

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Evaluación de un bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. en arveja *Pisum sativum* L. de crecimiento indeterminado en el Centro Experimental San Francisco Carchi-Ecuador”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Sánchez Arteaga Brayan Armando

TUTOR: Herrera Ramírez Carlos David, MSc.

Tulcán, 2019



## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

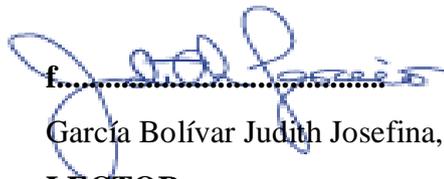
Certificamos que el estudiante Sánchez Arteaga Brayan Armando con el número de cédula 0401867296 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de un bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. en arveja *Pisum sativum* L. de crecimiento indeterminado en el Centro Experimental San Francisco Carchi-Ecuador”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



f.....  
Herrera Ramírez Carlos David, MSc.

**TUTOR**



f.....  
García Bolívar Judith Josefina, PhD.

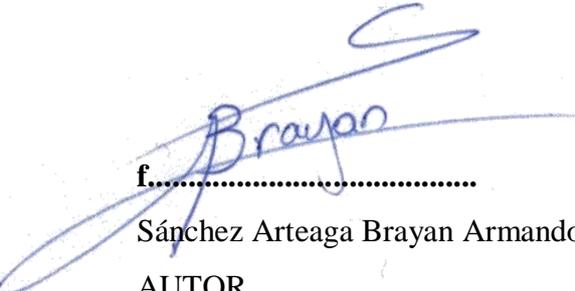
**LECTOR**

Tulcán, diciembre de 2019

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de ingeniería en desarrollo integral agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Sánchez Arteaga Brayan Armando con cédula de identidad número 040186729 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



f.....

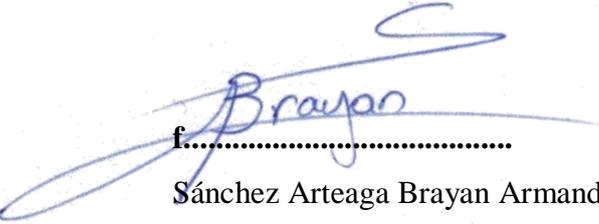
Sánchez Arteaga Brayan Armando

AUTOR

Tulcán, diciembre de 2019

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Sánchez Arteaga Brayan Armando declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación de un bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. en arveja *Pisum sativum* L. de crecimiento indeterminado en el Centro Experimental San Francisco Carchi-Ecuador” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

  
f.....

Sánchez Arteaga Brayan Armando

AUTOR

Tulcán, diciembre de 2019

## **AGRADECIMIENTO**

*Al Estado ecuatoriano y a la constitución de la república por garantizar el derecho a la gratuidad de la educación hasta el tercer nivel.*

*A la empresa Biovert por facilitarme su ayuda en la obtención del bioactivador de resistencias (Miconic).*

*A mis padres y hermanos por el apoyo constante e incondicional.*

*A todos los docentes de la carrera de Desarrollo Integral Agropecuario, en especial a: Ing. Ramiro Mora, Ing. David Herrera, PhD Judith García por su apoyo en la asesoría del presente trabajo.*

*A Ana Arteaga, Julio Chapi, Rubén Orbe y Vinicio Imbaquingo amigos que marcaron mi vida en lo académico y personal.*

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Gladys Arteaga y Armando Sánchez por la constancia de su apoyo en mis estudios y la formación que supieron brindarme.*

*A mis hermanos Marcelo y William Sánchez por ser empuje y apoyo en todas las etapas de mi vida.*

*A mis abuelos quienes me mostraron que las dificultades son siempre superables.*

*A mis tíos Mónica, Verónica, Yolanda, Irlanda, Omar, Marcelo e Ismael Arteaga que fueron concejeros y ejemplo para poder obtener este logro.*

*A Mónica Barreto la persona que me ha brindado el aliento final para llegar esta meta.*

*A todos los agricultores para fomentar el uso de alternativas sustentables para la producción.*

## ÍNDICE

I. PROBLEMA .....	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	19
1.4.1. Objetivo General .....	19
1.4.2. Objetivos Específicos .....	19
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	20
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	20
2.2. MARCO TEÓRICO .....	22
2.2.1 Cultivo de arveja <i>Pisum sativum L.</i> .....	22
2.2.1.1 Importancia del cultivo .....	22
2.2.1.2 Valor nutricional .....	22
2.2.1.3 Clasificación Taxonómica .....	22
2.2.1.4 Descripción Botánica .....	23
2.2.1.5 Requerimientos edafoclimáticos.....	24
2.2.1.5.1 Suelo .....	24
2.2.1.5.2 Temperatura .....	24
2.2.1.5.3 Precipitación .....	24
2.2.1.5.4 Luminosidad .....	24
2.2.1.5.5 Altitud.....	25
2.2.1.6 Aspectos agronómicos .....	25
2.2.1.6.1 Preparación del suelo .....	25
2.2.1.6.2 Fertilización .....	25

2.2.1.6.3 Labores culturales .....	26
2.2.1.6.3.1 Surcado .....	26
2.2.1.6.3.2 Deshierbas.....	26
2.2.1.6.3.3 Aporque .....	26
2.2.1.6.3.4 Riego.....	26
2.2.1.6.3.5 Tutorado.....	27
2.2.1.6.3.6 Cosecha.....	27
2.2.1.6.3.7 Almacenamiento.....	27
2.2.1.7 Plagas .....	27
2.3.1.8 Enfermedades. ....	28
2.2.1.8.1 Antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. ....	28
2.2.1.8.1.1 Importancia del hongo en el cultivo de arveja <i>Pisum sativum</i> L.....	28
2.2.1.8.1.2 Taxonomía de antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. ....	28
2.2.1.8.1.3 Ciclo de la enfermedad .....	29
2.2.1.8.1.4 Descripción de antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. ....	29
2.2.1.8.1.5 Sintomatología de antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. ....	29
2.4.1.8.1.6 Ecología de la antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. ....	30
2.4.1.8.1.7 Control químico .....	30
2.2.1.8.1.7.1 Fungicidas .....	30
2.2.1.8.1.7.2 Bioestimulantes .....	31
2.2.2 Inductores de resistencias .....	31
2.2.2.1 Mecanismos de inducción de resistencias. ....	31
2.2.2.1.1 Resistencia sistémica adquirida (SAR) .....	31
2.2.2.1.2 Resistencia Sistémica Inducida (ISR) .....	32
2.2.2.1.3 Resistencia Inducida por herida (WIR) .....	32
2.2.2.1.4 Resistencia Inducida por PAMPs/elicitores (PTI) .....	32
2.2.2.1.5 Resistencia Química Inducida (CIR) .....	33

2.2.2.2 Clasificación inductores de resistencias.....	33
2.2.2.3 Usos de inductores de resistencia en la agricultura .....	34
2.2.2.4 Bioactivador de resistencias (Miconic).....	34
III. METODOLOGÍA .....	35
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	35
3.1.1. Enfoque .....	35
3.1.2. Tipo de Investigación.....	35
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER .....	35
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	36
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....	39
3.4.1 Caracterización del área de estudio .....	39
3.4.2 Ubicación geográfica .....	39
3.4.3 Variables en estudio.....	39
3.4.3.1 Variable independiente.....	39
3.4.3.1.1 Bioactivador de resistencia genética en plantas (Miconic) .....	39
3.4.3.1.2 Tratamiento químico Benomil (Testigo 1) .....	40
3.4.3.1.3 Tratamiento Fosfito de potasio (Testigo 2) .....	40
3.4.3.2 Variable dependiente.....	40
3.4.3.2.1. Altura de planta .....	40
3.4.3.2.2. Diámetro de tallo.....	40
3.4.3.2.3. Incidencia de antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. ....	41
3.4.3.2.4. Severidad de antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. ....	41
3.4.3.2.5. Rendimiento.....	42
3.4.3.2.6. Costo / beneficio .....	42
3.4.4. Análisis Estadístico.....	42
3.4.4.1 Diseño experimental .....	42
3.4.4.2 Características del ensayo .....	43

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	45
4.1. RESULTADOS .....	45
4.1.1. Altura de planta en el cultivo de arveja <i>Pisum sativum L.</i> bajo el efecto de los tratamientos en estudio. ....	45
4.1.2. Diámetro de tallo en el cultivo de arveja <i>Pisum sativum L.</i> bajo el efecto de los tratamientos en estudio. ....	46
4.1.3. Incidencia de antracnosis <i>Ascochyta pisi Lib.</i> en el cultivo de arveja <i>Pisum sativum</i> <i>L.</i> bajo el efecto de los tratamientos en estudio. ....	47
4.1.4. Severidad de antracnosis <i>Ascochyta pisi Lib.</i> en el cultivo de arveja <i>Pisum sativum</i> <i>L.</i> bajo el efecto de los tratamientos en estudio. ....	50
4.1.5. Rendimiento de arveja <i>Pisum sativum L.</i> bajo el efecto de los tratamientos en estudio.....	52
4.1.6. Relación Costo/Beneficio en el cultivo de arveja <i>Pisum sativum L.</i> bajo el efecto de los tratamientos en estudio.....	53
4.2. DISCUSIÓN .....	55
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	57
5.1. CONCLUSIONES.....	57
5.2. RECOMENDACIONES.....	58
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de <i>Ascochyta pisi</i> Lib. en el cultivo de arveja.....	29
Figura 2. Escala de severidad de antracnosis .....	41
Figura 3. Diseño experimental implementado en campo. ....	43
Figura 4. Incidencia de antracnosis a los 30,60,90 y 120 dds. bajo el efecto de los tratamientos. .....	48
Figura 5. Severidad de antracnosis a los 30, 60, 90 y 120 dds. bajo el efecto de los tratamientos. .....	51
Figura 6. Preparación de suelo para la implantación del experimento en campo. ....	69
Figura 7. Surcado para la implantación del experimento en campo. ....	69
Figura 8. Siembra de arveja <i>Pisum sativum</i> L. ....	70
Figura 9. Aplicación de tratamientos en el ensayo. ....	70
Figura 10. Recolección de datos de las variables altura de planta y diámetro de tallo. ....	71
Figura 11. Observaciones de incidencia y severidad de antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. ....	71
Figura 12. Evaluación de rendimiento mediante el pesaje de arveja verde en vaina. ....	72
Figura 13. Selección de vainas enfermas. ....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica de la antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. ....	28
Tabla 2. Composición del bioactivador de resistencias (Miconic) .....	34
Tabla 3. Tratamientos aplicados en el ensayo en campo. ....	39
Tabla 4. Características del ensayo. ....	43
Tabla 5. Esquema de análisis de varianza .....	44
Tabla 6. Análisis de varianza para altura de planta de arveja bajo el efecto de los tratamientos. .....	45
Tabla 7. Prueba de Tukey para la variable altura de planta a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra bajo el efecto de los tratamientos .....	46
Tabla 8. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de arveja a los 30, 60,90 y 120 dds. bajo el efecto de los tratamientos. ....	46
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro de tallo de arveja a los 30, 60, 90 y 120 dds. bajo el efecto de los tratamientos.....	47
Tabla 10. Chi cuadrado para incidencia de antracnosis en arveja a los 30, 60 ,90 y 120 dds. bajo el efecto de tratamientos.....	47
Tabla 11. Prueba de Kruskal-Wallis para incidencia de antracnosis en planta de arveja a los 120 dds. ....	48
Tabla 12. Prueba de Dunn al 5% para la variable incidencia de antracnosis .....	49
Tabla 13. Prueba de Kruskal Wallis para incidencia de antracnosis en fruto (vaina verde) de arveja .....	49
Tabla 14. Prueba de Dunn al 5% para incidencia de antracnosis en fruto (vaina verde) de arveja .....	50
Tabla 15. Chi cuadrado para severidad de antracnosis en arveja a los 30, 60, 90 y 120 dds. bajo el efecto de los tratamientos .....	50
Tabla 16. Prueba de Kruskal-Wallis severidad de antracnosis.....	51
Tabla 17. Prueba de Dunn al 5% para la variable severidad de antracnosis. ....	51
Tabla 18. Análisis de varianza para rendimiento en tres cosechas y total de Kg/ha obtenidos bajo el efecto de los tratamientos.....	52
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento en tres cosechas y total de Kg/ha obtenidos bajo el efecto de los tratamientos.....	53
Tabla 20. Relación Costo/Beneficio de los tratamientos .....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación .....	65
Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas .....	66
Anexo 3: Costos de producción para el cultivo de arveja <i>Pisum sativum L.</i> ....	67

## RESUMEN

El cultivo de arveja *Pisumsativum L.* ha estado en constante crecimiento durante los últimos años en la provincia del Carchi, una de las enfermedades que más han afectado a este cultivo es la antracnosis *Ascochytapisi Lib.* misma que es controlada con el uso excesivo de fungicidas químicos. Esta investigación tiene como objetivo probar la eficacia de un bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra la enfermedad antes mencionada, con este fin se realizó un ensayo con un diseño experimental de bloques completos al azar en el que se midieron las variables: altura de planta, diámetro de tallo, incidencia y severidad de la enfermedad, rendimiento, calidad de la vaina y costo/beneficio. Tras un análisis no se pudo encontrar diferencias estadísticas en seis de las siete variables evaluadas, la única variable en la que se encontró diferencias fue en la incidencia de *Ascochytapisi Lib.* en la cual el bioactivador de resistencias tuvo los mejores resultados con su dosis media (1,5ml/l), el resto de variables muestran muy poca diferencia entre tratamientos teniendo el bioactivador de resistencias un comportamiento muy satisfactorio en todas las evaluaciones realizadas, se concluyó que la dosis alta del bioactivador (2ml/l) fue la mejor puesto que protege a la planta del patógeno, permite un menor desarrollo de la enfermedad en vaina, alto rendimiento y buena utilidad económica.

