



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**“EFECTO DEL PRETRATAMIENTO DE SEMILLAS CON CALOR SECO,  
PARA EL CONTROL DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum acutatum*) Y EN  
EL RENDIMIENTO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*)”**

**AUTOR: BRACHO GUAMANÍ, KATTY CAROLINA**

**DIRECTOR: FALCONÍ SAÁ, CÉSAR EDUARDO PhD.**

**SANGOLQUÍ**

**2019**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, *“EFECTO DEL PRETRATAMIENTO DE SEMILLAS CON CALOR SECO, PARA EL CONTROL DE ANTRACNOSIS (Colletotrichum acutatum) Y EN EL RENDIMIENTO DE CHOCHO (Lupinus mutabilis)”* fue realizado por la señorita *Bracho Guamaní, Katty Carolina* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 29 de Enero del 2019

**PhD. César Falconí**

C.C: 0601556459



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, *Bracho Guamaní, Katty Carolina*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: “*Efecto del pretratamiento de semillas con calor seco, para el control de antracnosis (Colletotrichum acutatum) y en el rendimiento de chocho (Lupinus mutabilis)*” es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciado las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

**Sangolquí, 29 de Enero del 2019**

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Katty Carolina Bracho', is written over a horizontal dotted line.

**Katty Carolina Bracho Guamaní**

C.C 1723439061



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, *Bracho Guamaní, Katy Carolina* autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: *“Efecto del pretratamiento de semillas con calor seco, para el control de antracnosis (Colletotrichum acutatum) y en el rendimiento de chocho (Lupinus mutabilis)”* en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Sangolquí, 29 de Enero del 2019**

.....  


**Katy Carolina Bracho Guamaní**

C.C 1723439061

## **DEDICATORIA**

A mi abuelito Gerardo Bracho que siempre fue mi inspiración.

Este trabajo lo dedico a mis padres por su esfuerzo y apoyo incondicional,

A mis hermanos Richard, Sebastián y Anita que son un pilar importante en la familia.

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer al Doctor César Falconí por haberme permitido realizar el proyecto de investigación, gracias por ser paciente conmigo, por haber compartido todos sus conocimientos y experiencias, por ser un maestro ejemplar y gracias por todo su apoyo a lo largo de la investigación.

Agradezco a mis padres, Lucia y Jhonson por el esfuerzo que realizan cada día, por ser unos padres ejemplares, gracias por todo lo que han hecho por mí a lo largo de mi vida universitaria sé que no fue fácil pero sé que se sienten orgullosos de mí, les agradezco mucho por haberme permitido estudiar lo que me apasiona.

Agradezco mis amigos Vale, Mayrita, Homero, Yordy, Cris, Leo, Liz Mantilla, Lis Molina, Marilyn, Patty porque siempre estuvieron ahí cuando más lo necesitaba, por ser esos amigos incondicionales, son los mejores amigos los quiero a cada uno de ustedes, gracias por compartir su amistad conmigo, siempre estuvieron ahí apoyándome y eso agradezco mucho, gracias amigos por cada momento que hemos vivido juntos por cada risa, llanto por estar ahí en los peores momentos y saber que siempre puedo contar con ustedes. Somos los mejores y estoy muy feliz que sean mis amigos. GRACIAS POR SU AMISTAD. Siempre seremos una familia. Los quiero.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### CARÁTULA

<b>CERTIFICADO DEL DIRECTOR.....</b>	<b>i</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORIZACIÓN.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Planteamiento del problema .....	4
1.3.1 El problema .....	4
1.3.2 Los efectos.....	5
1.3.3 Las causas .....	6
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	7
1.5 Hipótesis.....	7

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	Cultivo de Chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) .....	8
2.1.1	Origen.....	8
2.1.2	Descripción Botánica .....	8
2.1.3	Clasificación taxonómica .....	9
2.1.4	Requerimientos del cultivo.....	10
2.1.5	Etapas fenológicas del cultivo .....	10
2.1.6	Genotipo / Línea de mejora.....	11
2.1.6.1	Línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415).....	11
2.1.6.2	Genotipo INIAP – 450 Andino .....	11
2.1.7	Principales enfermedades .....	11
2.2	Antracnosis.....	12
2.2.1	Generalidades.....	12
2.2.2	Clasificación taxonómica .....	12
2.2.3	Síntomas.....	12
2.2.4	Ciclo de vida.....	13
2.3	Tratamientos físicos de desinfección .....	14
2.3.1	Agua caliente.....	15
2.3.2	Vapor.....	15
2.3.3	Solarización.....	15
2.3.4	Calor seco .....	15

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Ubicación del lugar de investigación .....	17
3.1.1	Ubicación Política.....	17
3.1.2	Ubicación Geográfica.....	17
3.1.3	Ubicación Ecológica .....	18
3.2	Materiales .....	18
3.2.1	Materiales de campo.....	18
3.2.2	Materiales, equipo y reactivos de laboratorio .....	18
3.3	Método .....	18
3.3.1	Selección de semilla .....	18
3.3.2	Porcentaje de humedad .....	19
3.3.3	Aplicación de los tratamientos.....	19
3.3.4	Fase de campo .....	19
3.3.5	Fase de laboratorio .....	22
3.3.6	Diseño Experimental.....	22
3.3.6.1	Tipo de Diseño .....	22
3.3.6.2	Factores y Tratamientos .....	22
3.3.6.3	Repeticiones o bloques.....	23
3.3.6.4	Características de la unidad experimental .....	24
3.3.6.5	Croquis del Diseño .....	24
3.3.7	Análisis estadístico .....	25
3.3.7.1	Esquema del análisis de varianza .....	25
3.3.7.2	Análisis funcional.....	26

3.3.8	Variables de estudio .....	26
3.3.8.1	Porcentaje de humedad.....	26
3.3.8.2	Porcentaje de emergencia.....	26
3.3.8.3	Severidad.....	26
3.3.8.4	Número de vainas por planta.....	26
3.3.8.5	Número de semillas por vaina.....	27
3.3.8.6	Semilla no comercial.....	27
3.3.8.7	Rendimiento de semilla por hectárea .....	27
3.3.8.8	Porcentaje de germinación de semilla cosechada (Laboratorio).....	27
3.3.8.9	Porcentaje de infección en semilla cosechada (Laboratorio).....	27

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Resultados .....	28
4.1.1	Contenido de humedad en las semillas tratadas .....	28
4.1.2	Porcentaje de emergencia de la semilla de chocho bajo invernadero.....	28
4.1.3	Efecto del pretratamiento de la semilla de chocho con calor seco en la severidad de <i>Colletotrichum acutatum</i> en planta.....	29
4.1.4	Efecto del pretratamiento de semilla de chocho con calor seco en el número de vainas por planta.....	29
4.1.5	Efecto del pretratamiento con calor seco en el número de semillas por vaina.....	31
4.1.6	Efecto del pretratamiento de semilla de chocho con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en el porcentaje de semilla no comercial .....	31
4.1.7	Efecto del pretratamiento de semillas de chocho con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en el rendimiento (Tn.ha <sup>-1</sup> ) .....	32
4.1.8	Porcentaje de germinación en semillas de chocho cosechada (Laboratorio).....	33

4.1.9 Porcentaje de infección en semillas de chocho cosechada (Laboratorio)..... 33

4.2 Discusión.....34

**CAPÍTULO V**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones .....38

5.2 Recomendaciones.....39

5.3 Bibliografía.....40

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Factores de estudio</i> .....	22
<b>Tabla 2</b> <i>Tratamientos de estudio a distribuirse en campo</i> .....	23
<b>Tabla 3</b> <i>Características de la unidad experimental</i> .....	24
<b>Tabla 4</b> <i>Análisis de varianza con fuentes de variación y grados de libertad</i> .....	25
<b>Tabla 5</b> <i>Porcentaje de semilla no comercial del genotipo INIAP – 450 Andino pretratadas con calor seco a 70° C por 45 y 60 minutos</i> .....	31
<b>Tabla 6</b> <i>Porcentaje de semilla no comercial de la línea F3- (ECU 2658 X ECU 8415) pretratadas con calor seco a 70 °C por 45 y 60 min</i> .....	32
<b>Tabla 7</b> <i>Porcentaje de germinación de semilla de chocho cosechada del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (Ecu 2658 X Ecu 8415), en laboratorio</i> .....	33

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Síntomas de la antracnosis en chocho .....	13
<b>Figura 2</b> Fotografía del lugar de investigación .....	17
<b>Figura 3</b> Escala de severidad de antracnosis .....	21
<b>Figura 4</b> Distribución en campo del experimento .....	24
<b>Figura 5</b> Contenido de humedad en semillas pretratadas del genotipo INIAP – 450 Andino y de la línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415).....	28
<b>Figura 6</b> Porcentaje de emergencia de la semilla de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) pretratadas con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos bajo invernadero. ....	29
<b>Figura 7</b> Efecto del pretratamiento de semilla de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en la severidad de <i>C. acutatum</i> luego de 120 días de la siembra.....	30
<b>Figura 8</b> Efecto del pretratamiento de semilla de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en el número de vainas por planta. ....	30
<b>Figura 9</b> Efecto del pretratamiento de semilla de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en el número de semilla por vaina. ....	31
<b>Figura 10</b> Efecto del pretratamiento de semilla con calor seco a 70°C por 45 y 60 min del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) en el rendimiento ( $Tn \cdot ha^{-1}$ ). ....	32

