info-Gen: Software para análisis estadístico de datos genéticos. Facultad de Ciencia Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. 227 p.
- Baque, G., & Enry, E. (2010). Evaluación y selección de genotipos de soya tolerantes a la roya asiática *Phakopsora pachyrhizi* *sydow* en condiciones naturales de infección.
- Bohórquez, A. (2011). Selección de cultivares de soya (*Glycine Max* (L.) Merrill) con tolerancia a las enfermedades presente en el recinto Gramalote perteneciente al

cantón Ventanas, provincia de los Ríos. Tesis de grado. Ing. Agr. Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias. Milagro, Ecuador. 12p.

Briones Garcés, D., & Pacheco Rodríguez, R. (2009). Estudio de dosis del Biofertilizante Ecofungi en el recubrimiento de las semillas de soya *Glycine max* L. INIAP-304 en invernadero (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).

Carcelén, R. 1999. Desarrollo de la nueva variedad de soya Vinces UG 2. Universidad de Guayaquil. Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces. Informe técnico 1 – 97. Vinces, EC. p. 1-36.

Catelli, L. L. (2011). Mejoramiento de la diversidad genética de soya (*Glycine max* (L) Merrill) para la obtención de resistencia a la soya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en Ecuador.

Cedeño, M. (07 de Octubre de 2012). Obtenido de Evaluacion preliminar de 71 líneas de soya (*Glycine max* (L) merril) de procedencia Brasileña frente a cuatro variedades locales. (tesis de pregrado) Univesidad Tecnica de Manabí, Santa Ana, Ecuador.

Distéfano, S. G., Gadbán, L. C., & Juárez, I. E. M. (2009). Efecto de la aplicación de fungicidas foliares de distintos grupos químicos en diferentes estadios fenológicos del cultivo de soya sobre la intensidad de mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*) y los componentes del rendimiento.

Efrén, E. & Baque, G., (2010). Evaluación y selección de genotipos de soya tolerantes a la roya asiática *Phakopsora pachyrhizi* sydow en condiciones naturales de infección.

Espinoza, A. (2009). Escala de evaluación de la roya asiática. Guayaquil.

Espinoza, A. 2005. Manual del cultivo de soya. Programa Nacional de Oleaginosas. Manual No 60. Estación Experimental Boliche. Guayaquil, Ecuador. Pp. 89-108.

- Fehr, W. R., Caviness, C. E., Burmood, D. T., & Pennington, J. S. (1991). Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop science*, 11(6), 929-931.
- Ferraris, G. (2011). Micro elementos en cultivos extensivos. Necesidad actual o tecnología para el futuro. En actos del simposio fertilidad. Pp.121-133.
- Formento, N. (2014). El síndrome de la muerte súbita y la roya asiática de la soya. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Gally, M. (2007). Manejo integrado de enfermedades de la soja, roya asiática y enfermedades de fin de ciclo. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía.[En línea]. Disponible en: [http://www. agro. uba. ar/noticias/node/163](http://www.agro.uba.ar/noticias/node/163).
- Gally, M. (2007). Manejo integrado de enfermedades de la soja, roya asiática y enfermedades de fin de ciclo. Santa Elena.
- Garcés Fiallos, F. R. (2013).). Cuantificación de enfermedades en líneas promisorias y variedades de fréjol en Quevedo, Ecuador. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1).
- Garcés-Fiallos, F. R. & Forcelini, C. A. (2011). Progresso temporal da ferrugem e redução sobre a área foliar e os componentes do rendimento de grãos em soja. *Acta Agronômica*, 60(2), 147-157.
- Guamán, J., Andrade, V., Peralta Salinas, L., Triviño Gilces, C., Espinoza Mendoza, A., Arias de López, M., & Manzano Gavilánez, B. (1996). Manual del cultivo de Soya.
- Guamán, R. (2007). Mejoramiento de la productividad del cultivo de soya (*Glycine max*), mediante la innovación de tecnologías. Proyecto para CORPOSOYA. P.1
- Guamán, R. (2011). Nueva variedad de soya (INIAP 308) de alto rendimiento y de buna calidad de semilla para el Litoral. Boletín divulgativo. N° 364. Yaguachi, Ecuador.