**Palabras clave:** Arveja, antracnosis, bioactivador de resistencias, incidencia, severidad, *Ascochyta pisi Lib.*

## ABSTRACT

The *Pisumsativum L.* pea crop has been constantly growing in recent years in Carchi province, the anthracnose *Ascochytapisi Lib.* is one of the diseases that have most affected the pea crop, same that is controlled with the excessive use of chemical fungicides. This research aims to test the effectiveness of a resistance bioactivator as a preventive treatment against the disease. To achieve the purpose, a trial was carried out with an experimental design of randomized complete blocks that measure the variables: plant height, stem diameter, incidence and severity of disease, yield, pod quality and cost/benefit. After the analysis, it was not possible to find statistical differences in six of seven evaluated variables, only in the incidence of *Ascochytapisi Lib.* was found significant difference in which the resistance bioactivator had the best results with the medium dose (1,5ml/l), the rest of the variables had shown small difference between treatments. The resistance bioactivator had a satisfactory behavior in all carried out evaluations. As conclusion, that the high dose of the bioactivator (2ml/l) was the best since it protects the plant from the pathogen, it allows a lower development of the disease in pod, high yield and good economic utility.

**Keywords:** Pea, anthracnose, resistance bioactivator, incidence, severity, *Ascochyta pisi Lib.*

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la arveja es una de las legumbres más consumidas tanto en la alimentación humana como en la alimentación de animales, siendo así, un producto altamente cultivado según De Bernardi (2016) “la producción mundial es oscilante, según las condiciones climáticas puede ubicarse en torno a las 10 u 11 millones de toneladas”. (p.1)

En el Ecuador el comportamiento productivo de esta legumbre se ha visto reducido por efecto de un cultivo no técnico. Según Valencia, Timaná y Checa (2012) varios son los problemas que se manejan en la producción nacional los mismos pueden ser de índole climática, de manejo, de suelos o fitosanitarios. Los que están interrelacionados entre sí, en especial para que el rendimiento final baje. (p.39)

Entre los problemas fitosanitarios que más afectan a este cultivo se encuentra la antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. una enfermedad que genera grandes pérdidas económicas, para controlarla el agricultor opta por el uso de fungicidas químicos que terminan por ser nocivos para la salud humana y el medio ambiente.

El desconocimiento de los agricultores en técnicas alternativas para la prevención y control de enfermedades es también un limitante para el uso de productos que ayudan a la sostenibilidad de la agricultura en el tiempo.

Existen varias alternativas que pueden sustituir o disminuir el uso de agroquímicos entre ellas se encuentra el bioactivador de resistencias (Miconic), un producto con una composición orgánica es más amigable con el medioambiente y la salud humana.

## **I. PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad la provincia del Carchi es una de las mayores productoras de arveja en el Ecuador y al estar ubicada en la región interandina sus condiciones climáticas propician que el cultivo sea afectado por enfermedades fúngicas. Valencia, Timaná y Checa (2012), mencionan que “las altas precipitaciones propias de la zona andina, crean condiciones favorables para el desarrollo de patógenos fungosos, principalmente del género *Ascochyta*.” (p.42), mismo que produce la llamada antracnosis, una enfermedad que llega a ser bastante nociva causando pérdidas para los productores. DANE (2015) afirma que: “llega a reducir las cosechas en un 20 a 50 %, además de deteriorar la calidad de la vaina y de los granos cosechados” (p.9).

Para evitar los daños que puede generar esta enfermedad en el cultivo el productor opta por el uso indiscriminado de agroquímicos. Según Flores (2016) “los agroquímicos son perjudiciales para la salud del hombre y de los animales, además perjudica al ambiente y produce un grave daño ambiental, por lo que afecta derechos constitucionales como el derecho al buen vivir y a la soberanía alimentaria” (p.60).

La escasa capacitación que tienen los productores sobre opciones más sustentables para el control y prevención de enfermedades, tienen un impacto directo en el manejo fitosanitario que aplican en sus cultivos razón por la cual Pabón y Cuásquer (2011) ven como un problema que los agricultores desconozcan alternativas para el control de fitopatógenos en los cultivos.

Además, el uso excesivo y constante de agroquímicos, produce resistencia en los patógenos, haciendo que se requiera una mayor dosificación y la combinación de un mayor número de productos para controlar las enfermedades; esto genera efectos perjudiciales en la economía del agricultor debido a que se incrementan sus costos de producción y por ende la rentabilidad disminuye.

### **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Escasa aplicación de técnicas alternativas para el control de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. en el cultivo de arveja *Pisum sativum* L., causando un uso desmedido de fungicidas químicos que afectan la economía de los agricultores, su salud, la de los consumidores y al medio ambiente.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente se presentan alternativas para el control de fitopatógenos, tales como, los bioactivadores de resistencias, “sustancias naturales que, aplicadas a las plantas de forma preventiva ayudan a reducir la incidencia de plagas y enfermedades” (Palazón, 2015, p.12), de allí que es posible aplicar este tipo de productos en el cultivo de arveja con la intención de disminuir la presencia de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib.

Los productores tienen una tendencia bien marcada hacia el uso de pesticidas químicos, que han mostrado ser insostenibles por sus efectos nocivos, “tornándose indispensable investigar métodos opcionales de control de fitopatógenos, que sean al mismo tiempo eficientes y menos agresivos a la salud humana y a la agroecología” (Gómez y Reis, 2011, p. 6) es así que, en la presente investigación se evaluó un bioactivador de resistencias, para probar su eficiencia como una alternativa viable para el control de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib.

El uso de alternativas que promueven la resistencia propia de las plantas para prevenir la presencia de enfermedades evita que los patógenos generen resistencia disminuyendo la dependencia excesiva de productos agroquímicos y los costos de producción que estos generan, con mejoras en rentabilidad del cultivo y generando una producción más sostenible en el tiempo.

## **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### 1.4.1. Objetivo General

Evaluar un bioactivador de resistencias como alternativa para la prevención de antracnosis *Ascochyta pisi Lib.* en el cultivo de arveja *Pisum sativum L.*

### 1.4.2. Objetivos Específicos

Evaluar la incidencia y severidad de antracnosis en el cultivo de arveja con los tratamientos propuestos.

Valorar la dosis del bioactivador de resistencias más adecuada para el control preventivo de antracnosis en el cultivo de arveja.

Realizar un análisis del rendimiento de los tratamientos en estudio

Evaluar la relación costo/beneficio de los tratamientos de la investigación.

### 1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Será el bioactivador de resistencias una alternativa viable para el tratamiento preventivo contra antracnosis en el cultivo de arveja?

¿Cómo influyen los tratamientos propuestos en el rendimiento de arveja?

¿Qué efecto tienen los tratamientos propuestos sobre la incidencia y severidad de antracnosis en el cultivo de arveja?

¿Cuál será la dosis más adecuada del bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra antracnosis en el cultivo de arveja?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la Universidad da Coruña Núñez (2015), en su investigación, “Evaluación de Miconic y otros productos comerciales en la resistencia de tomate a distintos patógenos fúngicos” encontró que en las plantas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*), tratadas con el bioactivador Miconic el área afectada por *Phytophthora infestans* fue menor, además de probar que este tiene un efecto positivo en la expresión del gen PR-2 que está relacionado con la generación de proteínas que inducen resistencia en las plantas.

Cangas (2017) en su estudio “Efectos de la aplicación de fungicidas elicitores químicos y biológicos en el control de mildiu veloso (*Peronospora sp*) en dos variedades de arveja (*Pisum sativum L.*), en la zona de Canchaguano, cantón Montúfar, provincia del Carchi.” utilizó como tratamientos preventivos al ácido acetilsalicílico, fosfito de potasio y Trichoderma este último tuvo los mejores resultados en incidencia y severidad de mildiu veloso (*Peronospora sp*).

En la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales de Cartagena-Colombia García (2012) en su investigación “Efecto de las aplicaciones de fósforo y potasio sobre la producción de grano y la presencia de *Ascochyta pisi* en arveja” encontró que tras dos experimentos los mejores resultados estuvieron dados por los lotes tratados con fosfito de potasio, que aumenta el vigor de las plantas y a la vez incrementa su resistencia al patógeno, puesto que controla el crecimiento del hongo y le permite tener mayor área fotosintética para la producción de biomoléculas, influyendo directamente en el aumento del rendimiento.

El estudio titulado “Efecto del ácido acetilsalicílico para activación de defensas en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*), en el sector de Chapués, cantón Tulcán, Carchi – Ecuador”, realizado por Delgado (2014) quien encontró que el tratamiento de ácido acetilsalicílico aplicado vía foliar en el cultivo de arveja, disminuye el porcentaje de severidad de *Colletotrichum pisi* y *Peronospora pisi*.

Trigoso (2019), en la Universidad Nacional de Cajamarca, en su investigación “Control de fungosis de arveja (*Pisum sativum L.*), con productos orgánicos y productos químicos”, obtuvo tras tres evaluaciones de la severidad de antracnosis en el cultivo que el control de fungosis en

arveja, con productos orgánicos y con productos químicos, no se reflejó en las variables: severidad de antracnosis, altura de planta, peso de grano y número de vainas por planta. Pero si existen claros indicios de verdaderos efectos de los tratamientos en el control de fungosis de arveja.

Tipaz (2014), en el cantón Huaca, provincia del Carchi, en su investigación “Evaluación de tratamientos químicos más fosfito de calcio para el control de antracnosis (*Ascochyta pisi*) en cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*), en el Cantón Huaca” obtuvo que las aplicaciones de fosfito de calcio en combinación con Benomil y Metiltiofanato tienen un efecto positivo en el control de antracnosis (*Ascochyta pisi*) y rendimiento en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*).

Laredo, Martínez, Guillen y Hernández (2017), su investigación “Aplicación de ácido jasmónico como inductor de resistencia vegetal frente a patógenos” encontraron que el ácido jasmónico parece utilizar diferentes mecanismos para desarrollar la inducción de estas respuestas, aunado a que éste mismo interactúa de diferentes maneras con otras vías de señalización hormonal para generar la inducción de respuestas de defensa.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Cultivo de arveja *Pisum sativum L.*

#### 2.2.1.1 Importancia del cultivo

El cultivo de la arveja *Pisum sativum L.* en el Ecuador tiene un espacio productivo muy acogedor pues el país posee características geográficas y climáticas adecuadas para su desarrollo, sembrándose en especial en la Sierra en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Loja, Cañar, Carchi, Imbabura, Pichincha, Azuay y Tungurahua, cultivándose tanto para cosecharlo en grano tierno, así como en seco, siendo las mayores siembras realizadas en los meses de marzo, abril, mayo y junio. (Pinto, 2013, p.1)

#### 2.2.1.2 Valor nutricional

La ciencia ha comprobado que la arveja es uno de los alimentos que mayor cantidad de carbohidratos y proteínas posee por unidad de peso, destacándose como una importante fuente de sacarosa y aminoácidos, incluyendo lisina. Además, contiene una buena cantidad de vitaminas y nutrientes muy útiles para la salud. En su estado natural, es uno de los vegetales más ricos en tiamina (vitamina B1), la cual es esencial para la producción de energía, además de poseer una importante cantidad de proteínas y carbohidratos, siendo baja en porcentaje de grasas, y además es una destacada fuente de fibra y vitaminas A, B y C. (De Bernardi , 2017, p.2)

#### 2.2.1.3 Clasificación Taxonómica

Según ITIS (2011), la clasificación taxonómica de la arveja es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Tribu: Fabeae

Género: Pisum

Especie: Sativum

Nombre científico: *Pisum sativum*

Nombre común: Arveja, guisante, chícharo

#### 2.2.1.4 Descripción Botánica

La arveja *Pisum sativum* L. es una leguminosa trepadora o rastrera caracterizada por:

##### A) Raíz

“El sistema radicular es poco desarrollado en conjunto, aunque posee una raíz pivotante que puede llegar a ser bastante profunda.” (Basantes, 2015, p.21)

##### B) Las hojas

Las hojas tienen pares de folíolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento. Contienen estipulas de diferentes formas. Tienen pares de folíolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento. Contienen estipulas de diferentes formas. (Basantes, 2015, p.21)

##### C) Las flores

Son de variados colores: blancas y violáceas. El sitio donde aparece la primera flor, sirve como referencia, para determinar si la variedad es precoz o tardía. Las precoces, dan frutos en un ciclo corto en las primeras inflorescencias entre el octavo y décimo nudo del tallo, las semitardías entre el décimo y décimo tercer nudos, y las tardías, después del 13° nudo. (Basantes, 2015, p.21)

##### D) La inflorescencia

“Es racemosa, con brácteas foliáceas, que se inserta por medio de un largo pedúnculo en la axila de las hojas.” (Basantes, 2015, p.21)

##### E) Fruto

Las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y contienen de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable, según la variedad. Es resistente a enfermedades. El fruto por lo general es verde y

puede ser liso (para conservas) o rugosas (consumo directo). Los guisantes verdes se consumen con o sin vaina. (Basantes, 2015, p.21)

#### 2.2.1.5 Requerimientos edafoclimáticos

##### 2.2.1.5.1 Suelo

Es una planta que se adapta a una variedad de suelos que van desde los franco-arenosos a los franco-arcillosos con buen drenaje, que tengan buena estructura, profundos, fértiles, con una reacción levemente ácida a neutro y con un pH óptimo entre los 5,5 a 6,5. Suelos que tengan la adecuada capacidad de captación y almacenaje del agua que permita la normal provisión de ella en especial en la fase de la floración y llenado de las vainas. (Pinto, 2013, p.1)