<b>Figura 11</b> Porcentaje de infección de semillas de chocho cosechada del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) pretratadas con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos condiciones diferentes en laboratorio.....	34
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto del pretratamiento de la semilla de chocho con calor seco (70°C) por 45 y 60 minutos con el objetivo de controlar la presencia de antracnosis y su efecto en el posterior rendimiento del cultivo de chocho. La semilla de chocho utilizada en el experimento fue el genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415), para el diseño experimental se aplicó un DCA (Diseño Completamente al Azar). Al pretratar la semilla con calor seco disminuyó el porcentaje de infección por antracnosis en comparación con la semilla sin tratar por lo tanto el porcentaje de emergencia (invernadero) y germinación (laboratorio) no se vio afectada. Las características agronómicas del cultivo como el número de vainas por planta y semilla por vaina no presentaron una diferencia significativa entre tratamiento. Para el porcentaje de semillas no comercial se ve reducida en la semilla pretratada del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) y su rendimiento fue mayor en relación con la semilla sin tratar. Debido a la eficiencia del calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos para el control de la antracnosis y el alto rendimiento se concluye que es un método amigable con el medio ambiente, innovador y satisfactorio.

### PALABRAS CLAVE

- CALOR SECO
- ANTRANOSIS
- CHOCHO
- INFECCIÓN
- RENDIMIENTO

## ABSTRACT

In the present investigation, the effect of the pretreatment of the lupine seed with dry heat (70 ° C) for 45 and 60 minutes was evaluated in order to control the presence of anthracnose and its effect on the subsequent yield of the lupine culture. The chop seed used in the experiment was the genotype INIAP - 450 Andino and line F3 - (ECU 2658 X ECU 8415), for the experimental design a DCA (Completely Randomized Design) was applied. When pre-treating the seed with dry heat, the percentage of anthracnose infection decreased compared with the untreated seed, therefore the percentage of emergence (greenhouse) and germination (laboratory) was not affected. The agronomic characteristics of the crop, such as the number of pods per plant and seed per pod, did not show a significant difference between treatments. The percentage of non-commercial seeds is reduced in the pre-treated seed of the genotype INIAP - 450 Andean and line F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) and its yield was higher in relation to the untreated seed. Due to the efficiency of dry heat at 70 ° C for 45 and 60 minutes for the control of anthracnose and high yield it is concluded that it is an environmentally friendly, innovative and satisfactory method

## KEYWORDS

- **DRY HEAT**
- **ANTHRANOSE**
- **LUPINE**
- **INFECTION**
- **YIELD**

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

El chocho es una leguminosa andina, encontrándose en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina cuya agroecología es muy importante debido a que su sistema radicular fija nitrógeno atmosférico por lo que mejora la fertilidad del suelo y es una alternativa de rotación de cultivos (Caicedo & Peralta, 2001).

El cultivo de chocho en Ecuador se localiza mayoritariamente en la Sierra, en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, Bolívar, Tungurahua Carchi e Imbabura. Según SICA (2002) y datos del III Censo Agropecuario Nacional (2002) se siembran 5,974 ha y se cosechan 3,921 ha con una pérdida de 2.053 ha (34%); probablemente debido a enfermedades y plagas.

Sus semillas es la principal fuente de alimentación nativa para la población de los Andes, debido al elevado contenido de proteína (50%), vitaminas, minerales y aceites. El mayor consumo es directamente en fresco o también preparado como harina para la elaboración de pan y pastas. (Caicedo & Peralta, 2001).

El chocho se cultiva en áreas secas o arenosas, con precipitaciones de 300 a 600 mm anuales, pero es muy susceptible a excesos de humedad (> a 1000 mm anuales), lo que con lleva a una serie de enfermedades tanto en la planta como en la semilla causando así la pérdida de la producción (Peralta, y otros, 2012). La planta es relativamente tolerante a enfermedades fungosas y plagas pero si sus condiciones ambientales son húmedas presenta problemas como pudriciones radiculares y enfermedades foliares.

En Ecuador se ha reportado algunos patógenos foliares que afectan el cultivo de chocho uno de los principales es la antracnosis, su agente causal es el hongo *Colletotrichum acutatum*, el cual se disemina principalmente por la semilla y si se presenta dentro del cultivo las esporas se diseminan por la lluvia, viento, insectos, herramientas agrícolas y otro medios.

Las semillas al estar infectadas con el hongo y sobre todo si estas se trasladan de un lugar a otro, las plantas que germinan a partir de estas semillas muestran los síntomas en las hojas iniciales y tallos e incluso se llega a que la planta muera.

La antracnosis se transmite a través de la semilla, por lo que es muy importante al momento de la selección de semillas se tome en cuenta la calidad, que sea buena y que provenga de áreas desfavorables para la enfermedad, es decir, de áreas secas y con poca lluvia.

La aplicación de fungicidas sintéticos en el cultivo de chocho no erradican al patógeno además que la utilización de estos productos con lleva a una serie de problemas como los riesgos en la salud humana, ambiental y provocando también la resistencia de la planta a enfermedades y plagas debido a los cambios metabólicos.

## **1.2 Justificación**

El chocho (*Lupinus mutabilis*) es una de las leguminosas de origen andino, que se desarrolla en valles templados y áreas alto andinas. Este grano se caracteriza por su contenido de proteína, grasa, carbohidratos, minerales y fibra lo que determina su valor e importancia en la alimentación humana, considerándolo así un producto estratégico para la soberanía alimentaria de los ecuatorianos. En Ecuador los granos andinos forman parte de los sistemas de producción, principalmente en la región sierra, ya que son cultivadas en asociación, intercaladas, en monocultivos o en rotación con otros cultivos (Peralta, y otros, 2012).

La producción por hectárea es de 200 a 300 kilogramos por lo tanto es muy baja, esto se debe a que no todos los productores tiene acceso a la tecnología y a una falta de desarrollo científico, capacitación y seguimiento técnico para mejorar la productividad y calidad. En Ecuador las principales comunidades que se dedican al cultivo del chocho son Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar y Cañar sin embargo, estos rendimientos no satisface las necesidades de este grano en nuestro país (Gipchocho., 2015).

Debido a esta situación y a que los productores prefieren vender la poca producción, sin aprovechar el valor nutricional del grano, se ha creado el proyecto científico “ Mejora de la cadena productiva del chocho en Ecuador” con el objetivo de impulsar el desarrollo sostenible de la producción del chocho esto con la ayuda de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, la Universidad de las Américas (UDLA) y la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) y con el financiamiento por parte de la Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT).

A través de este proyecto lo que se busca es implementar talleres y capacitaciones a los productores acerca de este grano, con la intención de que obtengan una semilla de calidad y la producción incremente, por lo que se ha realizado diferentes investigaciones con el fin de brindar nuevas tecnologías para el control de la antracnosis un problema muy serio en el cultivo de chocho.

Una de las nuevas tecnologías que se implementado para la reducción de antracnosis en el cultivo de chocho es el tratamiento de las semilla con calor seco este ayuda a reducir la infección de semillas por hongos.

Varios estudios han demostrado que el calor seco a una temperatura de 65°C reduce la infección causada por *Colletotrichum acutatum*, siendo este un método amigable con el medio

ambiente pero no se ha demostrado los rendimientos que se puede obtener al aplicar este tipo de tecnología, lo que incentiva la realización de este proyecto de investigación.

Los resultados que se obtendrían de este estudio permitirán que los pequeños agricultores conozcan que el método de calor seco para la desinfección de la semilla controla o no la antracnosis, si se obtuvieron rendimientos altos y si es rentable para el agricultor, esto con el fin de contribuir a un desarrollo sostenible del cultivo de chocho en Ecuador.

### **1.3 Planteamiento del problema**

#### **1.3.1 El problema**

*Colletotrichum acutatum* se caracteriza por provocar lesiones deprimidas de color oscuro y por producir el retorcimiento de peciolo y tallos (Falconí, 2012). Las semillas infectadas pueden estar malformadas y tener lesiones de color marrón, en la superficie de la semilla se presenta un micelio fúngico de color rosado y también pueden infectar sin mostrar síntomas (Thomas & Coutts, 2016). Esta enfermedad a nivel de campo puede provocar pérdidas de hasta un 100% de su totalidad de un cultivo establecido.

El uso de semillas limpias es ideal, por tanto la desinfección de las semillas es muy importante ya que así se reducirá la transmisión de la enfermedad, lo que con lleva al método tradicional que es la utilización de fungicidas a base de Thiram (Thomas G. , 2003), pero esto no erradica al patógeno además esto puede provocar la contaminación en el suelo y también una resistencia de los patógenos ante la elevada utilización de productos químicos.