- Guzmán, M. L. (2003). Etnicidad y exclusión en Ecuador: una mirada a partir del censo de población de 2001. *Íconos: Revista de Ciencias Sociales*, (17), 116-132.
- Gonzales, G., Painii, V., Calero, E., Zamora, L., & Vargas, I (2012). Zonas y épocas de siembra del cultivo de soya en la provincia de los ríos para la producción de semilla. Consejo Editorial Universidad de Guayaquil, 33.
- Horacio, C. 2004. Artículos Científicos Variedades Mejoradas de soya para zonas productoras de soya actuales y potenciales de Colombia. P.10.
- INEC 2016. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información. Recuperado: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/estudios-del-agro/rendimiento-de-la-soya>
- Javed, A. (2009). Evaluation of genetic diversity in soybean (*Glycine max*). Lines using seed protein electrophoresis.
- Macías L. (2011). Evaluación agronómica de líneas promisoras de soya (*Glycine max*) en varios ambientes de la cuenca baja del río Guayas. Tesis de grado. Ing. Agrónomo. Universidad Técnica de Manabí. Facultad de ingeniería Agropecuaria. Manabí, Ecuador. 34p.
- Macías, M. Y. C., & Ana (2011). Ingeniero Agrónomo. Evaluación preliminar de setenta y un líneas de soya. Portoviejo-Ecuador.
- Maldonado Moreno, N., & Ascencio Luciano, G. (2012). Tamesí, nueva variedad de soya para el trópico húmedo de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3 (8), 1671-1677.
- Morales, F y Contreras, L. (2006). Caracterización de 323 líneas de soya (*Glycine max*) sembradas en la zona de Taura, Provincia del Guayas. Tesis de grado. Ing. Agrónomo. UAE. Facultad de Ciencias Agrarias. Milagro, Ecuador. Pp. 14- 23.
- Muñoz, A. M. (2006). Mecanismos de resistencia de las plantas fitopatógenas. 53p.
- Navia, D., & Lara Ledesma, S. (2009). Evaluación de varios bioestimulantes foliares en la producción del cultivo de soya (*glycine max l*), en la zona de Babahoyo provincia de los ríos.

- Navia, D., & Lara Ledesma, S. (2009). Evaluación de varios bioestimulantes foliares en la producción del cultivo de soya (*glycine max l*), en la zona de Babahoyo provincia de los ríos.
- Oloka, H. K., Tukamuhabwa, P., Sengooba, T., Adipala, E., & Kabayi, P. (2009). Potential for soybean rust tolerance among elite soybean lines in Uganda. *Crop protection*, 28(12), 1076-1080.
- Painii, V., Gonzales, G., Calero, E., Palma, J., & Olvera, B. (2012). Evaluación de líneas de soya desarrolladas por el ITAV en dos zonas de producción de las provincias de Los Ríos. *Revista de divulgación de la Dirección de Investigaciones y Proyectos Académicos (DIPA)*, IV(4), 11-18.
- Palma, J., & Olvera, D. (2012). Evaluación de nuevas líneas de soya (*Glycine max (L) Merrill.*), durante la época seca en la zona de Vinces y Puebloviejo. (Tesis de pregrado) Universidad de Guayaquil. Vinces. Ecuador.
- Pazmiño, J. (2013). Obtenido de "Respuesta de la variedad de soya INIAP 308 a dos distanciamientos de siembra, en la zona de Babahoyo-provincia de Los Ríos" (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo-Ecuador.
- Ponce, M., Ortiz, R., Fe, C., & Moya, C. (2002). Estudio comparativo de nuevas variedades de soya (*Glycine max L. Merrill*) para las condiciones de primavera en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 23(2).
- Ploper, L. D., Escobar, D., Ivancovich, A., Diaz, C. G., Sillon, M., Formento, N., & Frigidí, V. (2006). Propuesta de protocolo para muestreo y evaluación de la roya asiática de la soja en Argentina. *Avance agroindustrial-Estación Experimental Agro-Industrial Obispo Colombres*, 27(3), 35-37.
- Ramos, B., & G Agudelo Delgado, O. (1992). *Soyica P-34: nueva variedad mejorada para el Valle Geográfico del Río Cauca* (No. Doc. 21685) CO-BAC, Bogotá.
- Sandoval, J. (2010). Resistencia genética a fitopatógenos. México.