##### 2.2.1.5.2 Temperatura

Las variedades de arveja de crecimiento indeterminado, se adaptan a temperaturas entre templadas a bajas, requiriendo una mayor temperatura en las fases de floración y llenado de vaina donde el cultivo se ve afectado por las heladas, la temperatura óptima va de 15°C a 18°C y la mínima es de 10°C. (Pinto, 2013, p.1)

##### 2.2.1.5.3 Precipitación

“La precipitación requerida por la arveja en un periodo de cultivo va de entre los 500 a 1000 milímetros.” (Pinto, 2013, p.1)

##### 2.2.1.5.4 Luminosidad

“Una luminosidad adecuada fomenta la fotosíntesis la arveja es una planta que requiere aproximadamente 5-9 horas /sol/día.” (Pinto, 2013, p.1)

#### 2.2.1.5.5 Altitud

“La altura en la que se cultivan distintas variedades de arveja va desde los 2000 a 3000 msnm.”  
(Pinto, 2013, p.1)

#### 2.2.1.6 Aspectos agronómicos

##### 2.2.1.6.1 Preparación del suelo

Para que las condiciones del suelo sean favorables para el cultivo de arveja. El DANE (2015) menciona que:

Se realiza una primera arada utilizando un arado de cincel vibratorio, con el fin de aflojar el suelo para facilitar el crecimiento de las raíces, mejorar el drenaje y permitir la aireación del suelo. Seguidamente, se desmenuza el suelo sin pulverizarlo para mantener la estructura y favorecer la retención de humedad. Por otra parte, el método de labranza mínima y siembra directa es recomendado para optimizar el uso de los recursos suelo y agua, especialmente en las regiones con dos periodos de lluvia y con disponibilidad de agua entre 700 a 1.000 milímetros anuales, lo que permite adelantar dos cosechas al año e incrementar los rendimientos del cultivo en un 20 %. (p.4)

##### 2.2.1.6.2 Fertilización

El desarrollo de las plantas está directamente relacionado con la cantidad y calidad de nutrientes que están disponibles en el suelo, si los nutrientes no pueden compensar los requerimientos se procede a fertilizar, para el cultivo de arveja *Pisum sativum L.* Fenalce (2006) recomienda:

La fertilización consiste en el suministro de los nutrientes requeridos por la planta para su buen desarrollo, sanidad y producción; los tipos y cantidades de fertilizantes como de correctivos deben obedecer a un plan de fertilización formulado por el profesional responsable de la asistencia técnica, basado en los resultados de los análisis de suelos y las demandas del cultivo. En el caso de la arveja, para lograr una producción de 4 a 5 toneladas de vainas verdes por hectárea, el cultivo extrae del suelo 125 kilogramos de nitrógeno (N), 30 kilogramos de fósforo

(P) y 75 kilogramos de potasio (K), llegando en algunos casos a extraer, respectivamente, 125, 50 y 85 kilogramos de estos elementos nutritivos y requiriendo, adicionalmente, de 65 a 100 kilogramos de calcio (Ca) y 13 kilogramos de magnesio (Mg) por hectárea. (p.83)

#### 2.2.1.6.3 Labores culturales

Son todas las acciones realizadas para precautelar un correcto desarrollo del cultivo desde sus fases tempranas hasta la preparación del producto para ser comercializado.

##### 2.2.1.6.3.1 Surcado

Se debe realizar un día antes de la siembra con el fin de mantener la humedad en el suelo, una vez preparado se comienza a realizar surcos para preparar el área donde se va a depositar la semilla. La distancia y profundidad está ajustado al que requiera cada tipo de cultivo y la orientación que sea adecuada para el riego. Este trabajo es muy importante ya que protege la planta y facilita el trabajo manual (Peralta, 2010).

##### 2.2.1.6.3.2 Deshierbas

Se debe controlar el crecimiento de las plantas no deseadas para no afectar a la planta por competencia, según Basantes (2015) “durante el desarrollo del cultivo 2 a 3 controles manuales de malezas.” (p. 24)

##### 2.2.1.6.3.3 Aporque

Es una labor realizada con el objeto de acumular suelo suelto en la base de la planta, mejorar la consistencia del tallo y promover el crecimiento radicular mismo que da lugar a una mejor absorción de nutrientes esenciales para el desarrollo de la planta.

##### 2.2.1.6.3.4 Riego

El número y frecuencia de riegos varía con el tipo de suelo, la variedad, las condiciones climáticas y en ausencia de lluvia puede ser necesario de 5 a 6 riegos por ciclo, es decir un riego

cada 15 días aproximadamente, con énfasis en floración y llenado de vainas. (Peralta, Murillo, Manzón, Pinzón y Villacrés, 2015, p.37)

#### 2.2.1.6.3.5 Tutorado

La arveja de crecimiento indeterminado requiere de labores para guiar el crecimiento del tallo y facilitar su manejo.

Colocación de postes: se deben colocar postes de 2 m de largo separados cada 4 a 5 m según la pendiente del suelo. Deben enterrarse a una profundidad de 40 a 50 cm. Se necesitan de 2,000 a 2,500 postes por ha.

Colocación de cabuya: la primera línea se coloca a 10 cm del suelo, de igual distancia se coloca la segunda cabuya de la primera y las siguientes se separan 15 cm entre sí. Es necesario colocar hasta 8 y 12 líneas según el desarrollo del cultivo. (Casaca, 2005, p.11)

#### 2.2.1.6.3.6 Cosecha

La cosecha se puede hacer en verde para consumo fresco (a los 120-150 días de la siembra, según la textura del grano) o de lo contrario cuando las plantas han terminado su ciclo vegetativo (amarilleo general, la vaina se desgrana fácil) para grano seco. (Goites, 2008, p.37)

#### 2.2.1.6.3.7 Almacenamiento

“El grano con humedad inferior al 13%, debe almacenarse en cuartos secos y frescos. No se ha observado daño causado por plagas de almacén.” (Peralta et al., 2013, p.36)

#### 2.2.1.7 Plagas

Según Casca (2005) las principales plagas son el gusano cortador y cogollero (*Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera spp.*), tortuguilla vaquita (*Diabrotica spp.*) y áfidos o pulgones (*Aphis spp.*, *Myzus persicae*).

### 2.3.1.8 Enfermedades.

Casca (2005) describe a mildiu polvorento (*Erysipe poligoni*), antracnosis mancha oscura (*Ascochyta pisi*), tizón bacteriano (*Pseudomonas pisi*) y marchitez por Fusarium (*Fusarium spp.*) como las principales enfermedades que afectan al cultivo de arveja *Pisum sativum L.*

#### 2.2.1.8.1 Antracnosis *Ascochyta pisi Lib.*

##### 2.2.1.8.1.1 Importancia del hongo en el cultivo de arveja *Pisum sativum L.*

Enfermedad de gran importancia económica por su alto impacto, pues llega a reducir las cosechas en un 20 a 50 %, además de deteriorar la calidad de la vaina y de los granos cosechados. Por lo general, se presenta en los primeros estados de desarrollo del cultivo, afectando principalmente el tercio inferior de la planta e incrementándose los daños por condiciones de lluvias intensas y alta humedad en el ambiente, especialmente durante la floración y el llenado de las vainas. Su incidencia se hace más severa en cultivos realizados al voleo que en cultivos sembrados con tutor. Los principales síntomas se manifiestan por lesiones a manera de puntos de color café oscuro en hojas, flores, tallos y vainas. En estado avanzado de la enfermedad, las manchas del hongo se unen cubriendo casi la totalidad de la superficie de la vaina, llegando hasta el grano y causando su pudrición antes de terminar su desarrollo. El hongo patógeno es transmitido principalmente por las semillas, el viento y el agua de lluvia. (Fenelace, 2006, p.83)

##### 2.2.1.8.1.2 Taxonomía de antracnosis *Ascochyta pisi Lib.*

Tabla 1. Descripción taxonómica de la antracnosis *Ascochyta pisi Lib.*

Reino	Fungi
Filo/División	Ascomycota
Clase	Dothideomycetes
Orden	Pleosporales
Familia	Didymellaceae
Género	Didymella
Epíteto específico	Pisi
Nombre científico	<i>Ascochyta pisi Lib.</i>

Fuente: Brown University Herbarium (2019).

#### 2.2.1.8.1.3 Ciclo de la enfermedad

La enfermedad puede contraerse a través de semilla infectada o residuos de cosechas anteriores, para después extenderse mediante pnidiosporos que son estructuras de reproducción asexuales del hongo.

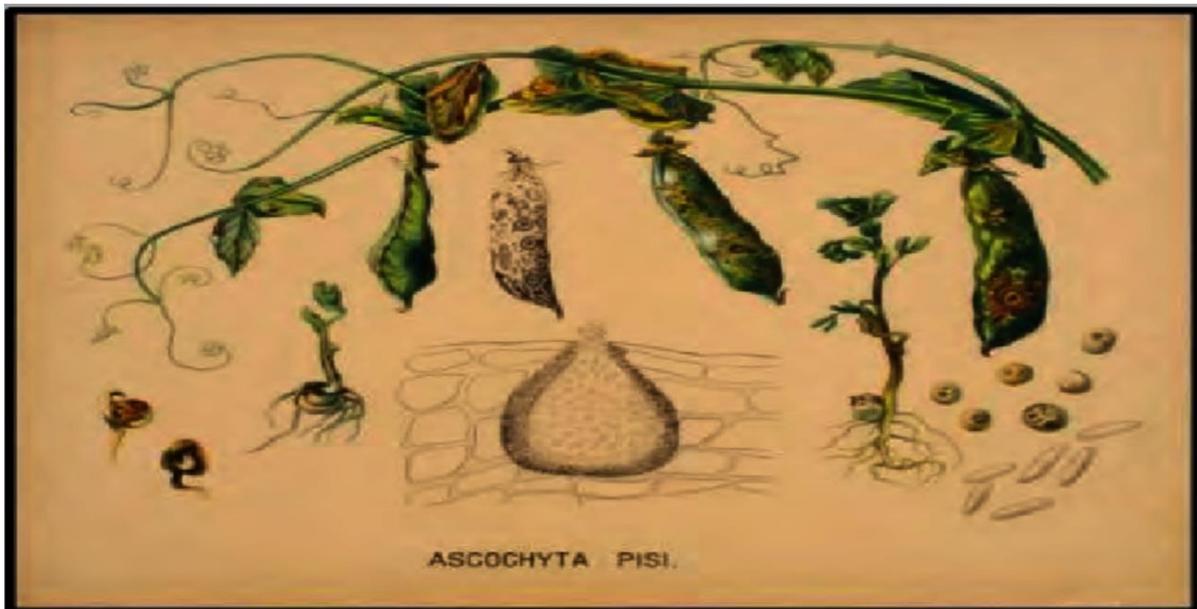


Figura 1. Ciclo de *Ascochyta pisi* Lib. en el cultivo de arveja

Fuente: Stichting Academisch Erfgoed s.f.

#### 2.2.1.8.1.4 Descripción de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib.

Esta enfermedad causada por hongos que tienen las siguientes características:

Picnidios de pared fina, más claros que en otras especies de *Ascochyta*, con conidias uniseptadas (muy raramente biseptadas), hialinas, oblongo cilíndricas, rectas o ligeramente curvadas, a veces con una ligera constricción a nivel del septo, con extremos redondeados y con dos grandes gúttulas aceitosas en los extremos opuestos. No forma nunca peritecios (no se conoce su teleomorfo), y muy raramente produce clamidosporas. (Melgarejo et al., 2010, p.363)

#### 2.2.1.8.1.5 Sintomatología de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib.

Manchas en hojas y en vainas, circulares, más o menos irregulares, con un borde oscuro y centro marrón pálido. Cuando el ataque es temprano puede causar caída de plántulas en pre o

postemergencia. En vainas puede causar aborto de semillas o daños en las mismas. Nunca causa daños en cuello o raíces y raramente en tallos, pero en estos casos las manchas son más alargadas. (Melgarejo et al., 2010, p.363)

#### 2.4.1.8.1.6 Ecología de la antracnosis *Ascochyta pisi* Lib.

La infección de las plantas se produce a 4°C de temperatura y con una humedad del 90 %. El alto desarrollo de la enfermedad se observa en las precipitaciones abundantes y temperaturas de 20 – 25°C. El período de incubación puede variar de 2 a 4 días dependiendo de la temperatura y la especie de la enfermedad. En alternancia de tiempo húmedo y seco el desarrollo de la enfermedad reduce la velocidad, y se detiene por completo a temperatura superior a 35°C. La incidencia de la enfermedad *A. pisi* depende más de la cantidad de las precipitaciones y la humedad 78-86 % es suficiente para el desarrollo de la enfermedad *A. pinodes*. (AgroAtlas, 2009)

#### 2.4.1.8.1.7 Control químico

El control químico es el método más utilizado para evitar los daños que un fitopatógeno puede causar al rendimiento de un cultivo.

#### 2.2.1.8.1.7.1 Fungicidas

Los fungicidas son sustancias que poseen un ingrediente activo que inhibe el crecimiento de los hongos, por ende, el efecto nocivo que estos pueden ocasionar al cultivo.