Es por eso que existen diferentes avances tecnológicos que se han desarrollado en el cultivo de chocho para así reducir en un 100% la utilización de fungicidas para la desinfección de las semillas, sin embargo, estos avances no los conocen o practican todos los productores y el manejo

se enfoca en el uso de varios productos químicos con el fin de no perder la producción y controlar las enfermedades del cultivo, poniendo así en riesgo la salud humana, contaminación del medio ambiente y aumento de los costos de la producción.

La antracnosis es una enfermedad que se transmite de la semilla a la planta, lo que es muy importante seleccionar antes de la siembra una semilla de buena calidad ya que el uso de semillas de baja calidad aumenta la probabilidad de que la enfermedad se presente en las etapas de desarrollo del cultivo por lo que se ha desarrollado investigaciones para dar a conocer métodos eficientes para disminuir la presencia del hongo en la semilla.

Uno de los métodos sostenibles y eficientes es la aplicación de calor seco, en estudios previos se demuestra que este método disminuye la supervivencia del hongo, pero no se ha observado el efecto que tiene el calor seco en la semilla sobre las características agrónomicas y rendimiento del cultivo, variables que son muy importantes para el agricultor y para la decisión de el uso o no del calor seco como método de desinfección de la semilla y control de la enfermedad.

El uso de fungicidas para la desinfección de la semilla de chocho no reduce la transmisión de la enfermedad por lo que se ve afectado el cultivo en las etapas de desarrollo y por ende en el rendimiento del mismo.

### **1.3.2 Los efectos**

- Uso excesivo de productos químicos.
- Bajos rendimientos del cultivo.
- Daños al medio ambiente.
- Las condiciones de humedad relativa y temperatura conducen a la supervivencia del patógeno en el interior de la semilla.

- Disminución de la producción ya que esta enfermedad reduce el número de vainas, por ende el número de semillas.
- La seguridad alimentaria del Ecuador se vería afectada ya que poblaciones de escasos recursos se podrían beneficiarse con la producción de este cultivo y el consumo.

### **1.3.3 Las causas**

- Poco conocimiento de las nuevas prácticas amigables con el medio ambiente para la desinfección, como el calor seco.
- Uso de semillas de mala calidad debido a que la selección de la semilla por parte de los agricultores lo realizan de forma tradicional es decir que solo se guían por carácter fenotípico.
- La inexistencia de variedades resistentes a la antracnosis.
- El exceso de productos químicos en el cultivo a causado que el patógeno se vuelvan más resistente y además no se lo erradica de las semillas.
- Poca información sobre las nuevas tecnologías que pueden utilizarse en la desinfección de la semilla de chocho.
- Pocos estudios sobre el efecto de la desinfección de la semilla con calor seco sobre el rendimiento del cultivo.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Evaluar el pretratamiento de semillas de chocho expuestas a dos tiempos de 45 y 60 minutos en calor seco a 70 °C sobre la reducción de antracnosis y rendimiento del chocho.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de semillas pre tratadas con calor seco sobre la emergencia de las plántulas en invernadero.
- Determinar el efecto del calor seco (70 °C) por 45 y 60 minutos en el porcentaje de germinación de las semillas de chocho cosechadas de dos genotipos sembradas en laboratorio.
- Evaluar el efecto del pretratamiento con calor seco sobre la infección del patógeno en la semilla de chocho cosechado de dos genotipos sembradas en laboratorio.
- Determinar el rendimiento por hectárea para cada tratamiento.

### 1.5 Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** La exposición de la semilla chocho a calor seco durante 45 y 60 minutos a 70°C, disminuye la infección del patógeno e incrementa el rendimiento del cultivo.

**H<sub>1</sub>:** La exposición de la semilla de chocho a calor seco durante 45 y 60 minutos a 70°C, no disminuye la infección del patógeno y reduce el rendimiento del cultivo.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Cultivo de Chocho (*Lupinus mutabilis*)

##### 2.1.1 Origen

La cultura egipcia y andina hace por lo menos cuatro mil años, fueron los que por primera vez llegaron a domesticar y utilizar en su alimentación dos especies de *Lupinus*: en Egipto se utilizó el *Lupinus luteos* y mientras que en los Andes es el *Lupinus mutabilis*. Curiosamente las dos culturas sometieron a estas especies a un proceso de maceración y lavado, para eliminar los alcaloides antes de utilizarlas como alimento (Tapia M. , 2015).

*Lupinus mutabilis* ha recibido diferentes nombres: siendo similar al *Lupinus albus* se le conoce como altramuz en España, mientras que en Colombia, Ecuador y norte de Perú se lo denomina chocho. Se le denominó como chochos, por los primeros conquistadores españoles, por la similitud con el *Lupinus albus* originario del oriente.

El chocho es uno de los cultivos alimenticios que se han utilizado en la región andina por miles de años. Se dice que el cultivo de chocho comenzó aproximadamente entre 2200 y 2500 A.C., los Incas lo cultivaban en la zona de los Andes. Se han encontrado restos de semillas en las tumbas de la cultura Nazca (100 a 500 A.C.), las semillas presentaba un color negro, tenían de 5 a 7 mm de largo y de 4 a 5 mm ancho y un contenido proteico de 42% (Gross, 1982).

##### 2.1.2 Descripción Botánica

El chocho es una planta herbácea anual de crecimiento erecto y puede alcanzar una altura desde 0.8 m hasta los 2 metros. (Tapia & Fries, 2007). La raíz es pivotante y robusta y pueden alcanzar una profundidad de hasta 2 m, el tallo presenta color que varía de verde a gris – castaño

también se caracteriza por su vigor y tamaño (Caicedo & Peralta, 2001). Las hojas tienen forma de láminas de tipo digitado su inflorescencia es un racimo terminal de flores dispuestas en forma verticilada (Tapia & Fries, 2007). Es una especie autógena y de polinización cruzada. El fruto es una vaina pubescente alargada de 5 a 12 cm que contiene de 3 a 8 granos ovalados (Villacrés, Rubio, Egas, & Segovia, 2006).

### 2.1.3 Clasificación taxonómica

Según (Rivadeneira, 1999), la clasificación taxonómica es la siguiente:

- División : Espermatofita
- Sub-división : Angiosperma
- Clase : Dicotiledóneas
- Sub-clase : Arquiclamideas
- Orden : Rosales
- Familia : Leguminosae
- Sub-Familia : Papilionoideas
- Tribu : Genisteae
- Género : *Lupinus*
- Especie : *mutabilis*
- Nombre Científico : *Lupinus mutabilis* Sweet
- Nombre comunes : Chocho, tarwi,

#### 2.1.4 Requerimientos del cultivo

El cultivo de chocho tiene un fotoperíodo indiferente, es decir de días cortos, se lo cultivo en condiciones de secano a un altitud de 200 a 3850 msnm, requiere de ambientes relativamente secos es decir con precipitaciones de 300 a 600 mm anuales. La temperatura debe fluctuar entre 7 a 14 °C (Caicedo & Peralta, 2001). Las plantas de chocho se adaptan muy bien a suelos de textura gruesa y arenosa de laderas, crecen en suelos con pH mayor a 7.0 pero puede mostrar clorosis, situación que puede verse influenciado por la deficiencia de hierro (Tapia M. , 2015).

#### 2.1.5 Etapas fenológicas del cultivo

Las etapas fenológicas son las que determinan los diferentes estados vegetativos de la planta desde la siembra hasta la cosecha. Según Gross (1982) son las siguientes:

- **Emergencia:** Cuando los cotiledones emergen del suelo.
- **Cotiledonar:** los cotiledones empiezan a abrirse en forma horizontal a ambos lados, aparecen los primeros folíolos enrollados en el eje central.
- **Desarrollo:** Desde el apareamiento de hojas verdaderas hasta la presencia de la inflorescencia.
- **Floración:** Iniciación de apertura de flores.
- **Reproductivo:** Desde el inicio de la floración hasta la maduración completa de la vaina.
- **Envainamiento:** formación de vainas (2 cm de longitud).
- **Cosecha:** Maduración (grano seco).

## **2.1.6 Genotipo / Línea de mejora**

### **2.1.6.1 Línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415)**

Las plantas de la línea f3 presentan una altura de 1,40 m, un número de flores en eje central de 44, el número de granos por vaina es de tres, tiene un rendimiento de 119 kg. ha<sup>-1</sup> y un 46% de grano no comercial, tiene un 8% de humedad y 5,12 % de cenizas en la semilla de esta línea (Peralta & Caceres, 2008).

### **2.1.6.2 Genotipo INIAP – 450 Andino**

Esta variedad tiene un hábito de crecimiento herbáceo, precoz y tiene cierta susceptibilidad a plagas y enfermedades foliares y radicales. El grano es de calidad, tiene un diámetro mayor de 8 mm es de color crema y redondo, los días de cosecha es a los 167 a 225, tiene un rendimiento de 0,33 y 1,5 tn.ha<sup>-1</sup> y su época de siembra es diciembre a marzo (INIAP, 2015).

## **2.1.7 Principales enfermedades**

Las principales enfermedades foliares de chocho en la Sierra Ecuatoriana son: Antracnosis (*Colletotricum acutatum*), roya (*Uromyces lupini*), cercospora (*Cercospora spp.*), mancha anular (*Ovularia lupinicola*) y ascochyta (*Ascochyta spp.*).