- Saenz, A. (2016). Potencial productivo de líneas promisorias de soya (*Glycine max*), en época seca, en la zona de Quevedo. (Tesis de pregrado) Universidad de Guayaquil. Vinces. Ecuador.
- Soldini, D. (2008). Algunas bases para el manejo del cultivo de soya. Informe de actualización técnica No 10. EEA. INTA. Pp.13-17.
- Steel, R; Torrie, J. 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. Segunda edición. Mac Graw hill, MX. 622 p.
- Terán, A. (2006). Sistema Productivo Oleaginosa. Roya asiática *Phakopsora pachyrhizi* de la soya. Campo Experimental Sur de Tamaulipas. Disponible en: http://www.oleaginosas.org/art_140,shtml.
- Terán, A., Asencio, G. y García, P. (2008). Control químico de la Roya Asiática *Phakopsora pachyrhizi* en la soya. Disponible en: http://www.oleaginosa.org/art_245,shtml.
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). 2002. Introducción general al examen de la distinción, la homogeneidad, estabilidad y la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales. TG/1/3. Ginebra.
- Valencia, R. 2005. CORPOICA. Cuatro variedades de soya para los sistemas de producción de la Altillanura Colombiana y su manejo agronómico Villavicencio Boletín técnico No. 45.
- Villavicencio, J. (2016). Potencial productivo de líneas promisorias de soya (*Glycine max*), en época seca, en la zona de Babahoyo. (Tesis de pregrado) Universidad de Guayaquil. Vinces. Ecuador.
- Volcy, C. (1997). El ABC de la nematología. Primera edición.
- Wilson y Richer (2001). Registración of “vernal. Sobran. Disponible en: www.ciniap.gov.ve/publica/divulga/fd.54/soya.htm.

Zárate, J. F. (2017). Evaluación de la aplicación de fungicidas en la severidad de las enfermedades de fin de ciclo en soja y su impacto en los rendimientos (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales)

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza

Cuadro 1. Análisis de varianza para siete líneas de soya y dos variedades comerciales. Ensayo Granja Experimental en la Facultad de Ciencias para el Desarrollo, 2017.

F. V.	gl	Cuadrado medio				
		Severidad Roya %	Floración Días	Madurez Días	Altura/ Carga	Rendimiento kg ha ⁻¹
Total	35					
	8	335,15**	27,28**	40,69**	62,74**	295233,38*
Tratamientos	3	127,72*	2,44*	3,88*	4,48NS	32463,81NS
Repeticiones	24	24,85	0,11	0,3	2,61	109918,51
Error exp.						
		21,13	0,74	0,46	7,71	11,56

**= Altamente Significativo.

*= Significativo.

N.S.= No Significativo.

Cuadro 2. Análisis de varianza para siete líneas de soya y dos variedades comerciales. Ensayo Granja Experimental en la Facultad de Ciencias para el Desarrollo, 2017.