#### 2.2.1.8.1.7.1.1 Benomil

Controla una gran variedad de pústulas y manchas filiales, tizones, pudriciones, roñas y enfermedades de semillas y otras que causan los patógenos del suelo. Presenta efecto inhibitorio de las infecciones ocasionadas por *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis*, *Ceratocystis*, *Fusarium* y *Verticillium*, sin embargo, no tiene ningún efecto sobre los oomycetes, algunos hongos imperfectos que producen esporas oscuras. (Agrios, 2010, p.464)

#### 2.2.1.8.1.7.2 Bioestimulantes

Actúa como regulador de plantas y altera el comportamiento del vegetal ante su ambiente. Se aplica para mejorar el metabolismo, incrementar la producción y la eficiencia de la clorofila, estimular la producción o el contenido de antioxidantes, proporcionar capacidad de resistencia, contribuir a brindar una mayor actividad microbiana y estimular la generación de raíces por la toma de nutrientes por la planta. (Romero et al., 2003, p.192)

#### 2.4.1.8.1.7.2.1 Fosfitos

Los fosfitos son compuestos derivados del ácido fosforoso empleados como alternativa para el control de organismos fitoparásitos y su eficacia se ha probado contra protozoarios, oomycetes, hongos, bacterias y nematodos; sin embargo, en comparación con los fungicidas convencionales sintetizados, generalmente son menos eficaces para disminuir el daño por fitopatógenos. (Yáñez-Juárez et al., 2018, p.79)

#### 2.2.2 Inductores de resistencias

“Sustancias naturales que, aplicadas a las plantas de forma preventiva ayudan a reducir la incidencia de plagas y enfermedades. Para cuantificar su efecto se realizan mediciones de fitoalexinas y actividad enzimática relacionadas en cada cultivo y fase.” (Palazón, 2015, p.12)

##### 2.2.2.1 Mecanismos de inducción de resistencias.

###### 2.2.2.1.1 Resistencia sistémica adquirida (SAR)

La SAR se activa local y sistémicamente tras la infección de la planta por patógenos que producen necrosis (virus, bacteria u hongos). La SAR se caracteriza por ser una resistencia de amplio espectro, es decir, que confiere resistencia no sólo al patógeno que la ha activado (por ejemplo virus TMV), sino también a otros patógenos (virus, bacterias y hongos). Se ha comprobado que la SAR es una resistencia duradera (activa durante días o semanas) en condiciones tanto naturales como de laboratorio, lo que la hacen muy atractiva desde un punto de vista agronómico. (Molina y Rodríguez, 2008, p.426)

#### 2.2.2.1.2 Resistencia Sistémica Inducida (ISR)

La ISR se activa por determinadas cepas bacterianas del suelo (rizobacterias) que son capaces de colonizar las raíces de las plantas. Al igual que la SAR, la ISR es una resistencia sistémica, de amplio espectro (puede conferir protección frente a bacterias, hongos y algunos virus), y duradera en condiciones de laboratorio y de campo. La activación de la ISR no depende de un incremento endógeno local y sistémico del SA. Por el contrario, dicha resistencia depende de las rutas reguladas por las hormonas etileno (ET) y ácido jasmónico (JA), siendo no operativa en plantas que tiene bloqueadas las rutas del ET y JA. Como en la SAR, la ISR es dependiente de la proteína reguladora NPR1/NIM1, aunque tras la activación de esta resistencia los genes de defensa que se expresan son distintos de los activados en la SAR. Se desconoce por el momento la señal sistémica que activa la ISR en una planta, tras la colonización de sus raíces por las bacterias. (Molina y Rodríguez, 2008, p.427)

#### 2.2.2.1.3 Resistencia Inducida por herida (WIR)

Esta resistencia se activa tras el ataque de una planta por insectos que causan daño/herida, como los insectos comedores, pero también se puede activar por daño mecánico. La WIR es una resistencia sistémica y duradera, pero no es de amplio espectro, ya que protege principalmente frente a otros insectos comedores. Recientemente, se ha descrito en la planta modelo *Arabidopsis thaliana* que la WIR puede conferir resistencia frente a hongos necrotrofos como *Botrytis cinérea*. (Molina y Rodríguez, 2008, p.427)

#### 2.2.2.1.4 Resistencia Inducida por PAMPs/elicitores (PTI)

La PTI se activa tras el reconocimiento por parte de receptores específicos de MAMPs/PAMPs o elicitores. Este reconocimiento conduce a la activación de una respuesta de defensa que se caracteriza por la acumulación de calosa, fortificación de la pared celular y la activación de la expresión de genes de defensa. (Molina y Rodríguez, 2008, p.427)

#### 2.2.2.1.5 Resistencia Química Inducida (CIR)

Se puede definir esta resistencia como la activada en la planta tras el tratamiento de la misma con un producto químico de naturaleza inorgánica u orgánica. Existen en el mercado una serie de productos fitosanitarios que son capaces de proteger las plantas frente a las infecciones. Entre ellos se pueden destacar compuestos que están catalogados como fungicidas/bactericidas, aunque no se ha demostrado su actividad *in vitro* frente a los patógenos que controlan cuando se aplican sobre las plantas. El potencial de algunos de estos compuestos como inductores de resistencia inducida necesita una mejor caracterización. (Molina y Rodríguez, 2008, p.428)

#### 2.2.2.2 Clasificación inductores de resistencias.

Estas sustancias actúan sobre el vegetal impidiendo o retrasando la entrada del patógeno, y limitando consecuentemente su actividad en el tejido u órgano infectado. No tienen efecto directo o actividad específica sobre los fitopatógenos. Dependiendo del tipo de agente inductor, existen dos tipos de inducción de resistencia. Una considera que la resistencia puede ser activada por la presencia, sobre el tejido vegetal, de organismos como hongos, virus, bacterias, nematodos e incluso de insectos herbívoros, conocida ésta como inducción biótica. Por otro lado, imitando la presencia de un patógeno o insecto, la resistencia también puede ser generada por la presencia de moléculas sintéticas depositadas sobre los órganos vegetales, denominada inducción abiótica.

Las vías de señalización de respuestas provocadas por un agente biótico pueden ser dependiente tanto del ácido salicílico, en asociación con la acumulación de las proteínas relacionadas con la patogénesis (PRP), como del jasmonato (ácido jasmónico) y del etileno, no estando asociado, en este caso, con la acumulación de las PRP, conocida como Resistencia Sistémica Adquirida (RSA). En cambio, la cascada de señales generada por un inductor abiótico sólo sigue la vía del ácido jasmónico y etileno, denominada Resistencia Sistémica Inducida (RSI). (Gómez y Reis, 2011, p.14)

### 2.2.2.3 Usos de inductores de resistencia en la agricultura

Dependiendo del inductor y del cultivo, o su estado, la aplicación de los mismos puede realizarse por medio de pulverizaciones sobre el follaje o efectuando tratamientos en las semillas. El efecto inductor o desencadenante de la resistencia, dependiendo del agente, puede activarse desde el momento de aplicación y prolongarse hasta 30 días o más. (Gómez y Reis, 2011, p.15)

### 2.2.2.4 Bioactivador de resistencias (Miconic)

Es un bioactivador natural del sistema inmunológico de la planta con un alto poder estimulante de elicitores naturales con un mecanismo de acción diferenciado, desencadenando una respuesta sistémica y de amplio espectro frente a enfermedades fúngicas provocadas por hongos oomicetos, enfermedades del tipo mildiu, y botrytis al promover la resistencia sistémica inducida (ISR). (Manvert, 2012)

#### 2.2.2.4.1 Composición y dosificación del bioactivador de resistencias (Miconic)

Tabla 2. *Composición del bioactivador de resistencias (Miconic)*

Composición	% p/p	% p/v
Ácidos orgánicos	47,0	51,7
Aminoácidos libres	5,0	6,6
Nitrógeno total	6,0	5,5
Nitrógeno amoniacal	4,9	5,4
Nitrógeno orgánico	0,1	0,1

**Nota:** %p/p= porcentaje peso/peso, %p/v= porcentaje peso/volumen

La dosificación de Miconic recomendada va de entre los 200ml – 400ml en 200 lts de agua. (Ecuador Registro MAG n° 33611639, 2018)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### 3.1.1. Enfoque

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, debido a que se valió de la recolección de datos numéricos con los que se realizaron análisis estadísticos para aceptar o refutar la hipótesis planteada.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue experimental, bibliográfica y de campo ya que se evaluaron los resultados del bioactivador de resistencia genética en la prevención de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. del cultivo de arveja *Pisum sativum* L. tras haber realizado un ensayo de campo con un diseño experimental de bloques completos al azar.

#### **3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER**

H<sub>1</sub>: La implementación de un bioactivador de resistencia genética como técnica de prevención de enfermedades, disminuirá las pérdidas causadas por antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. en el cultivo de arveja *Pisum sativum* L.

H<sub>0</sub>: La implementación de un bioactivador de resistencia genética como técnica de prevención de enfermedades, no disminuirá las pérdidas causadas por antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. en el cultivo de arveja *Pisum sativum* L.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Hipótesis	Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
La implementación de Miconic como técnica de prevención de enfermedades disminuirá las pérdidas causadas por antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. en el cultivo de arveja.	Variable independiente: bioactivador de resistencia genética en plantas (Miconic) en el cultivo de arveja <i>Pisum sativum</i> L.	Bioactivador de resistencia genética en plantas (Miconic): producto a base de ácidos orgánicos que promueve la prevención de enfermedades fúngicas.	Efectos de bioactivador de resistencia genética en plantas (Miconic) sobre la antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. en el cultivo de arveja.	Se usó al producto Miconic en dosis de: 1, 1,5 y 2 ml/l.	Aplicación foliar mediante aspersion con bomba de mochila a los 18 días después de la siembra un total de siete aplicaciones durante el ciclo de cultivo.	Copa graduada, bomba de mochila
		Fosfito de potasio: bioestimulante usado como inductor de resistencia en plantas.	Contraste de efectos con el bioactivador de resistencia genética en plantas (Miconic) en la incidencia y severidad de Antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. en el cultivo de arveja.	Fue aplicado como testigo en dosis de 5 ml/l.	Aplicación foliar mediante aspersion con bomba de mochila a los 18 días después de la siembra un total de siete aplicaciones durante el ciclo de cultivo.	Copa graduada, bomba de mochila

	Variable dependiente: Nivel de ataque de antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. en el cultivo de arveja <i>Pisum sativum</i> L.	Enfermedad fúngica más destacada en el sector, que por las condiciones climatológicas de la zona afecta a todo el tejido de la planta y produce pérdidas considerables	Incidencia de Antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib.	A partir del día 30, se tomó en cuenta la incidencia de antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. para registrar su presencia a los 30, 60, 90 y 120 dds. y en el fruto (vaina verde) en las tres cosechas realizadas a los 126, 141 y 158 dds mediante el uso de la siguiente formula:  $\frac{\# \text{ afectadas}}{\# \text{ muestradas}} * 100$	Observación de incidencia.	Ficha de monitoreo.
			Severidad de Antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib.	Se midió a partir del día 30 posterior a la siembra, usando una escala de severidad de 1 a 5 para registrar el grado de afectación que llegó a tener la antracnosis <i>Ascochyta pisi</i> Lib. en el cultivo a una muestra de diez plantas tomadas al azar de la parcela neta para concluir con un promedio por tratamiento.	Observación	Escala de severidad y ficha de monitoreo.

			Altura de planta	Se comenzó a medir a partir de los 30 dds, mediante el uso de flexómetro tomado desde la base del tallo hasta el ápice de la planta. Se tomaron, datos a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.	Observación, medición y registro.	Flexómetro y ficha de monitoreo.
			Diámetro de tallo	Se comenzó a medir a partir de los 30 días posteriores a la siembra, en el cuello de la planta mediante el uso de calibre pie de rey, con una frecuencia de 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.	Observación, medición y registro.	Calibrador pie de rey y ficha de monitoreo
			Rendimiento	Se midió mediante el pesaje con balanza de arveja verde en vaina, producida en la parcela neta, en tres cosechas.	Kg/hectárea	Registros y balanza.
			Relación Costo/Beneficio.	Se calcularon los costos de producción por hectárea, el rendimiento en Kg/ha, el precio promedio de venta y la utilidad para obtener la relación Costo/Beneficio.	Registro y cálculo.	Software de cálculo (Microsoft Excel)

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1 Caracterización del área de estudio

La investigación se realizó en el Centro Experimental San Francisco que pertenece a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, ubicada en los cantones San Pedro de Huaca y Tulcán (parroquia Santa Martha de Cuba) posee una extensión total de 45 hectáreas y se ubica cerca de las zonas productoras de arveja de la provincia.

#### 3.4.2 Ubicación geográfica

Se utilizó una extensión de 1140 m<sup>2</sup> para la instalación del experimento en la zona de la finca que se encuentra en la parroquia Santa Marta de Cuba, el lote utilizado está a 2780 msnm y en las siguientes coordenadas geográficas: latitud 0°37'29''N y longitud 77°47'09''W.

#### 3.4.3 Variables en estudio

##### 3.4.3.1 Variable independiente

Para comparar los efectos del bioactivador de resistencia genética en plantas (Miconic) con otros productos (Benomil y fosfito de potasio) se utilizaron los siguientes tratamientos:

Tabla 3. Tratamientos aplicados en el ensayo en campo.

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo 1 químico (Benomil)
T2	Testigo 2 (Fosfito de potasio)
T3	Bioactivador (Miconic) dosis alta (2 ml/l)
T4	Bioactivador (Miconic) dosis media (1,5ml/l)
T5	Bioactivador (Miconic) dosis baja (1ml/l)

##### 3.4.3.1.1 Bioactivador de resistencia genética en plantas (Miconic)

Se usó al bioactivador de resistencias con el nombre comercial Miconic a partir del día 18 posterior a la siembra, en dosis de: 2ml/l, 1,5ml/l y 1 ml/l, la aplicación fue vía foliar mediante

aspersión, utilizándose cuatro aplicaciones en la fase vegetativa y tres en la fase reproductiva dando un total de siete aplicaciones durante el ciclo de cultivo.