Estas enfermedades se presentan en la etapa de floración o después. Es decir cuando los surcos se han cerrado por el crecimiento vegetativo de las plantas. Por efecto de la lluvia y humedad estas enfermedades se presentan de manera temprana (Peralta, y otros, 2012).

## 2.2 Antracnosis

### 2.2.1 Generalidades

La antracnosis es la principal enfermedad que afecta el establecimiento del cultivo, debido a que el patógeno se encuentra alojado en la semilla por lo que se trasmite a la planta presentando los primeros síntomas en la etapa de crecimiento vegetativo y floración, esta enfermedad se presenta en los tallos y cerca del ápice (Falconí, Visser, & van Heusden, 2015).

En base a estudios morfológicos, fenotípicos y moleculares de *Colletotrichum acutatum* se pudo demostrar que es el agente causal de la antracnosis del chocho en Ecuador, ya que se creía que el principal agente causal era *Colletotrichum gloeospororoides* debido que las características morfológicas de la conidia (Weimer, 1943).

### 2.2.2 Clasificación taxonómica

Según (Falconí, Visser, & van Heusden, 2013), el agente causal de la antracnosis es *Colletotrichum acutatum* teniendo la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino : Fungi
- Filo : Deuteromycetos
- Clase : Sordariomycetes
- Familia: Glomerellaceae
- Género : *Colletotrichum*
- Especie : *acutatum*

### 2.2.3 Síntomas

La presencia de la antracnosis en el cultivo de chocho es cuando se empieza a observar pequeñas lesiones deprimidas en las hojas, tallos y vainas. Las hojas presentan unas manchas

cloróticas de forma irregular con márgenes de tonalidad rojiza a marrón y un ligero arrugamiento. En los tallos se presentan manchas de color negro, alargadas, deprimidas y deformes que estrangulan al tallo. Cuando el ataque es severo puede causar la defoliación de la planta antes de llegar a la floración y cuando es en la base de los tallos se produce marchitez de la planta. En las vainas se presentan manchas de color marrón, deformes y deprimidas de 0,5 a 3 cm de diámetro, la infección generalmente se presenta en la semilla provocando manchas y arrugamientos (Caicedo & Peralta, 2001).



**Figura 1.** Síntomas de la antracnosis en chocho

Fuente: (Peralta, y otros, 2012)

#### 2.2.4 Ciclo de vida

La morfología de la colonia de *Colletorichum acutatum* se presenta transparente, algodonosa y de baja densidad, las colonias son unas masas abundantes de color blanco grisáceo. Los conidios

de un pigmento de color rosa – salmón, son cilíndricos, de un extremo son redondos y del otro es agudo miden de 12.5 a 18.0 por 5.0 a 5.5 micrómetros (Falconí, Visser, & van Heusden, 2013).

Las causas de la infección es por el uso semilla contaminada y por esporas que se forman en las lesiones de las plantas infectadas, estos se dispersan por varios factores, como la lluvia, maquinaria, insectos, etc. Los conidios de los hongos pueden sobrevivir hasta dos años en estado de quiescencia, hasta que se activa la esporulación y reproducción en cualquier parte de la planta (Peres, Timmer, Adaskabeg, & Correl, 2005).

### **2.3 Tratamientos físicos de desinfección**

Los tratamientos físicos buscan la destrucción de los organismos patógenos esto se lo realiza mediante un agente físico como el calor o radiaciones. Este proceso está directamente relacionado con la diferencia entre puntos letales del patógeno y la semilla.

Según (Arriagada, s.f.) la diferencia puede ser alterada por los siguientes factores:

- Humedad de la semilla (mientras mayor es la humedad, menor es la temperatura letal).
- Dormancia (las semillas dormantes son más resistentes al calor).
- Deterioro de la semilla (a mayor deterioro, menor la resistencia al calor).
- Genotipo (del que depende las variaciones que presentan las diferentes especies y cultivares a las diferentes temperaturas).
- Origen de la semilla (la resistencia al calor de las semillas de origen tropical es mayor que las originarias de zonas templadas).
- Condición del patógeno (las clamidosporas de algunos hongos son más resistentes que la forma vegetativa o micelio).

### **2.3.1 Agua caliente**

Los tratamientos de agua caliente han sido el principal método para eliminar bacterias transmitidas por semilla, este tipo de tratamiento tiene la ventaja de ser baratos en su aplicación pero al tener la necesidad de elevar rápidamente la temperatura de las semillas solo puede tratar pequeñas cantidades de ellas y además se reduce la germinación de las semillas más viejas (Arriagada, s.f.).

### **2.3.2 Vapor**

El vapor ha sido utilizado para esterilizar suelos pero también para la desinfección de semillas pero se le agrega aire al vapor, ya que así se reduce la humedad que produce el vapor y lo también modifica la temperatura. Se usan temperaturas de 56 a 57 °C por 30 minutos y así la eficiencia del método aumenta. Este tratamiento es muy efectivo para semillas pequeñas (Arriagada, s.f.).

### **2.3.3 Solarización**

Se trata de la desinfección de microorganismos por medio del calor generado de la energía solar capturada, es un control efectivo de organismos patogénicos. La solarización es proceso hidrotérmico que tiene lugar en una cámara donde las semillas están cubiertas por una película plástica y expuesto a la luz solar hasta alcanzar una temperatura de 40 a 60 °C durante los meses más cálidos (Terán, 2016).

### **2.3.4 Calor seco**

El uso del calor seco aplicado a las semillas se lo puede utilizar como una herramienta alternativa para evaluar la calidad de las semillas pero normalmente este tipo de tratamiento

físico se lo ha sido utilizado para eliminar patógenos de las semillas lo que es muy importante en el momento de la desinfección de las semillas (Méndez, Ysavit, & Merazo, 2007)

El tratamiento de semillas con calor seco a 65 °C reduce la presencia de patógenos sin embargo este tratamiento reduce la germinación de las semillas. Varios estudios han demostrado que al exponer la semilla al calor seco durante 8 y 12 horas reduce la infección y promueve la emergencia de las plántulas mientras que con un tiempo de 24, 48 y 96 horas la infección es indetectable y la germinación disminuye, pero si las semillas son tratadas durante 1,2 y 4 horas la germinación no se vea afectada y el patógeno sigue presente en la semilla (Falconí & Yánez, 2016).

Los periodos moderados de exposición al calor seco son una forma efectiva de reducir la infección de semillas a niveles extremadamente bajos e indetectables (Thomas & Adcock, 2004).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del lugar de investigación

##### 3.1.1 Ubicación Política

La presente investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio e invernadero de Fitopatología de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, Hacienda el Prado, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, ubicado en la localidad de San Fernando, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui provincia Pichincha.



**Figura 2.** Fotografía del lugar de investigación

Fuente: Google Maps, 2018

##### 3.1.2 Ubicación Geográfica

- Altitud: 2748 msnm
- Latitud: 0°23'2.94"S

- Longitud: 78°24'54.11"O

### **3.1.3 Ubicación Ecológica**

La Hacienda El Prado se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano, temperatura promedio anual de 13,89°C, precipitación de 1285 mm/ año y una humedad relativa promedio de 69.03%.

## **3.2 Materiales**

### **3.2.1 Materiales de campo**

Semilla de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 (ECU 2658 X ECU 8415), semilleros, piola, estacas, letreros, cinta para identificación, flexómetro, libreta de campo, marcadores permanentes, azadones, azadilla, rastrillos, fungicidas, insecticidas, bomba de fumigación, vitavax, piloneras.

### **3.2.2 Materiales, equipo y reactivos de laboratorio**

Horno de convección, Cámara de flujo laminar, Agar PDA, Cajas Petri , vasos de precipitación autoclave, balanza, incubadora, probetas, cloro al 96 %, alcohol, pinzas, mechero, parafilm, fundas ziploc.

## **3.3 Método**

### **3.3.1 Selección de semilla**

Para la selección de la semilla se realizó pruebas de germinación la cuál consistió en seleccionar semilla de la variedad criolla Cotopaxi, línea F3- (ECU 2658 X ECU 8415) y genotipo INIAP – 450 Andino las mismas que se sembraron en piloneras, en cada orificio se sembró 3 semillas después de 8 días se observó el índice de germinación de dichas semillas,

debido a las observaciones se optó por utilizar semilla del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415).

### **3.3.2 Porcentaje de humedad**

Se procedió a pesar 10 gr de semilla previamente seleccionada, esto se realizó para cada tratamiento con su respectiva repetición, una vez pesadas las semillas se colocó en cajas Petri ya etiquetadas, luego se sometió las semillas a una temperatura de 130 °C durante 3 horas en la estufa y se calculó el contenido de humedad de la semillas.

### **3.3.3 Aplicación de los tratamientos**

Las semillas se colocaron en cajas Petri de vidrios previamente etiquetadas con el nombre de cada tratamiento, en el interior del horno de convección la temperatura se mantuvo a 70 °C , las cajas Petri se agruparon dentro del horno para evitar la variabilidad. El horno se cerró muy bien y las semillas se expusieron al calor seco durante 45 y 60 min.