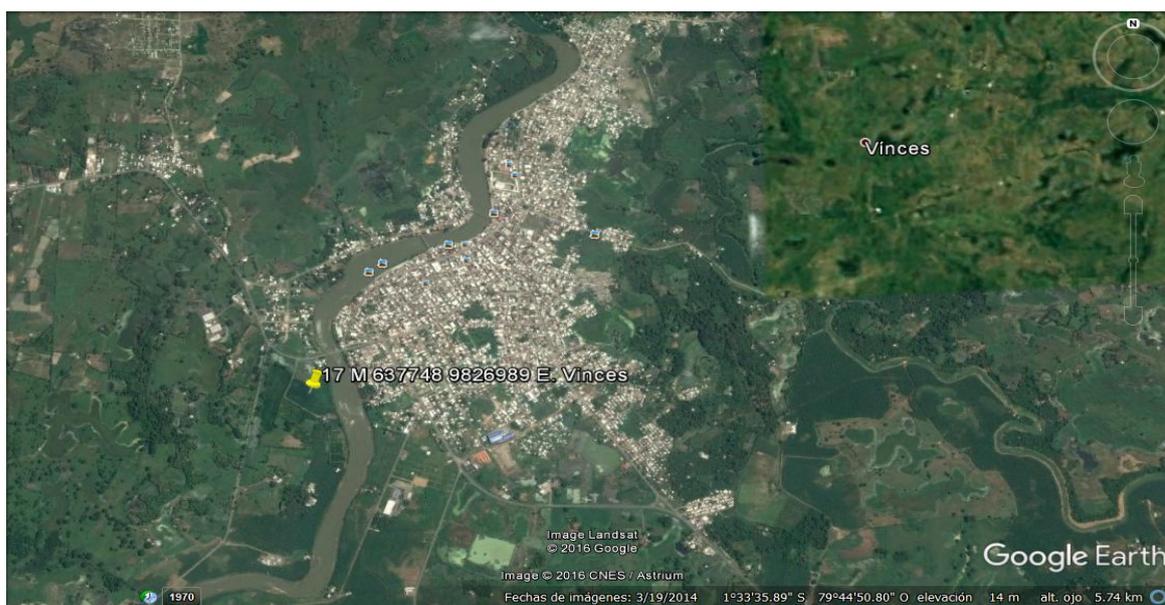
F. V.	gl	Cuadrado medio				
		Semillas/ Vaina	Altura/ planta	Vainas/ Planta	Peso 1000 Granos	Ramas/ Planta
Total	35					
	8	0,12**	283,53**	99,47**	360,3**	0,32NS
Tratamientos	3	0,01NS	243,21NS	96,67*	24,81NS	0,4NS
Repeticiones	24	0,01	83,71	24,87	47,4	0,27
Error exp.						
Coefficiente de variación (%)		4,55	4,55	10,67	3,64	13,54

**= Altamente Significativo.

*= Significativo.

N.S.= No Significativo.

Anexo 2. Ubicación de los experimento (Vinces)



Fuente: Google Earth

Anexo 3. Evidencia fotográfica



Preparación de suelo



Delimitación de las parcelas



Hecha de surcos



Siembra



Germinación de la semilla



Manejo de maleza



Monitoreo del cultivo



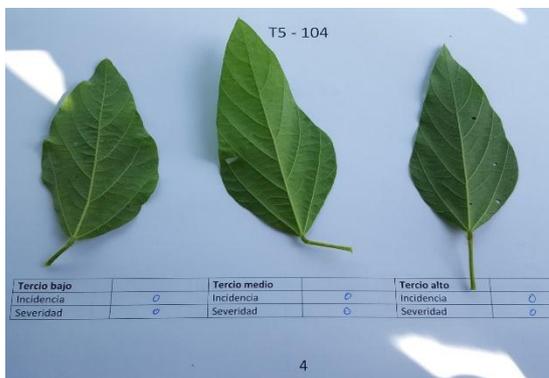
Monitoreo de la Roya Asiatica



Visita del tutor



Monitoreo



Toma de datos



Toma de datos



Cosecha

Toma de dato en la post cosecha

Anexo 4. Análisis de suelo



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26, Via Durán - Tambo Apdo, Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: lab_suelos_eis@iniap.gub.ec



Acreditación N° OAE LE 0-11-007
 LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : VICENTE FRIJOTH PAIÑI MONTERO
 Dirección : VINCES
 Ciudad : VINCES
 Teléfono : 0988082097
 Fax : N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : FACDE
 Provincia : LOS RÍOS
 Cantón : VINCES
 Parroquia : VINCES
 Ubicación : BALZAR DE VINCES

DATOS DE LA MUESTRA
 Informe No. : 019319
 Responsable Muestreo : Cliente
 Fecha Muestreo : 04/01/2017
 Fecha Ingreso : 05/01/2017
 Condiciones Ambientales : T°C: 25.0 %H: 67.0 Cultivo Actual : BARBECHO

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH ₄	* P	* K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	* Cu	* Fe	* Mn	* B	* Cl
63251	FACDE	6.8 PN	11 B	26 A	243 A	2207 A	321 A	16 M	1.6 B	11.8 A	109 A	29.0 A	0.50 B	

Interpretación	pH
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	N = Neutro
MbAc = Muy Acido	LAI = Lg. Alcalino
Ac = Acido	MeAl = Med. Alcalino
MeAc = Med. Acido	Al = Alcalino
LAc = Lg. Acido	RC = Requiere Cal
B = Bajo	
M = Medio	
A = Alto	