#### 3.4.3.1.2 Tratamiento químico Benomil (Testigo 1)

Se realizaron aplicaciones del fungicida Benomil, al ser el mayormente utilizado por el agricultor, desde el día 45 después de la siembra, mediante aspersión, cada de quince días hasta la fase de cuajado de vaina, dando un total de ocho aplicaciones durante la duración del cultivo, con una dosis de 1,5 g/l.

#### 3.4.3.1.3 Tratamiento Fosfito de potasio (Testigo 2)

Es un fitoestimulante que fue probado anteriormente en el cultivo de arveja como inductor de resistencias, se usó en la presente investigación como segundo testigo para contrastar los resultados con los del bioactivador de resistencias; se aplicó mediante aspersión en dosis de 5 ml/l en siete ocasiones durante el ciclo de cultivo.

### 3.4.3.2 Variable dependiente

#### 3.4.3.2.1. Altura de planta

La altura de planta se comenzó a medir a partir de los 30 días posteriores a la siembra, mediante el uso de flexómetro, medición tomada desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, a una muestra de diez plantas tomadas al azar en 12 m<sup>2</sup> de parcela neta.

#### 3.4.3.2.2. Diámetro de tallo

Se comenzó a medir en el cuello de la planta a partir de los 30 días posteriores a la siembra, mediante el uso de calibrador o pie de rey a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, a una muestra de diez plantas tomadas al azar en la parcela neta que consistía de 12m<sup>2</sup>.

### 3.4.3.2.3. Incidencia de antracnosis *Ascochyta pisi Lib.*

Las observaciones se realizaron a partir del día 30, se tomó en cuenta la presencia de sintomatología que concuerde con antracnosis *Ascochyta pisi Lib.* para la recolección de datos, se usó una frecuencia de medición de 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, a una muestra de diez plantas tomadas al azar en la parcela neta y a la afectación en fruto (vaina en verde) en las tres cosechas para después ser expresada en porcentaje a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia} = \frac{\# \text{ afectadas}}{\# \text{ muestradas}} * 100$$

### 3.4.3.2.4. Severidad de antracnosis *Ascochyta pisi Lib.*

Se midió a partir del día 30 posterior a la siembra, usando una escala de severidad de 1 a 5 para registrar el grado de afectación que llegó a tener la antracnosis *Ascochyta pisi Lib.* en el cultivo, las observaciones se realizaron a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, a una muestra de diez plantas tomadas al azar en la parcela neta.

Para esta variable se tomó como referencia la escala propuesta por Orbes y Becerra, (1982), citado por: (Valencia et al., 2011, p. 39), (figura 2)

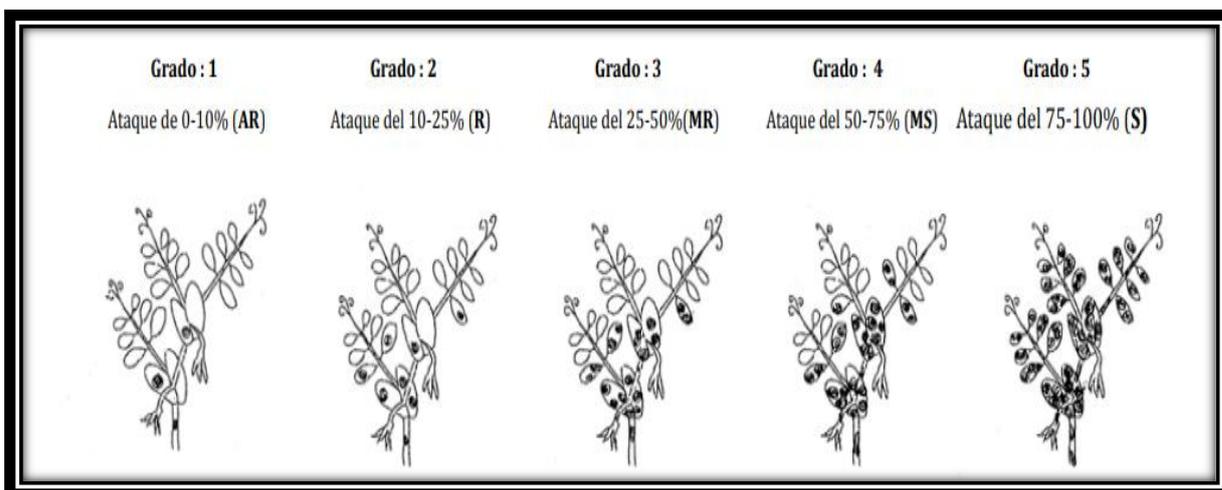


Figura 2. Escala de severidad de Antracnosis *Ascochyta pisi Lib.*

(AR)= Alto grado de resistencia; (R)= Reacción resistente; (MR)= Moderadamente resistente; (MS)= Moderadamente susceptible; (S)= Susceptible.

Fuente: Valencia et al., (2011)

#### 3.4.3.2.5. Rendimiento.

Se midió mediante el pesaje con balanza de la producción de arveja verde en vaina, obtenida de la parcela neta en tres cosechas realizadas, a los 126, 141 y 158 días después de la siembra para después hacer la conversión a Kg/ha.

#### 3.4.3.2.6. Costo / beneficio

Para realizar este análisis se calcularon: los costos de producción de los tratamientos por hectárea, el rendimiento en Kg/Ha, se promedió el precio de venta en 0,85 dólares el kilogramo de arveja verde en vaina; con lo que se obtuvo la utilidad y finalmente la relación Costo/Beneficio.

#### 3.4.4. Análisis Estadístico

Los datos recabados del ensayo se analizaron mediante al software Statistix 10 Trial, donde se ejecutaron: Análisis de varianza, prueba de medias de Tukey, prueba Chi-cuadrado, Análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis y prueba de Dunn ya que esta prueba es la que apropiada, para interpretar los resultados del experimento.

##### 3.4.4.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, experimento en el cual se midieron las variables: altura de planta, diámetro de tallo, incidencia y severidad de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib., rendimiento y Costo/Beneficio, los datos obtenidos fueron evaluados mediante estudios estadísticos como: pruebas de análisis de varianza, Tukey, Chi-cuadrado, Kruskal wallis y Dunn para valorar la factibilidad de utilizar el bioactivador de resistencia genética en plantas (Miconic) como tratamiento preventivo para el control de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. en el cultivo de arveja.

El ensayo estuvo formado por cinco tratamientos y cuatro repeticiones con unidades experimentales de 36 metros cuadrados de las cuales se tomó por efectos de competencia y bordura 12 metros cuadrados de parcela neta, cada unidad experimental estará formada por

cinco surcos con una distancia de 1,50 m entre si y de 10 cm entre plantas dando un total de 60 plantas por surco y 300 por unidad experimental de las cuales se tomó diez plantas dentro de la parcela neta como muestra.

### 3.4.4.2 Características del ensayo

Las características del ensayo se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 4. *Características del ensayo.*

Número de tratamientos.	Cinco (5)
Número de repeticiones.	Cuatro (4)
Número de unidades experimentales.	Veinte (20)
Área total del ensayo.	1114 m <sup>2</sup>
Área de la unidad experimental.	36 m <sup>2</sup>

El diseño experimental implementado en campo se puede observar el siguiente gráfico (Figura 3):

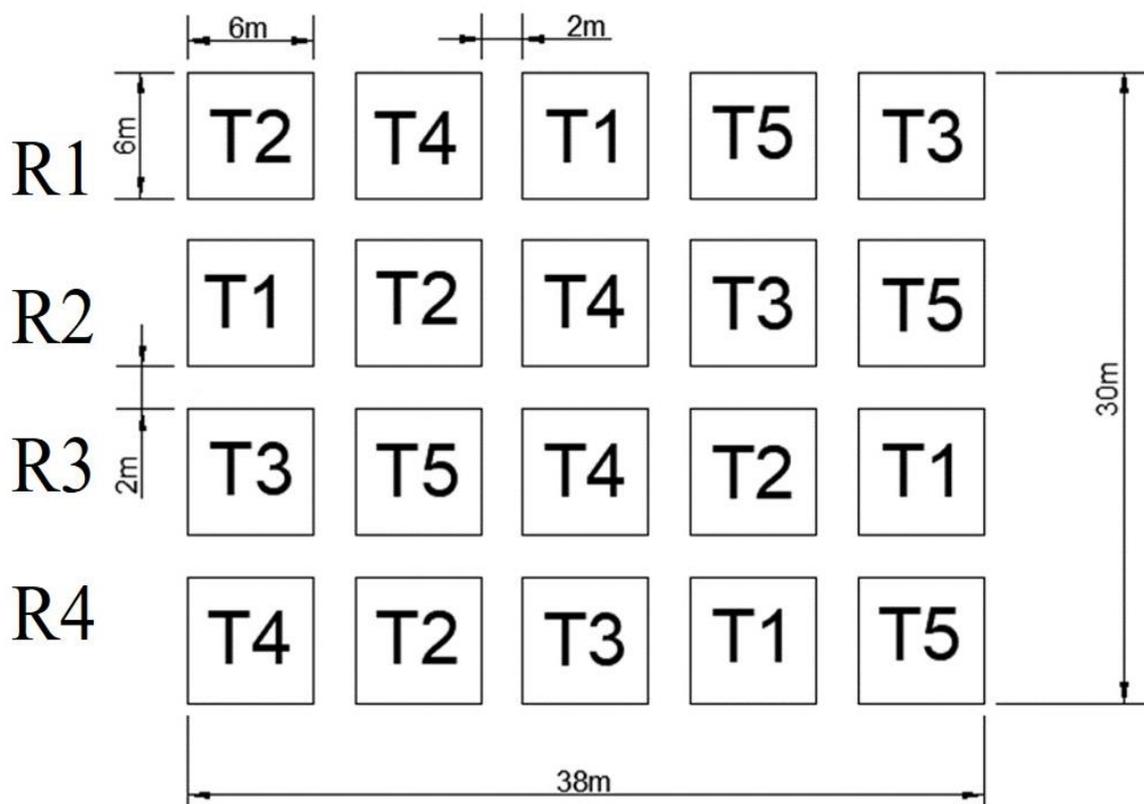


Figura 3. Diseño experimental implementado en campo.

El esquema de análisis de varianza se detalla en la tabla a continuación:

Tabla 5. *Esquema de análisis de varianza*

Fuentes de Variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	4
Repetición	3
Error	12
CV	

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

Tras realizar el análisis de los datos recabados durante el experimento se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1.1. Altura de planta en el cultivo de arveja *Pisum sativum L.* bajo el efecto de los tratamientos en estudio.

El análisis de varianza para altura de planta (Tabla 6) mostró un valor de  $p > 0,05$  lo cual indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, en ninguna de las observaciones realizadas. Los coeficientes de variación son aceptables para un ensayo en campo.

Tabla 6. Análisis de varianza para altura de planta de arveja bajo el efecto de los tratamientos.

		Altura 30 días después de siembra.	Altura 60 días después de siembra.	Altura 90 días después de siembra.	Altura 120 días después de siembra.
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Repetición	3				
Tratamiento	4	0,8917 ns	0,2278 ns	0,5512 ns	0,2515 ns
Error	12				
Total	19				
Media		12,66 cm	38,71 cm	102,48 cm	181,50 cm
C.V.		14,24 %	12,53 %	5,15 %	3,30 %

ns= No significativo; \* = Significativo; \*\* = Altamente significativo

Al no encontrar diferencias significativas para altura de planta en el análisis de varianza la prueba de Tukey al 5% (Tabla 7) arrojó un único grupo a los 30, 60, 90 y 120 dds con medias de crecimiento muy similares, teniendo los tratamientos con el bioactivador de resistencias (Miconic) un comportamiento mejor al de los testigos a los 120 dds.

Tabla 7. Prueba de Tukey para la variable altura de planta a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra bajo el efecto de los tratamientos.

<u>Altura 30 días después de siembra.</u>			<u>Altura 60 días después de siembra.</u>		
Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.
(T4) Miconic dosis media	13,24 cm	A	(T5) Miconic dosis baja	44,20 cm	A
(T1) Testigo Químico	12,88 cm	A	(T2) Fosfito de potasio	38,26 cm	A
(T3) Miconic dosis alta	12,68 cm	A	(T4) Miconic dosis media	37,55 cm	A
(T5) Miconic dosis baja	12,51 cm	A	(T3) Miconic dosis alta	37,20 cm	A
(T2) Fosfito de potasio	11,98 cm	A	(T1) Testigo Químico	36,32 cm	A
<u>Altura 90 días después de siembra.</u>			<u>Altura 120 días después de siembra.</u>		
Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.
(T5) Miconic dosis baja	104,98 cm	A	(T3) Miconic dosis alta	184,53 cm	A
(T4) Miconic dosis media	103,95 cm	A	(T4) Miconic dosis media	184,15 cm	A
(T3) Miconic dosis alta	103,15 cm	A	(T5) Miconic dosis baja	183,98 cm	A
(T1) Testigo Químico	101,30 cm	A	(T2) Fosfito de potasio	177,45 cm	A
(T2) Fosfito de potasio	99,02 cm	A	(T1) Testigo Químico	177,40 cm	A

G.H.= Grupos homogéneos

4.1.2. Diámetro de tallo en el cultivo de arveja *Pisum sativum L.* bajo el efecto de los tratamientos en estudio.

El análisis de varianza para diámetro de tallo (Tabla 8) dio valores para tratamientos de  $p > 0,05$  lo cual indica que no hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, en todas las observaciones realizadas, los coeficientes de variación estuvieron acordes con un ensayo de campo.

Tabla 8. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de arveja a los 30, 60, 90 y 120 dds. bajo el efecto de los tratamientos.