En el tratamiento químico se le aplicó Vitavax (Carboxin + Captan) a una dosis de 2 g kg<sup>-1</sup> semilla.

### **3.3.4 Fase de campo**

En el invernadero, para la preparación del terreno se removió el suelo con el uso del azadón se realizó cuatro surcos con un separación de 0.8 m y se trazaron 2 parcelas de 38,4 m<sup>2</sup> las cuales se subdividieron con estacas y piola, en 24 unidades experimentales, cada unidad experimental con dimensiones de 1,6 m de ancho por 2 de largo (3,2m<sup>2</sup>). La siembra se realizó con una cantidad de tres semillas por golpe, a 0.35 m de distancia entre golpe y a una profundidad de 0.4 m y se regó el terreno por gravedad y goteo los surcos.

Durante el desarrollo del cultivo el riego se realizó durante dos veces a la semana por 5 horas esto se realizó hasta el llenado de la vaina, a los 33 días se evaluó el porcentaje de emergencia, se contabilizó el número total de semillas germinadas de todas las unidades experimentales, se procedió al deshierbar cada 30 días y el aporque a los 60 y 120 días. El marcaje se realizó en 10 plantas de cada unidad experimental se colocó una cinta de color tomate en el tallo principal para el registro de datos.

A los 14 días se aplicó un control preventivo de insectos con Curacron a una dosis de 1.5 ml.L<sup>-1</sup>, fertilizante foliar Fuerza Verde (20-20-20 + 2 Mg de fitohormonas 420 ppm, Agrosad) 20 g.L<sup>-1</sup> y fijador agro pesa.

A los 66 días en la etapa de crecimiento donde el racimo floral esta recién desarrollándose se realizó la aplicación con bomba de mochila a las parcelas de un fertilizante y un fungicida sistémico de amplio espectro, el fertilizante utilizado fue sugar express a una dosis de 5 g.L<sup>-1</sup> y el fungicida que se aplicó fue Quadris a una dosis de 2,5 g.L<sup>-1</sup>.

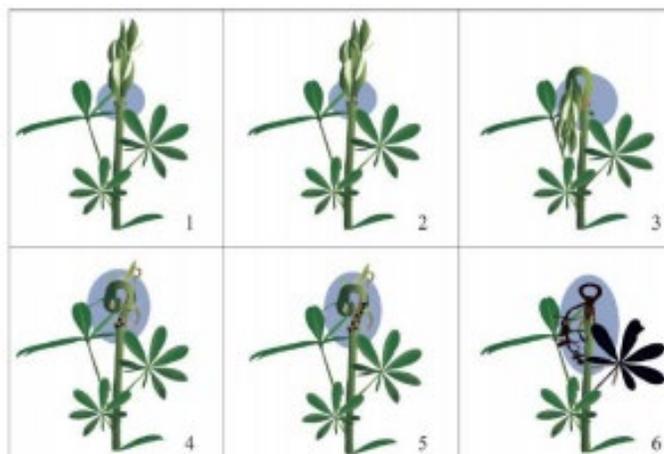
A los 73 días se después de la siembra se realizó un deshierbe, un aporque en todas las unidades experimentales y se continuo con los riegos de 2 veces al semana por 5 horas.

A los 90 días después de la siembra se realizó un control preventivo de insectos con endosulfan a una dosis de 0.6 L.ha<sup>-1</sup>.

A los 120 días después de la siembra cuando el 50 % se encuentre en floración se procedió a evaluar la severidad de la enfermedad con una escala elaborada por (Falconí , 2012) que va de menor a mayor.

- Planta sin ninguna lesión

- Lesiones muy pequeñas (menos de 5 mm) en las hojas y en el tallo central, algunas arrugas en las hojas, ausencia de esporulación
- Yema apical del tallo central debido a la infección, abundantes arrugas en las hojas, lesiones de 1 cm a 0,5 cm, poca esporulación;
- Presencia de lesiones de tamaño mediano (1cm hasta 3 cm), en tallos y ramas, acompañados de tejido necrótico (esporulación);
- Presencia de lesiones de gran tamaño (más de 3 cm) en los tallos, ramas y vainas con tejido necrótico, acompañado por el colapso de los tejidos (abundante esporulación);
- Planta necrótica severamente afectada, plantas muertas, forma pequeña de vainas, esporulación de tejido necrótico de color salmón.



**Figura 3.** Escala de severidad de antracnosis

Fuente: (Falconí C. , 2012)

A los 160 días se procedió a la cosecha de vainas cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica y estaba seco, se colocó las vainas cosechadas en costalillos identificados con su

respectivo tratamiento y repetición. Se tomó datos de las variables como número de vainas por planta, vainas por planta infectada e incidencia del patógeno en cada planta seleccionada.

### 3.3.5 Fase de laboratorio

La semilla obtenida en cada unidad experimental se pesó en una balanza digital, se separó la semilla no comercial y se volvió a pesar la semilla restante para obtener el porcentaje de semilla no comercial.

Juntando las semillas de las tres repeticiones por tratamiento se seleccionó 100 semillas de chocho completamente al azar las cuales se procedió a desinfectar con alcohol a 75%, hipoclorito de sodio 1% y abundante agua estéril auto clavada. En la cámara de flujo laminar se procedió a la siembra de 10 semillas por caja Petri con medio de cultivo, el cual contenía 19,5 g de PDA + 10 g de sacarosa + 2 gr de almidón de papa + 1 ml de cloranfenicol por cada litro de solución. Las cajas Petri se sellaron con parafilm, se etiquetaron y se fueron llevadas a la incubadora durante 8 días a 25 °C. En esta fase se evaluó la germinación e infección por antracnosis, se contaron las semillas germinadas y las que presentaron infección por *C. acutatum*.

### 3.3.6 Diseño Experimental

#### 3.3.6.1 Tipo de Diseño

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar de 8 tratamientos con 3 repeticiones.

#### 3.3.6.2 Factores y Tratamientos

##### Tabla 1

*Factores de estudio*

Genotipo/Línea	Tiempo (minutos)
INIAP – 450 Andino	45

F3 (ECU 2658 X ECU 8415)

60

Control Químico (Vitavax)

Testigo

**Tabla 2***Tratamientos de estudio a distribuirse en invernadero*

<b>Tratamiento</b>	<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Genotipo/Línea</b>
T1	45	INIAP – 450 Andino
T2	60	INIAP – 450 Andino
T3	Desinfección Vitavax (Carboxín 200g/kg + captan 200g/kg, Bayer)	INIAP – 450 Andino
T4	Testigo	INIAP – 450 Andino
T5	45	F3 - (ECU 2658 X ECU 8415)
T6	60	F3 - (ECU 2658 X ECU 8415)
T7	Desinfección Vitavax (Carboxín 200g/kg + captan 200g/kg, Bayer)	F3 - (ECU 2658 X ECU 8415)
T8	Testigo	F3 - (ECU 2658 X ECU 8415)

**3.3.6.3 Repeticiones o bloques**

Para cada tratamiento se realizó 3 repeticiones.

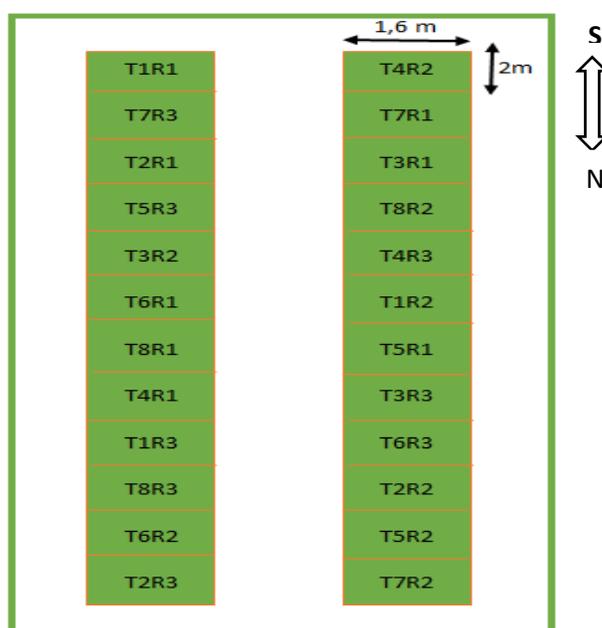
### 3.3.6.4 Características de la unidad experimental

**Tabla 3**

*Características de la unidad experimental*

Número de unidades experimentales	24
Área de las unidades experimentales	3.2 m <sup>2</sup>
Largo	2 m
Ancho	1.6 m
Forma de la unidad experimental	Rectangular
Forma del ensayo	Rectangular
Distancia entre plantas	0.35 m
Número de semillas por golpe	3
Distancia entre surcos	0.8 m
Área total del ensayo	76.4 m <sup>2</sup>

### 3.3.6.5 Croquis del Diseño



**Figura 4.** Distribución en campo del experimento

### 3.3.7 Análisis estadístico

#### 3.3.7.1 Esquema del análisis de varianza

Para el estudio se empleó una tabla de ANAVA

**Tabla 4**

*Análisis de varianza con fuentes de variación y grados de libertad*

Fuentes de variación	Grados de libertad (gl)	
Tratamientos	t-1	8 - 1 = 7
Error	(n-1)(t-1)	23 - 7 = 16
Total	n-1	24 - 1 = 23

Las variables se analizaron mediante el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = u + T_i + G_j + TG_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = incidencia de antracnosis en el cultivo de chocho

U = media general

$T_i$  = efecto del i-ésimo tiempo exposición al calor seco

$G_j$  = efecto del j-ésimo genotipo

$CG_{ij}$  = efecto de la interacción tiempo del calor seco x genotipo

$e_{ijk}$  = error experimental

### **3.3.7.2 Análisis funcional**

Se realizó el análisis de varianza de las variables, además se realizaron pruebas de comparación de medias de LSD Fisher al 5% entre los tratamientos que presentaron diferencias.