Determinación	Métodología	Extractante
NH ₄ , P	Colorimetría	Olsein
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Átómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Manobáscico
Cl	Volumetría	Pasta Salurada
	Potenciométrica	Suabe, agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Óptimos	
Medio (ug/ml)	
NH ₄ 20 - 40	Mg 121.5 - 243
P 10 - 20	S 10 - 20
K 78 - 156	Zn 2.0 - 7.0
Ca 600 - 1600	Cu 1.0 - 4.0
	Cl 17 - 34

NE = No entregado
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.
 Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE
 ** Ensayo subcontratado
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Responsable Técnico del Laboratorio
Mgs. Diana Acosta J.



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 Via Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 042724260 - 042724179 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec



Asociación N° OAE L.E.C 11-007
 LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : VICENTE FRIJOTH PAÑINI MONTERO
 Dirección : VINCES
 Ciudad : VINCES
 Teléfono : 0988082097
 Fax : N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : FACDE
 Provincia : LOS RÍOS
 Cantón : VINCES
 Parroquia : VINCES
 Ubicación : BALZAR DE VINCES

DATOS DE LA MUESTRA

Informe No. : 019319
 Responsable Muestreo : Cliente
 Fecha Muestreo : 04/01/2017
 Fecha Ingreso : 05/01/2017
 Condiciones Ambientales : T°C:25.0 %H: 67.0 Cultivo Actual : BARBECHO
 Factura No. : 02983
 Fecha Análisis : 19/01/2017
 Fecha Emisión : 20/01/2017
 Fecha Impresión : 20/01/2017

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)		* Clase Textural		meq/100ml		mS/cm		(%)		meq/100ml		Ca		Mg		Ca+Mg												
		Arena	Limo	Arcilla	* AI+H	* AI	* Na	C.E.	* M.O.	K	* Ca	* Mg	Σ Bases	Mg	K	Mg	K	K	K											
63251	FACDE	32	46	22											1.80	B	0.62	A	11.04	A	2.64	A	14.30	A	4.18	M	4.24	M	21.95	M

Interpretación

AH, AI, Na	C.E.
Ad = Adecuado	NS = No Salino
LT = Ligeram. Tóxico	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MIS = Muy Salino

Abreviaturas

C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación

M.O.	Metodología	Extracción
CIC	Walkley Black	Dicromato de K
Na		Acetato de Amonio
C.E.	Extracción de pasta saturada	Cloruro de Bario
		Agua

Niveles de Referencia

Lig. Salmos meq/100ml	Lig. Salmos (dSim)	Medio	Medio (meq/100ml)
0.51 - 1.5	C.E. 2.0 - 4.0	Ca/Mg	2.0 - 8.0
0.31 - 1.0	Medio (%)	Mg/K	2.5 - 10.0
0.5 - 1.0	M.O.	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
		Mg	1 - 2

NIE = No entregado
<LC = Menor al Límite de Cuantificación
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.
 Las opiniones, interpretaciones, etc, que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE
 ** Ensayo subcontratado.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

[Firma]
 Responsable técnico del Laboratorio
Mgs. Diana Acosta J.

Anexo 5. Costos de producción

ACTIVIDADES/ PRODUCTOS	UNIDAD	CANTIDAD	C.U	Subtotal
	Mano de obra			
Control de malezas	jornal	6	20	120,00
Arranque	jornal	10	20	200,00
Trilla	jornal	58	3,79	219,82
	INSUMOS			
	Semillas			
Semillas	Kg	64	2,4	153,60
	Herbicidas			
Pendimetalin	L	2,5	9,8	24,50
	Fertilizantes			
Superfosfato Triple		44	0,64	28,16
Muriato de Potasio		83	0,5	41,50
	Maquinaria alquilada			
Preparación del terreno	Pases	2	35	70,00
Siembra	Pases	1	40	40,00
Aplicación de herbicidas	Pases	1	35	35,00
Total de costos directos				932,58
Análisis de suelo	Unidad	1	35	35,00
Arrendamiento de terreno	Ha.	1	150	150,00
Interés de capital	Int. Anual	4	12 %	40,39
Gasto de administrativo	3 %			28,59
Total de costos indirectos				254,00
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1 186,58