		30 días después de siembra.	60 días después de siembra.	90 días después de siembra.	120 días después de siembra.
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Repetición	3				
Tratamiento	4	0,5011 ns	0,6939 ns	0,7475 ns	0,3156 ns
Error	12				
Total	19				
Media		2,83 mm	4,07 mm	4,45 mm	4,98 mm
C.V.		4,28 %	7,80 %	5,48 %	6,29 %

ns= No significativo; \* = Significativo; \*\* = Altamente significativo

Al no haber diferencias significativas entre tratamientos en el análisis de varianza la prueba de Tukey al 5% (Tabla 9) generó un solo grupo en todas las etapas en las que se realizaron las observaciones, además se muestran medias de diámetro las cuales son muy similares entre los tratamientos.

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro de tallo de arveja a los 30, 60, 90 y 120 dds. bajo el efecto de los tratamientos.

<u>30 días después de siembra.</u>			<u>60 días después de siembra.</u>		
Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.
(T4) Miconic dosis media	2,93 mm	A	(T5) Miconic dosis baja	4,23 mm	A
(T1) Testigo Químico	2,83 mm	A	(T2) Fosfito de potasio	4,12 mm	A
(T5) Miconic dosis baja	2,83 mm	A	(T1) Testigo Químico	4,05 mm	A
(T3) Miconic dosis alta	2,80 mm	A	(T3) Miconic dosis alta	4,05 mm	A
(T2) Fosfito de potasio	2,77 mm	A	(T4) Miconic dosis media	3,90 mm	A
<u>90 días después de siembra.</u>			<u>120 días después de siembra.</u>		
Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.
(T5) Miconic dosis baja	4,58 mm	A	(T5) Miconic dosis baja	5,23 mm	A
(T4) Miconic dosis media	4,50 mm	A	(T3) Miconic dosis alta	5,10 mm	A
(T2) Fosfito de potasio	4,40 mm	A	(T4) Miconic dosis media	5,00 mm	A
(T3) Miconic dosis alta	4,40 mm	A	(T2) Fosfito de potasio	4,80 mm	A
(T1) Testigo Químico	4,38 mm	A	(T1) Testigo Químico	4,80 mm	A

G.H.= Grupos homogéneos.

#### 4.1.3. Incidencia de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. en el cultivo de arveja *Pisum sativum* L. bajo el efecto de los tratamientos en estudio.

Al realizar una prueba de Chi-cuadrado (Tabla 10) se obtuvo un valor de  $p > 0,05$  no significativo estadísticamente, es decir no hay una interacción entre tratamientos e incidencia en todas las observaciones realizadas.

Tabla 10. Chi cuadrado para incidencia de antracnosis en arveja a los 30, 60, 90 y 120 dds.

Días después de la siembra	Chi Cuadrado general	Grados de libertad	p-valor
30	1,67	12	0,4728 ns
60	33,50	28	0,2178 ns
90	28,33	24	0,2462 ns
120	23,29	16	0,1063 ns

ns= No significativo; \* = Significativo; \*\* = Altamente significativo

Se realizó una gráfica de barras con la incidencia de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. que presentó cada tratamiento (Figura 5), en la cual se puede observar que T1 (Testigo químico) es el tratamiento que más incidencia mostró seguido por T2 (Fosfito de potasio), T3 (Miconic dosis alta), T5 (Miconic dosis alta) y al final T4 (Miconic dosis media) que resultó ser el tratamiento que durante la última etapa del cultivo obtuvo el menor porcentaje de plantas afectadas.

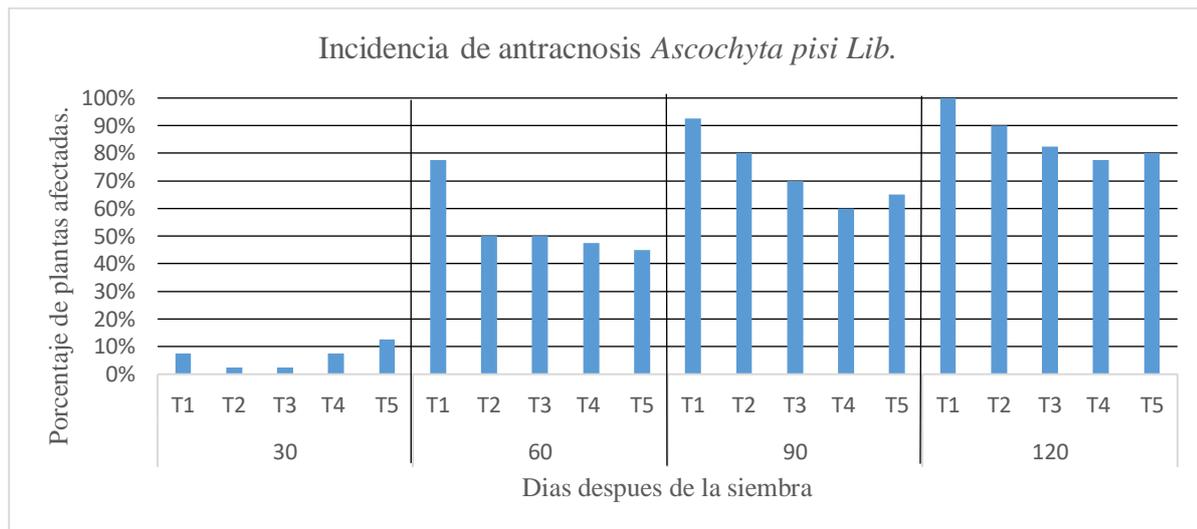


Figura 4. Incidencia de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. a los 30,60,90 y 120 dds. bajo el efecto de los tratamientos. T1= testigo químico, T2= testigo fosfito de potasio, T3= bioactivador dosis alta, T4= bioactivador dosis media, T5= bioactivador dosis baja.

Para corroborar se realizó un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis (Tabla 11) en el que se analizó los datos de incidencia de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. El estudio mostró un valor de  $p < 0,05$  que indica una diferencia estadística significativa entre tratamientos a los 120 dds.

Tabla 11. Prueba de Kruskal-Wallis para incidencia de antracnosis en planta de arveja a los 120 dds.

F.V.	G.L.	p-valor
Entre	4	0,0106 *
Dentro	15	
Total	19	

ns= No significativo; \* = Significativo; \*\* = Altamente significativo

Al obtener diferencias estadísticas se realizó una prueba de comparación de Dunn al 5% (Tabla 12) en la que se obtuvo dos categorías siendo T1 (Testigo químico) el que mayor incidencia de

la enfermedad presentó, en contraste T4 (Miconic dosis media) que fue el tratamiento en el que se detectó menor incidencia de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib.

Tabla 12. Prueba de Dunn al 5% para la variable incidencia de antracnosis.

Tratamiento	Promedio Incidencia	G.H.
(T1) Testigo Químico	100%	A
(T2) Fosfito de potasio	90%	AB
(T3) Miconic dosis alta	83%	AB
(T5) Miconic dosis baja	80%	AB
(T4) Miconic dosis media	78%	B

G.H.= Grupos homogéneos.

Se realizó también una prueba de Kruskal Wallis para la incidencia de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib en el fruto (vaina verde) de arveja *Pisum sativum* L. (Tabla 13) y se encontró un valor de  $p > 0,05$ , es decir no hay diferencias estadísticas significativas para los tratamientos en estudio, la media fue de 4,40% de incidencia en vaina.

Tabla 13. Prueba de Kruskal Wallis para incidencia de antracnosis en fruto (vaina verde) de arveja.

F.V.	G.L.	p-valor
Entre	4	0,2061 ns
Dentro	15	
Total	19	
Media	4,40 %	

ns= No significativo; \* = Significativo; \*\* = Altamente significativo

Al no haber diferencias significativas en la prueba de Kruskal Wallis, la prueba de Dunn al 5% (Tabla 14) muestra a las medias de incidencia en fruto (vaina verde) están ubicadas en una sola categoría, con una tendencia a mayor incidencia en T5 (Miconic dosis baja), T2 (Fosfito de potasio) y T4 (Miconic dosis media) en tanto que T3 (Miconic dosis alta) es el que menor afectación de la enfermedad presentó a pesar de que no sea estadísticamente significativa.

Tabla 14. Prueba de Dunn al 5% para incidencia de antracnosis en fruto (vainas verdes) de arveja.

Tratamiento	Promedio Incidencia	G.H.
(T5) Miconic dosis baja	5,92 %	A
(T2) Fosfito de potasio	5,55 %	A
(T4) Miconic dosis media	5,48 %	A
(T1) Testigo químico	4,14 %	A
(T3) Miconic dosis alta	3,68 %	A

G.H.= Grupos homogéneos.

4.1.4. Severidad de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. en el cultivo de arveja *Pisum sativum* L. bajo el efecto de los tratamientos en estudio.

Al realizar una prueba de Chi-cuadrado (Tabla 15) se obtuvo un valor de  $p > 0,05$  por lo que no hay diferencias estadísticas significativas en ninguna de las observaciones realizadas es decir no hay interacción entre los tratamientos y la severidad de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib.

Tabla 15. Chi cuadrado para severidad de antracnosis en arveja a los 30, 60, 90 y 120 dds.

Días después de la siembra	Chi Cuadrado general	Grados de libertad	p-valor
30	3,33	4	0,5037 ns
60	3,33	4	0,5027 ns
90	2,67	4	0,6151 ns
120	8,10	4	0,0882 ns

**Nota:** ns= No significativo; \* = Significativo; \*\* = Altamente significativo

En la gráfica de barras (Figura 6) la severidad de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. indica una tendencia en la que T2 (Fosfito de potasio) es el que más avance de la enfermedad presentó seguido por T1 (Testigo químico), T5 (Miconic dosis baja) finalmente T3 (Miconic dosis alta) y T4 (Miconic dosis media) terminan con valores iguales de severidad.

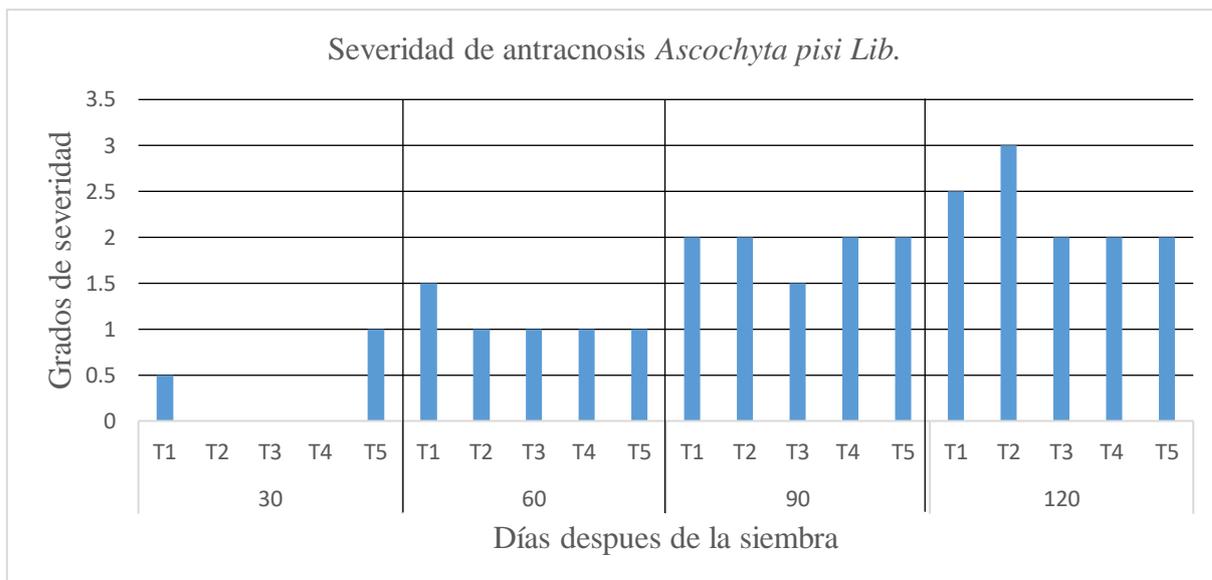


Figura 5. Severidad de antracnosis a los 30,60,90 y 120 dds. bajo el efecto de los tratamientos. T1= testigo químico, T2= testigo fosfito de potasio, T3= bioactivador dosis alta, T4= bioactivador dosis media, T5= bioactivador dosis baja.

Se realizó también una prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 16) para verificar que no existe diferencia estadística entre tratamientos en el cual se ratificó un valor de  $p > 0,05$  es decir, no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Tabla 16. Prueba de Kruskal-Wallis severidad de antracnosis en arveja.

F.V.	G.L.	p-valor
Entre	4	0,0824ns
Dentro	15	
Total	19	

ns=No significativo; \*=Significativo; \*\*=Altamente significativo

Al no encontrar diferencias significativas la prueba de comparación de Dunn al 5% (Tabla 17) dio como resultado un solo grupo homogéneo en el que el orden de las medias ratifica lo observado en la gráfica (figura 5).

Tabla 17. Prueba de Dunn al 5% para la variable severidad de antracnosis.

Tratamiento	Mediana	G.H.
(T2) Fosfito de potasio	3 grados de severidad	A
(T1) Testigo Químico	2,50 grados de severidad	A
(T5) Miconic dosis baja	2 grados de severidad	A
(T3) Miconic dosis alta	2 grados de severidad	A
(T4) Miconic dosis media	2 grados de severidad	A

Nota: G.H.= Grupos homogéneos.