### **3.3.8 Variables de estudio**

#### **3.3.8.1 Porcentaje de humedad**

Se tomó muestras de 10 gr de semilla al azar de cada tratamiento y su respectiva repetición, se sometieron a 130 °C durante tres horas en la estufa y se calculó el contenido de la humedad de la semilla.

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso en fresco} - \text{peso en seco}}{\text{peso en fresco}} \times 100$$

#### **3.3.8.2 Porcentaje de emergencia**

Se procedió a contabilizar el número de plantas germinadas a los 33 días después de la siembra. Para esto se contabilizará el número total de semillas sembradas en un área de 1m<sup>2</sup> de la unidad experimental (Falconí, 2012).

#### **3.3.8.3 Severidad**

Se utilizó una escala elaborada por (Falconí C. , 2012) para evaluar la severidad de la antracnosis en chocho de 10 plantas seleccionadas al azar por cada una de las unidades experimentales.

#### **3.3.8.4 Número de vainas por planta**

Para el número de vainas se contabilizó el número total de vainas presentes en el eje central y en las ramas laterales en la época de cosecha de 10 plantas seleccionadas al azar para cada una de las unidades experimentales (Falconí, 2012).

### **3.3.8.5 Número de semillas por vaina**

El número de semillas por vaina se obtuvo del trillando de vainas de 10 plantas, se contabilizó y calculó el promedio.

### **3.3.8.6 Semilla no comercial**

El porcentaje de semilla no comercial se calculó dividiendo el peso de las semillas que presenten pequeñas manchas de color marrón, lesiones de insectos o semilla dañada y el total de semillas todo esto por 100 (Falconí C. , 2012).

$$\% \text{ semilla no comercial} = \frac{\text{peso semillas no comercial}}{\text{peso total de semillas}} \times 100$$

### **3.3.8.7 Rendimiento de semilla por hectárea**

Se pesaron las semillas de cada unidad experimental, para luego extrapolar y expresar en tonelada por hectárea.

### **3.3.8.8 Porcentaje de germinación de semilla cosechada (Laboratorio)**

Se procedió a contabilizar el número de semillas germinadas 8 días después de la siembra (Falconí C. , 2012).

### **3.3.8.9 Porcentaje de infección de semilla cosechada (Laboratorio)**

Después de 8 días de incubación a 25° C de las cajas Petri con las semillas de los tratamientos, se procedió al conteo de semillas que presentaron micelio color salmón característico de *C. acutatum* (Falconí C. , 2012).

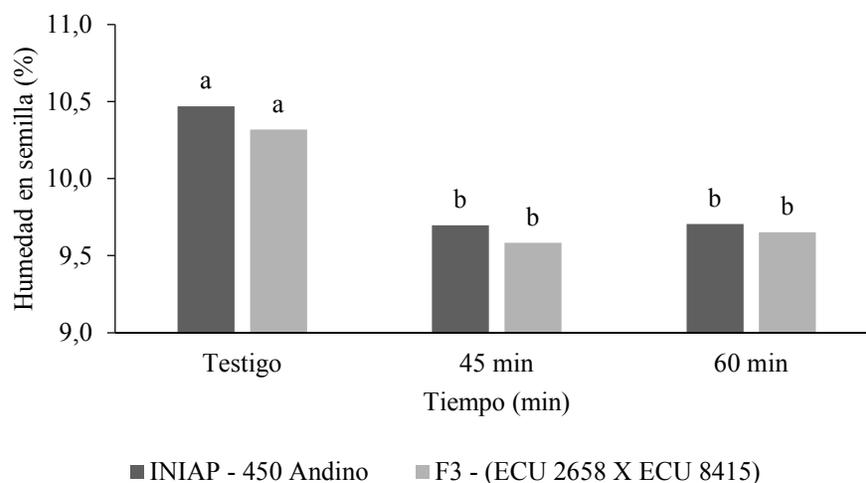
## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados

##### 4.1.1 Contenido de humedad en las semillas tratadas

Si hubo diferencia significativa en el contenido de humedad entre la semilla sin tratar comparado con la semilla pretratada con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos del genotipo INIAP – 450 ANDINO y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415).

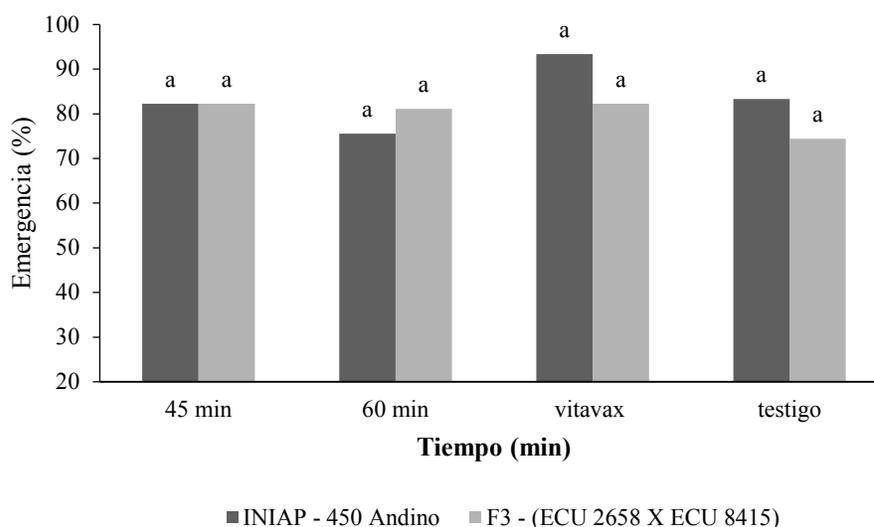


Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, según LSD Fisher ( $p > 0,05$ )

**Figura 5.** Contenido de humedad en semillas pretratadas del genotipo INIAP – 450 Andino y de la línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415).

##### 4.1.2 Porcentaje de emergencia de la semilla de chocho bajo invernadero

El porcentaje de emergencia de semilla de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) no presentaron diferencia significativa para los diferentes tratamientos aplicados ( $F_{7,16}=0,59$ ;  $P= 0,6319$ ; Figura 6).



Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, según LSD Fisher ( $p > 0,05$ )

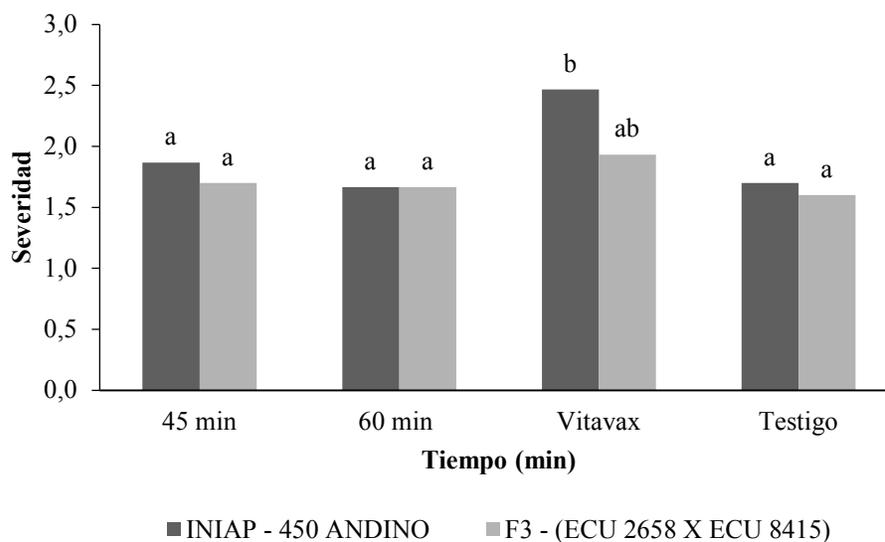
**Figura 6.** Porcentaje de emergencia de la semilla de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) pretratadas con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos bajo invernadero.

#### 4.1.3 Efecto del pretratamiento de la semilla de chocho con calor seco en la severidad de *Colletotrichum acutatum* en planta.

No hubo diferencias significativas ( $F_{7,16}=0,72$ ;  $P=0,5525$ ) en la severidad de la planta cuando se utilizó semillas de chocho pretratadas con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos comparado con los sin tratar del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415). Sin embargo las plantas que crecieron de semillas pretratadas con calor seco presentaron índices de severidad menor en relación con el tratamiento con vitavax (Figura 7).

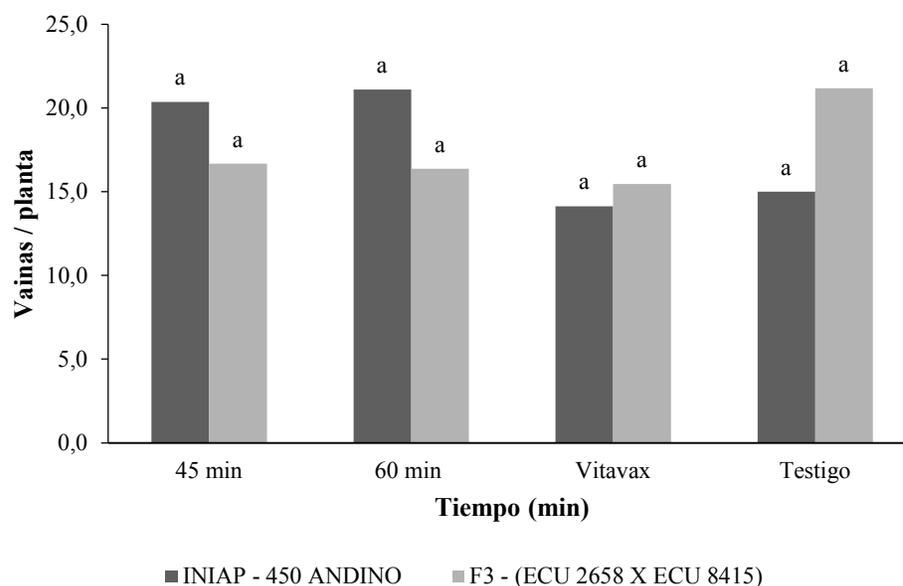
#### 4.1.4 Efecto del pretratamiento de semilla de chocho con calor seco en el número de vainas por planta

El pretratamiento de semilla de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) no afectó el número de vainas por planta ( $F_{7,16}=1,41$ ;  $P=0,2767$ ; Figura 8).



Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, según LSD Fisher ( $p > 0,05$ )

**Figura 7.** Efecto del pretratamiento de semilla de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en la severidad de *C. acutatum* luego de 120 días de la siembra.

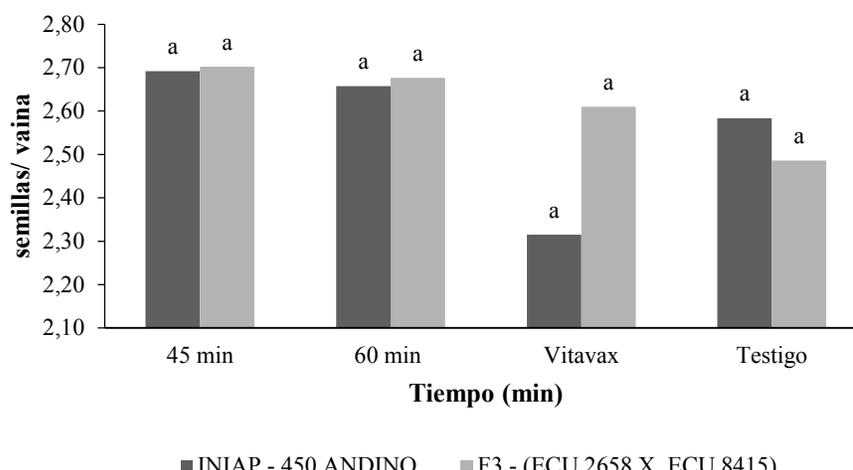


Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, según LSD Fisher ( $p > 0,05$ )

**Figura 8.** Efecto del pretratamiento de semilla de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en el número de vainas por planta.

#### 4.1.5 Efecto del pretratamiento con calor seco en el número de semillas por vaina

El número de semilla por vaina no fue afectada significativamente cuando se trató la semilla del genotipo INIAP -450 Andino y línea F3 – ( ECU 2658 X ECU 8415) con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos ( $F_{7,16}=0,61$ ;  $P=0,6167$ ; Figura 9); se obtuvieron un promedio de 2 semillas por vaina en todos los tratamientos.



Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, según LSD Fisher ( $p>0,05$ )

**Figura 9.** Efecto del pretratamiento de semilla de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en el número de semilla por vaina.

#### 4.1.6 Efecto del pretratamiento de semilla de chocho con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en el porcentaje de semilla no comercial

**Tabla 5**

*Porcentaje de semilla no comercial del genotipo INIAP – 450 Andino pretratadas con calor seco a 70° C por 45 y 60 minutos.*

Tiempo (min)	Genotipo	Medias
60 min	INIAP – 450 Andino	0,80 a
45 min	INIAP – 450 Andino	0,88 a
Vitavax	INIAP – 450 Andino	3,67 b
Testigo	INIAP – 450 Andino	4,88 b

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, según LSD Fisher ( $p>0,05$ )

El porcentaje de semilla no comercial fue menor en la semilla pretratada con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en comparación con la semilla sin tratar ( $F_{8,12}=9,89$ ;  $P= 0,0046$ ; Tabla 5).

**Tabla 6**

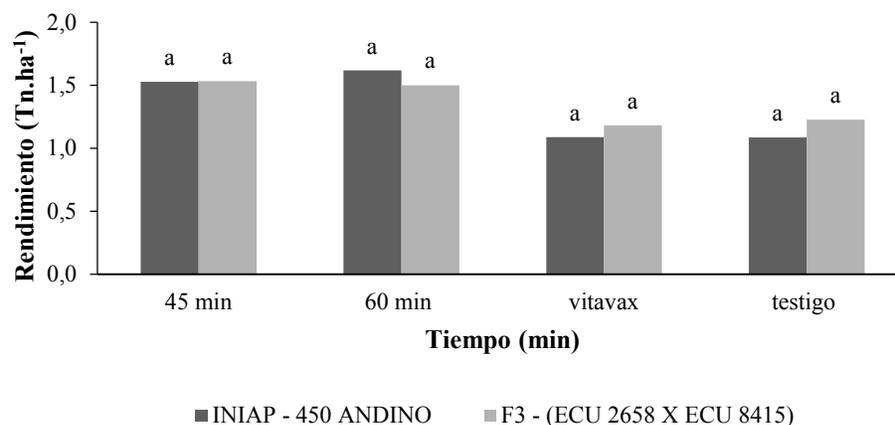
*Porcentaje de semilla no comercial de la línea F3- (ECU 2658 X ECU 8415) pretratadas con calor seco a 70 °C por 45 y 60 min*

Tiempo (min)	Línea	Medias
60 min	F3 – (ECU 2658 X ECU 8415)	0,70 a
45 min	F3 – (ECU 2658 X ECU 8415)	0,75 a
Testigo	F3 – (ECU 2658 X ECU 8415)	3,32 b
Vitavax	F3 – (ECU 2658 X ECU 8415)	3,75 b

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, según LSD Fisher ( $p>0,05$ )

El porcentaje de semilla no comercial de la línea F3 – (ECU 2658 x ECU 8415) mostró diferencia significativa en el pretratamiento con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos comprado con la semilla sin tratar ( $F_{8,12}=23,24$ ;  $P= 0,0003$ ; Tabla 6).

#### 4.1.7 Efecto del pretratamiento de semillas de chocho con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en el rendimiento ( $Tn.ha^{-1}$ )



Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, según LSD Fisher ( $p>0,05$ )

**Figura 10.** Efecto del pretratamiento de semilla con calor seco a 70°C por 45 y 60 min del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) en el rendimiento ( $Tn.ha^{-1}$ ).

El rendimiento ( $Tn.ha^{-1}$ ) de chocho en el genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) expuestas a calor seco A 70 °C por 60 minutos y 45 minutos respectivamente, presentaron rendimientos significantes a las semillas sin tratar lo cual sugiere que este método alternativo no afecto el rendimiento por lo tanto es válido ( $F_{7,16}=0,17$ ;  $P=0,9146$ ; Figura 10).