#### 4.1.5. Rendimiento de arveja *Pisum sativum L.* bajo el efecto de los tratamientos en estudio.

El análisis de varianza del rendimiento (Tabla 18) en la primera cosecha muestra un valor de  $p < 0,05$  por lo que hubo diferencias estadísticas entre tratamientos en la cual T5 (Miconic dosis baja) es el que se destaca en contraste T1 (Testigo químico) se muestra como el de menor rendimiento entre todos los tratamientos aplicados. En las dos cosechas posteriores no se ven diferencias estadísticamente significativas lo que conlleva a que en la suma total de los Kg/ha producidos el valor de p resultante sea mayor a 0,05 con tratamientos que tienen un rendimiento muy similar entre sí.

Tabla 18. Análisis de varianza para rendimiento en tres cosechas y total de Kg/ha obtenidos bajo el efecto de los tratamientos.

		Rendimiento cosecha 1	Rendimiento cosecha 2	Rendimiento cosecha 3	Rendimiento total.
F.V.	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Repetición	3				
Tratamiento	4	0,0519*	0,1730 ns	0,5436 ns	0,4675 ns
Error	12				
Total	19				
Media		4233,3 Kg/ha	6375 Kg/ha	3100 Kg/ha	13700 Kg/ha
C.V.		15,82 %	12,93 %	26,74 %	12,80 %

**Nota:** ns= No significativo; \* = Significativo; \*\* = Altamente significativo

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para rendimiento (Tabla 19) se pudo obtener dos rangos, en la primera cosecha en la cual difieren entre sí T5 (Miconic dosis baja) y T1 (Testigo químico) siendo el rendimiento de este último mucho menor, en las siguientes cosechas T1 (Testigo química) obtuvo mejores resultados, por lo que el rendimiento total mostró medias que no tienen diferencias estadísticas entre sí.

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento en tres cosechas y total de Kg/ha obtenidos bajo el efecto de los tratamientos.

<u>Rendimiento cosecha 1</u>			<u>Rendimiento cosecha 2</u>		
Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.
(T5) Miconic dosis baja	4958Kg/ha	A	(T5) Miconic dosis baja	6983Kg/ha	A
(T4) Miconic dosis media	4375Kg/ha	AB	(T1) Testigo Químico	6900Kg/ha	A
(T2) Fosfito de potasio	4316Kg/ha	AB	(T3) Miconic dosis alta	6316Kg/ha	A
(T3) Miconic dosis alta	4208Kg/ha	AB	(T2) Fosfito de potasio	6025Kg/ha	A
(T1) Testigo Químico	3291Kg/ha	B	(T4) Miconic dosis media	5650Kg/ha	A
<u>Rendimiento cosecha 3</u>			<u>Rendimiento total</u>		
Tratamiento	Media	G.H.	Tratamiento	Media	G.H.
(T1) Testigo Químico	3442Kg/ha	A	(T5) Miconic dosis baja	14937,5Kg/ha	A
(T2) Fosfito de potasio	3333Kg/ha	A	(T3) Miconic dosis alta	13750,0Kg/ha	A
(T3) Miconic dosis alta	3233Kg/ha	A	(T2) Fosfito de potasio	13666,7Kg/ha	A
(T5) Miconic dosis baja	3000Kg/ha	A	(T1) Testigo Químico	13625,0Kg/ha	A
(T4) Miconic dosis media	2500Kg/ha	A	(T4) Miconic dosis media	12520,8Kg/ha	A

G.H.= Grupos homogéneos.

4.1.6. Relación Costo/Beneficio en el cultivo de arveja *Pisum sativum L.* bajo el efecto de los tratamientos en estudio.

En la Relación Costo/Beneficio (Tabla 20) se encontró que el T5 (Miconic dosis baja) obtiene un valor mayor en la relación con 2,52 dólares obtenidos por cada dólar invertido, seguido por T3 (Miconic dosis alta) con una relación de 2,21, T1 (Testigo Químico) con un valor de 2,19, T2 (Fosfito de potasio) con 2,18 dólares por cada dólar invertido y el tratamiento que menor relación Costo/Beneficio presentó en el experimento fue el T4 (Miconic dosis media) con 1,93 dólares obtenidos por cada dólar gastado.

Tabla 20. *Relación Costo/Beneficio de los tratamientos*

Tratamientos	Costos /tratamiento (\$)	Kg/ha	Venta (\$)	Utilidad (\$)	Costo /Beneficio
(T1) Testigo Químico	3618,42	13625,0	11560,61	7942,19	2,19
(T2) Fosfito de potasio	3641,16	13666,7	11595,96	7954,80	2,18
(T3) Miconic dosis alta	3636,30	13750,0	11666,67	8030,37	2,21
(T4) Miconic dosis media	3620,46	12520,8	10623,74	7003,28	1,93
(T5) Miconic dosis baja	3604,62	14937,5	12674,24	9069,62	2,52

**Nota:** Kg/ha = Kilogramos por hectárea.

## 4.2. DISCUSIÓN

Las variables altura de planta y diámetro de tallo no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, similares resultados fueron obtenidos por Delgado (2014), Cangas (2017), Tipaz (2014) y Trigos (2019). Dichos resultados se deberían a que los inductores de resistencia no son formadores de tejido como tal, por lo que no influyen directamente en el desarrollo de la planta.

Para la incidencia los tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí, siendo el tratamiento T1 (testigo químico) el primero en tener un 100% de incidencia en contraste con las distintas dosis del bioactivador las cuales reaccionaron de manera favorable impidiendo la proliferación de la enfermedad, esto fue explicado por Núñez (2015), el cual establece que el bioactivador de resistencia genética en plantas (Miconic) promueve la expresión del gen PR-2 (pathogenesis-related) mismo que está relacionado en la respuesta defensiva de las plantas ante la presencia de un patógeno.

Por otra parte, la incidencia tan alta mostrada por el testigo químico se debe según Martínez y Guzmán (2011), a que un buen control químico requiere del uso racional y variado de plaguicidas para evitar la generación de resistencia por parte del patógeno, es así que el haber usado a Benomil en el testigo químico como único fungicida durante la investigación influyó en la proliferación del hongo en este tratamiento.

En cuanto a la incidencia en fruto (vaina verde) se encontró que los niveles más bajos de presencia de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. se dieron en T3 (Miconic dosis alta) y T1 (Testigo químico) efecto que se debería a que según Núñez (2015), “Miconic parece poseer un modo de acción que se prolonga en el tiempo en función de la concentración” (p. 22) y el testigo químico (Benomil) tendría mayor duración residual pues según Terralia (2018), se degrada lentamente en el suelo; la vida media de los residuos que contienen bencimidazol es de unos 3-6 meses en césped en situación vegetativa, y de unos 6-12 meses en suelo desnudo. Se lixivia o se arrastra muy poco, incluso en condiciones extremas. Por el contrario, los efectos de los otros tratamientos disminuyeron con el tiempo por cuanto la enfermedad afectó un poco tanto más a la vaina todo esto sin que haya diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

La variable severidad dio como resultado en la prueba de Chi-cuadrado un valor de p no significativo es decir no hay una interacción entre la severidad y los tratamientos aplicados, T2 (fosfito de potasio) y T1 (testigo químico) mostraron una tendencia a ser los más afectados por la enfermedad, similares resultados encontró Trigos (2019) al probar fungicidas químicos y orgánicos contra antracnosis, por el contrario Delgado (2014) si pudo encontrar diferencias a los 90dds debido al uso de un testigo absoluto lo cual no se realizó en esta investigación.

De los resultados anteriores se puede inferir que el bioactivador de resistencias (Miconic) actúa controlando la antracnosis *Ascochyta pisi* Lib. de manera similar a los tratamientos químicos convencionales como mencionan Ramírez, Castaño, Villegas y Aristizábal (2018), existe un comportamiento comparable entre tratamientos químicos e inductores de resistencia en la eficiencia para el control de enfermedades fúngicas, ya que como encontró Núñez (2015), en las plantas que son tratadas con el bioactivador de resistencia genética (Miconic) disminuyó el área foliar afectada por hongos por la aparición de proteínas que inducen la defensa propia de las plantas.

El rendimiento tuvo una media de 13700 Kg/ha que es mayor al rendimiento registrado en la bibliografía puesto que Fenalce (2016) promedia en 8000 Kg/ha el rendimiento de arveja de crecimiento indeterminado, aun así, Delgado (2014) obtuvo 15000 Kg/ha como rendimiento medio lo cual se debió a la mayor densidad de siembra usado para su ensayo por el contrario Tipaz (2014) obtuvo un rendimiento de 9214 Kg/ha, por lo cual se asume que el rendimiento que se obtuvo en la presente investigación es bueno.

Además, todos los tratamientos tuvieron un rendimiento total muy similar en el que T5 (Miconic dosis baja) sobresalió posiblemente esto se deba a que la aplicación del producto en bajas dosis durante etapas tempranas le permita a la planta generar defensas a corto plazo y a su vez no sufrir el estrés que implica la aplicación de los demás tratamientos. Laredo, Martínez, Guillen y Hernández (2017) mencionan que todo producto usado con el fin de controlar o prevenir la aparición de enfermedades fúngicas causan cierto estrés en la planta sin que este llegue a convertirse en toxicidad.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

Tanto el fosfito de potasio como el bioactivador de resistencias (Miconic) son alternativas viables para la prevención de *Ascochyta pisi lib.* en el cultivo de arveja y son compatibles con los métodos utilizados por el agricultor.

Los tratamientos aplicados no tienen un efecto notable sobre la altura de planta y diámetro de tallo de arveja *Pisum sativum L.*

Los tratamientos con distintas dosis del bioactivador (Miconic) mostraron un efecto positivo sobre severidad e incidencia de antracnosis *Pisum sativum L.*

En las etapas tempranas de cultivo la dosis media (1,5ml/l) del bioactivador de resistencias (Miconic) fue la más eficiente al controlar la antracnosis *Ascochyta pisi lib.* en la planta de arveja *Pisum sativum L.* con 78% de incidencia en planta a los 120 dds.

Al final del cultivo la dosis alta (2ml/l) del bioactivador de resistencias (Miconic) fue la más eficiente para la prevención de antracnosis *Ascochyta pisi lib.* en el fruto de arveja *Pisum sativum L.*, con 3,68% de incidencia en fruto.

El rendimiento de arveja *Pisum sativum L.* no tuvo diferencias estadísticas significativas por lo cual se puede afirmar que el control de antracnosis *Ascochyta pisi lib.* con métodos alternativos es tan viable para la producción de arveja *Pisum sativum L.* como los métodos de control convencionales con agroquímicos.

La relación Costo/Beneficio fue favorecedora en todos los tratamientos con mínimas diferencias siendo T5 (Miconic dosis baja) el mejor en esta variable con una relación de 2,52 dólares obtenidos por cada dólar de inversión.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar el bioactivador de resistencia genética en plantas (Miconic) en su dosis media (1,5ml/l) en la fase vegetativa y alta (2ml/l) en la fase reproductiva con una frecuencia de cuatro aplicaciones cada quince días en la fase vegetativa, tres aplicaciones cada 15 días en la fase reproductiva y una aplicación final después de la primera cosecha para mejorar su efecto preventivo ante antracnosis *Ascochyta pisi Lib.* en el cultivo de arveja *Pisum sativum L.*

Continuar realizando investigaciones con bioactivadores e inductores de resistencias en diferentes cultivos de la zona para despertar el interés de los agricultores en alternativas más sustentables para el control de fitopatógenos.

El bioactivador de resistencia genética en plantas y el fosfito de potasio tienen muy buenos resultados en el control de antracnosis *Ascochyta pisi lib.* por lo cual se recomienda su uso preventivo y la aplicación de fungicidas de síntesis química solo como última opción.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrios, G. (2010). *Fitopatología*. México, México: Limusa.

AgroAtlas. (2009). «*Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds*». Recuperado el 12 de diciembre de 2018, de Project «Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds»: [http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Fabacee/Fabacee\\_Ascochyta\\_pisi/](http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Fabacee/Fabacee_Ascochyta_pisi/)

Basantes, E. (junio de 2015). Manejo de Cultivos Andinos del Ecuador. (D. Andrade Aguirre, Ed.) Sangolquí, Pichincha, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo%20Cultivos%20Ecuador.pdf>

Cangas, K. (2017). *Efectos de la aplicación de fungicidas elicitores químicos y biológicos en el control de mildiu veloso (peronospora sp) en dos variedades de arveja (pisum sativum l.), en la zona de canchaguano, cantón Montufar, Provincia del Carchi* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, El Ángel, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3225>

Casca, Á. (2005). *El Cultivo de la Arveja (Pisum sativum) 2*. Costa Rica : PROMOSTA.

DANE. (2015). *El cultivo de arveja en Colombia*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Recuperado de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos31\\_mar\\_2015.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf)

De Bernardi, L. (2016). *Informe de arveja*. Subsecretaría de Mercados Agropecuarios . Recuperado de [agroindustria.gob.ar](https://agroindustria.gob.ar): [https://agroindustria.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/informe\\_arvejas\\_2016\\_mayo.pdf](https://agroindustria.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/informe_arvejas_2016_mayo.pdf)

- De Bernardi, L. (2017). *Perfil de las arvejas*. Recuperado de [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/areas/regionales/\\_archivos/000030\\_Informes/000040\\_Legumbres/000012\\_Perfil%20de%20las%20Arvejas%20-%202017.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/_archivos/000030_Informes/000040_Legumbres/000012_Perfil%20de%20las%20Arvejas%20-%202017.pdf)
- Delgado, C. (2014). *Efecto del ácido acetilsalicílico para activación de defensas en el cultivo de arveja (Pisum sativum), en el sector de Chapués, cantón Tulcán, Carchi – Ecuador* (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Estatal de Carchi, Tulcán, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/240>
- FENALCE. (2006). *El cultivo de arveja en Colombia*. Bogotá, D. C.: Produmedios.
- Flores, C. (2016). *La Contaminación Agrícola por el uso de Agroquímicos y su Consecuencia Jurídica en relación a la Soberanía Alimentaria y al Derecho al Buen Vivir en la Comunidad de San Joaquín de la Parroquia Cuellaje, del Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura*. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8042>
- García, A. (2012). *Efecto de las aplicaciones de fósforo y potasio sobre la producción de grano y la presencia de Ascochyta pisi en arveja*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/105>
- Goites, E. (2008). *Manual de Cultivos para la Huerta Orgánica Familiar*. Buenos Aires: INCLUIR. Recuperado de [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual\\_de\\_cultivos\\_para\\_la\\_huerta\\_organica\\_familiar\\_.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_.pdf)
- Gómez, D. y Reis, E. (2011). Inductores abióticos de resistencia contra fitopatógenos. *Química Viva*, 10(1), 6-17.
- Herbarium, B. U. (2019). Brown University Herbarium. Recuperado de Brown University Herbarium: <https://www.gbif.org/occurrence/2013963693>

- ITIS, (2011). *Taxonomy and nomenclature, Pisum sativum L.* Integrated Taxonomic Information System. Recuperado de [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:P\\_0JbLxHF\\_kJ:https://www.itis](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:P_0JbLxHF_kJ:https://www.itis).iti
- Manvert. (2012). *Manvert*. Recuperado el 2 de febrero de 2018, de Manvert: <https://www.manvert.com/product/manvert-miconic-intl/>
- Martínez, I., y Guzmán, M. (2011). *Guía básica para la preparación de mezclas, uso de fungicidas y calibración de motobombas utilizadas en el combate de la Sigatoka negra*. CORBANA, Dirección de Investigaciones sección de Fitopatología. Recuperado de <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-corbana/HOJA%20DIVULGATIVA%20Nb0%203-2011%20-MEZCLAS%20FUNGICIDAS.pdf>
- Melgarejo, P., García-Jiménez, J., Jordá, M., López, M., Andrés, M. y Durán-Vila, N. (2010). *Patógenos de las plantas descritos en España* (2 ed.). España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Molina, A., y Rodríguez, P. (2008). Resistencia Sistémica Inducida: ¿Una herramienta bioecológica? *II Conferencia internacional sobre Eco-biología del suelo y el compost*, (págs. 426-429). Puerto de la Cruz. Recuperado de [http://www.soilace.com/pdf/pon2008/d28/Cas/20\\_PRodriguezPalenzuela.pdf](http://www.soilace.com/pdf/pon2008/d28/Cas/20_PRodriguezPalenzuela.pdf)
- Núñez, H. (2015). *Evaluación de Miconic y otros productos comerciales en la resistencia de tomate a distintos patógenos fúngicos* (tesis de maestría). Universidade da Coruña, Coruña. Recuperado de <http://hdl.handle.net/2183/14167>

- Laredo, E., Martínez, J., Guillen, L. y Hernández, F. (2017). Aplicación de ácido jasmónico como inductor de resistencia vegetal frente a patógenos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(3), 673-683. doi: 10.29312/remexca.v8i3.40
- Pabón Lafuente, W. G. y Cuásquer Arcos, F. J. (2012). *Alternativas De Control Fitosanitario En Tres Variedades de Arveja (Pisum Sativum L) Con El Uso De Biofertilizantes (Rhizobium Y Micorrizas), Silicio Y Pesticidas En Bolívar-Carchi* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/794>
- Palazon, P. (2015). Bioestimulantes e inductores de resistencia en el control de enfermedades de madera. [pdf] Recuperado de *04\_Pedro\_Palazon\_Presentacion\_2.pdf*.
- Peralta, E. (2010). *Manual Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas*. Quito: Iniap-Pronaleg-Ga. Recuperado de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/Images/Documentos/Manual%20frejol%20y%20legumin%202010.pdf>
- Peralta, E., Murillo, Á., Manzón, N., Pinzón, J. y Villacrés, E. (2013). *Manual agrícola de frejol y otras leguminosas: Cultivos, variedades, costos de producción*. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, 2013. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2705>
- Pinto, M. (2013). *El cultivo de la arveja y el clima en Ecuador*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/135561562/El-Cultivo-de-La-Arveja-y-El-Clima-en-El-Ecuador-11-3-2013>

- Ramírez, C., Castaño, J., Villegas, B. y Aristizábal, M. (2018). Efecto de inductores de resistencia sobre las sigatokas negra (*Mycosphaerella fijiensis* morelet) y amarilla (*Mycosphaerella musicola* leach) en plátano. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación*, 15(2), 363-371. Recuperado de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/836>
- Romero, M., Ramírez, A., Pulido, S., Ubaque, H., Fuentes, L., Gómez, S., . . . Prieto, G. (2003). *Producción ecológica certificada de hortalizas de clima frío*. Bogotá, Colombia: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Recuperado de [https://www.utadeo.edu.co/files/node/publication/field\\_attached\\_file/pdf-produccion\\_ecologica\\_certificada\\_-\\_11-15.pdf](https://www.utadeo.edu.co/files/node/publication/field_attached_file/pdf-produccion_ecologica_certificada_-_11-15.pdf)
- Terralia. (2018). *Terralia*. Recuperado el 14 de noviembre de 2018, Recuperado de Terralia: [http://www.terralia.com/agroquimicos\\_de\\_mexico/view\\_composition?composition\\_id=12888](http://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?composition_id=12888)
- Tipaz, C. (2014). *Evaluación de tratamientos químicos más Fosfito de calcio para el control de antracnosis (*Ascochyta pisi*) en cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el Cantón Huaca* (tesis de pregrado). Tulcán. Recuperado de <http://181.198.77.143/handle/123456789/241>
- Trigoso, L. (2019). *Control de funjosis de arveja (*Pisum sativum* L.), con productos orgánicos y productos químicos* (tesis de pregrado). Cajamarca. Recuperado de <http://190.116.36.86/handle/UNC/3464>
- Valencia , A., Timaná , Y., & Checa , O. (2012). Evaluacion de 20 lineas de arveja (*Pisum sativum* L.) y su reacción al complejo de ascochyta. *Revista de Ciencias Agricolas*, 29(2), 39-52. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104146>

Yáñez-Juárez, M., López-Orona, C., Ayala-Tafoya, F., Partida-Ruvalcaba, L., Velázquez-Alcaraz, T. y Medina-López, R. (2018). Los fosfitos como alternativa para el manejo de problemas fitopatológicos. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1), 79-94. doi: 10.18781/r.mex.fit.1710-7

V. ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL

CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

**ACTA**

DE LA SUSTENTACIÓN DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIANTE:	Brayan Armando Sanchez Arteaga	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401867206
NIVEL/PARALELO:	8° "A"	PERIODO ACADÉMICO:	octubre 2017-febrero 2018
DOCENTE TUTOR:	MSC. Segundo Ramiro Mora Quillismal	DOCENTE LECTOR:	PhD. Judith Josefina García Bolívar
TEMA DE INVESTIGACIÓN:	Evaluación de un bioactivador de resistencias como tratamiento preventivo contra antracnosis. <i>Ascochyta pisi</i> Lib. en arveja <i>Pisum sativum</i> L. de crecimiento indeterminado en el Centro Experimental San Francisco Carchi-Ecuador.		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cualitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	El problema	8,00	0,00
2	Fundamentación Teórica	8,00	0,00
3	Metodología	8,00	0,00
4	Referencias bibliográficas	8,00	0,00
5	Defensa, argumentación y vocabulario profesional	8,00	0,00
6	Formato del informe de investigación	8,00	0,00
7	Redacción, estilo, ortografía y formato APA	8,00	0,00
8	Calidad y organización de la información	8,00	0,00

Obteniendo una nota de: **8,00** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 15 De la aprobación del Plan de Investigación. - Literal d).- El estudiante tendrá 20 días laborables contados a partir de la fecha de sustentación del plan; para presentar el Plan de Investigación REFORMADO en la Secretaría de Carrera, para ser revisado y aprobado por el Tutor y el Lector quienes presentarán en el plazo de 7 días laborables un informe cuall-cuantitativo del proyecto del plan de investigación puesto en su conocimiento. De igual manera registrarán una nota individualizada del proceso de evaluación del plan al director Carrera. El estudiante deberá obtener una nota mínima promediada entre las notas del Tutor y Lector, de 7/ 10 para ser considerado como aprobado el plan de investigación. En la guía metodológica se encontrarán las matrices y rúbricas para la evaluación.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **martes, 6 de febrero de 2018**

  
 MSC. Segundo Ramiro Mora Quillismal  
 DOCENTE TUTOR

  
 PhD. Judith Josefina García Bolívar  
 DOCENTE LECTOR

Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.**

**Autor: Brayan Armando Sánchez Arteaga**

Fecha de recepción del abstract: 15 de noviembre de 2019

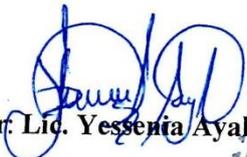
Fecha de entrega del informe: 22 de noviembre de 2019

El presente informe validará la traducción del texto presentado, del idioma español al inglés, si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción **no** está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de **9** por lo que se valida el presente trabajo.

Evaluador:   
**Lic. Yessenia Ayala**  
**DOCENTE – CIDEN**



Anexo 3: Costos de producción para el cultivo de arveja *Pisum sativum L.*

COSTOS DE PRODUCCIÓN EN 1140 m2					
Cultivo: Arveja <i>Pisum sativum L.</i>			Sistema: Semi tecnificado		
Ciudad: Tulcán			Parroquia: Santa Martha de Cuba		
Responsable: Brayan Armando Sánchez Arteaga			Fecha: Febrero 2019		
Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario	Total	%
1.-Preparacion de suelo	0,5	horas	60	30	
				30	6,87
2.- Costos directos					
Mano de obra :					
Surcado	1	Jornal	14	14	
Siembra	2	Jornal	14	28	
Deshierbas	1	Jornal	14	14	
Fertilizacon / aporque	1	Jornal	14	14	
Tutoraro	2	Jornal	14	28	
fumigacion	1	Jornal	17	17	
Cosecha	3	Jornal	15	45	
				160	36,65
3.-Materiales directos:					
Semilla	10	Kg	2,5	25	
Postes	300	Unidad	0,25	75	
Fibra	8	cono	5	40	
Costales	14	unidad	0,6	8,4	
				148,4	34,00
fertilizacion:					
DAP (18-46-00)	65	Kg	0,62	40,3	
Calcio Boro	1	L	10,4	10,4	
				50,7	11,61
Fitosanitarios:					
Benomil	216	g	0,024	5,184	
Miconic	0,414	L	39,25	16,2495	
Fosfito Potásico	0,72	L	10,8	7,776	
Yoga (Abamectina 1.8%)	0,1368	L	60	8,208	
Lorsban (Chlorpyrifos 450g/l)	0,456	L	18	8,208	
Fijafix	100	ml	0,018	1,8	
				47,4255	10,86
Total Costos Tratamiento 1				412,50	100
Total Costos Tratamiento 2				415,09	
Total Costos Tratamiento 3				414,54	
Total Costos Tratamiento 4				412,73	
Total Costos Tratamiento 5				410,93	

COSTOS DE PRODUCCIÓN EN 1 HÉTAREA					
Cultivo: Arveja Pisum sativum L.			Sistema: Semi tecnificado		
Ciudad: Tulcán			Parroquia: Santa Martha de Cuba		
Responsable: Brayan Armando Sánchez Arteaga			Fecha: Febrero 2019		
Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario	Total	%
1.-Preparacion de suelo	4,39	horas	60,00	263,16	
				263,16	6,87
2.- Costos directos					
Mano de obra :					
Surcado	8,77	Jornal	14,00	122,81	
Siembra	17,54	Jornal	14,00	245,61	
Deshierbas	8,77	Jornal	14,00	122,81	
Fertilizacon / aporque	8,77	Jornal	14,00	122,81	
Tutoraro	17,54	Jornal	14,00	245,61	
fumigacion	8,77	Jornal	17,00	149,12	
Cosecha	26,32	Jornal	15,00	394,74	
				1403,51	36,65
3.-Materiales directos:					
Semilla	87,72	Kg	2,50	219,30	
Postes	2631,58	poste	0,25	657,89	
Fibra	70,18	cono	5,00	350,88	
Costales	122,81	unidad	0,60	73,68	
				1301,75	34,00
fertilizacion:					
DAP (18-46-00)	570,18	Kg	0,62	353,51	
Calcio Boro	8,77	L	10,40	91,23	
				444,74	11,61
Fitosanitarios:					
Benomil	1894,74	g	0,02	45,47	
Miconic	3,63	L	39,25	142,54	
Fosfito Potásico	6,32	L	10,80	68,21	
Yoga (Abamectina 1.8%)	1,20	L	60,00	72,00	
Lorsban (Chlorpyrifos 450g/l)	4,00	L	18,00	72,00	
Fijafix	877,19	ml	0,02	15,79	
				416,01	10,86
Total Costos Tratamiento 1				3618,42	100
Total Costos Tratamiento 2				3641,16	
Total Costos Tratamiento 3				3636,30	
Total Costos Tratamiento 4				3620,46	
Total Costos Tratamiento 5				3604,62	



*Figura 6.* Preparación de suelo para la implantación del experimento en campo.



*Figura 7.* Surcado para la implantación del experimento en campo.



*Figura 8.* Siembra de arveja *Pisum sativum L.*



*Figura 9.* Aplicación de tratamientos en el ensayo.



Figura 10. Recolección de datos de las variables altura de planta y diámetro de tallo.



Figura 11. Observaciones de incidencia y severidad de antracnosis *Ascochyta pisi* Lib.



*Figura 12.* Evaluación de rendimiento mediante el pesaje de arveja verde en vaina.



*Figura 13.* Selección de vainas enfermas.