#### 4.1.8 Porcentaje de germinación en semillas de chocho cosechada (Laboratorio)

**Tabla 7**

*Porcentaje de germinación de semilla de chocho cosechada del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415), en laboratorio*

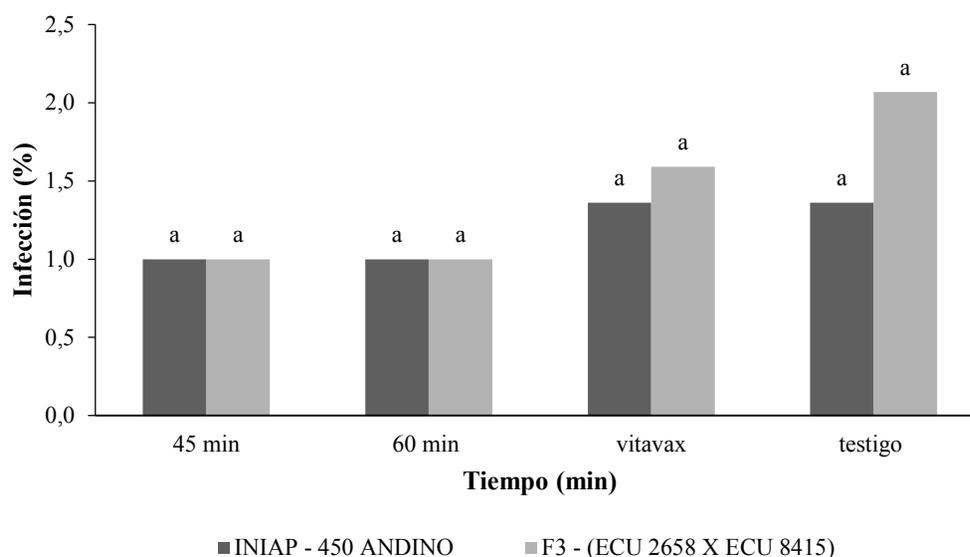
Tiempo (min)	Genotipo	Medias
Testigo	F3 - (ECU 2658 X ECU 8415)	81,95 a
Vitavax	F3 - (ECU 2658 X ECU 8415)	91,67 ab
Testigo	INIAP – 450 Andino	93,61 ab
60 min	F3 - (ECU 2658 X ECU 8415)	94,45 ab
45 min	INIAP – 450 Andino	95,28 ab
45 min	F3 - (ECU 2658 X ECU 8415)	97,78 b
Vitavax	INIAP – 450 Andino	98,89 b
60 min	INIAP – 450 Andino	98,89 b

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, según LSD Fisher ( $p>0,05$ )

Las semillas de chocho cosechadas del genotipo INIAP-450 Andino y línea F3 – (ECU 2659 X ECU 8415) provenientes del pretratamiento con calor seco a 70 °C por 60 min y 45 min respectivamente presentaron mayor porcentaje de germinación en comparación con la semillas cosechadas provenientes de las semillas sin tratar ( $F_{7,16}=0,74$ ;  $P= 0,5430$ ; Tabla 7).

#### 4.1.9 Porcentaje de infección en semillas de chocho cosechada (Laboratorio)

El porcentaje de infección de las semillas de chocho del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 (ECU 2658 X ECU 8415) no presentó diferencia significativa para el pretratamiento con calor seco 70 °C por 45 y 60 minutos comparado con semilla sin tratar, por lo tanto la reducción de la infección de semillas fue extremadamente baja o indetectable ( $F_{7,16}=0,25$ ;  $P= 0,8571$ ; Figura 11).



Medias con una letra en común no son significativamente diferentes, según LSD Fisher ( $p > 0,05$ )

**Figura 11.** Porcentaje de infección de semillas de chocho cosechada del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) pretratadas con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos condiciones diferentes en laboratorio.

## 4.2 Discusión

En el pretratamiento con calor seco, la semilla de chocho (*L. mutabilis*) recibió un temperatura de 70 °C por 45 y 60 minutos en un horno de convección. Debido a este tratamiento el contenido de humedad de la semilla disminuyó significativamente. Falconí & Yáñez, (2016) expusieron semilla de chocho de los genotipos ECU 2658 e INIAP – 450 Andino a 65 °C durante 8 y 12 horas; con 8 horas de exposición el contenido de humedad fue de 7,7 % mientras que con 12 horas fue de 4,8%. En mismo estudio con las variedades Cotopaxi y Chimborazo, cuando se expusieron a 8 horas al calor seco el contenido de humedad fue de 6,9 y 6,4 % respectivamente mientras con 12 horas fue de 4,5 y 5,4 % respectivamente. Por su parte, cuando trataron la semilla durante 24 y 96 horas se perdió un 80% el contenido de humedad (Falconí & Yáñez, 2016).

El pretratamiento de semilla de chocho con calor seco a 70 °C por 45 y 60 min no afectó en el porcentaje de emergencia coincidiendo con lo propuesto por Falconí & Yáñez, (2016) donde el porcentaje de emergencia de las semillas tratadas con calor seco a 65 °C por 8 y 12 horas se redujo en 14 y 18 %. Semilla de la línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) expuesta al calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos redujo ligeramente el porcentaje de emergencia comparado con la semilla sin tratar, otros estudios indican resultados opuestos por ejemplo (Basra, Ashraf, Iqbal, Khaliq, & Ahmad, 2004) quienes trataron semilla de algodón americano con calor seco a 65 °C durante 8 horas lograron promover la emergencia de semillas. Estos estudios en conjunto apoyan la hipótesis que el tratamiento con calor seco promueve la emergencia de semillas.

El pretratamiento de semilla de chocho con calor seco disminuyó el porcentaje de infección con antracnosis. (Thomas, Sweetingham, Yang, & Speijers, 2008) Señalaron que el patógeno *Colletotrichum lupini* no crece a temperaturas superiores a 35 °C. En el cultivo presenta un índice de severidad de 1 es decir que se observan lesiones menores a 1 mm. Guaytarilla & Falconí (2014) inocularon cepas de *C. acutatum* para observar la distribución de la severidad en donde presentaron un potencial de resistencia a la antracnosis bajo las condiciones de invernadero por lo que obtuvieron plantas resistentes y con distribución heterogénea (escala de severidad 1). Esto sugiere que el pretratamiento de semilla de chocho reduce eficazmente la infección en semilla y disminuye la transmisión del patógeno de la semilla a la planta.

El tratamiento con calor seco 70 °C por 45 y 60 minutos no afectó el número de vainas por planta. En el estudio realizado por (Guaytarilla & Falconí, 2014) inocularon plantas con *C. acutatum* y las mismas plantas sin recibir algún tratamiento para el control de antracnosis, el número de vainas del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) fue

de 23,38 y 24,15 respectivamente, en este estudio al pretratar la semilla con calor seco o no tener ningún tipo de tratamiento no se afectó en el número de vainas por planta.

El menor porcentaje de semilla no comercial se presentó en el genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) pretratadas con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos. Se presentó el mayor rendimiento en la semilla pretratada con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) comparado con el rendimiento de la semilla sin tratar. Guaytarilla & Falconí (2014) al no tratar la semilla produjeron en el genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) 0,88 y 1,35 Tn.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Mostrando en nuestra investigación un aumento por hectárea siendo el pretratamiento con calor seco el mejor.

Para el porcentaje de germinación de la semilla cosechada (laboratorio) del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) pretratada con calor seco a 70 °C por 45 y 60 min no afectó en el potencial de germinación. (Gilbert, SM, Turkington, & Tekauz, 2010) al tratar las semillas con calor seco a 70°C mejoró la emergencia. (Elliot, Fischer, & LeRoy, 2011) al someter a temperaturas a tres especies nativas de *Lupinus* obtuvo que, para la especie *Lupinus lepidus* la germinación fue más alta después de los choques térmicos en la semilla latente, para *Lupinus polyphyllus* los tratamientos con altas temperaturas no tuvieron un efecto en la germinación y finalmente para la especie *Lupinus albicaulis* al pretratar la semilla con calor seco a 80°C dio como resultado una alta germinación.

Para el porcentaje de infección en la semilla cosechada la presencia del patógeno era nula en las semillas que se cosechó de los tratamientos donde se aplicó calor seco con lo que se concuerda con (Sweetingham, 1999) que manifiesta que el tratamiento térmico de las semillas puede reducir la presencia de antracnosis, esto dependiendo del tiempo de exposición de la

semilla. Gilbert *et al.* (2010) quienes expusieron semilla de trigo durante 5 días al calor seco (70°C) erradico *Fusarium graminearum* de la semilla de trigo antes de la siembra. Por lo tanto al utilizar técnicas de alta temperatura y determinados tiempos sirve para la reducción de la infección por *C. acutatum* y pueden ser adecuadas para las semillas.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El pretratamiento de las semilla de chocho con calor seco a 70 °C mostró un efecto positivo en el porcentaje de emergencia en el genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) expuestas por 45 minutos; mientras que semilla que fue expuesta por 60 minutos presentaron 75,56 % en el genotipo INIAP – 450 Andino y 81,11% en la línea F3 - (ECU 2658 X ECU8415).
- La semilla expuesta al calor seco durante 45 min y 60 min del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415), respectivamente promovió y aumentó el porcentaje de germinación en semilla de chocho cosechada en comparación con los otros tratamientos, demostrando que no existe sensibilidad de la semilla de chocho para estos tiempos de exposición al calor seco.
- El calor seco durante 45 y 60 min disminuyó el porcentaje de infección del patógeno en semilla de chocho cosechada del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) en comparación con el testigo y el tratamiento químico.
- La semilla del genotipo INIAP – 450 Andino y línea F3 – (ECU 2658 X ECU 8415) pretratada con calor seco no presentó variabilidad en el número de vainas por planta y en el número de semilla por vaina en comparación con el testigo y el tratamiento químico. El porcentaje de semilla no comercial se redujo en la semilla pretratada con calor seco a 70 °C por 45 y 60 minutos en comparación con la semilla sin tratar.

- El genotipo INIAP – 450 Andino y la línea F3 - (ECU 2658 X ECU 8415) expuestos al calor seco por 60 y 45 min respectivamente, obtuvieron los mejores rendimientos por hectárea en comparación con los otros tratamientos con lo que se concluye que este método contribuye a la producción sana y amigable con el ambiente.

## **5.2 Recomendaciones**

- Realizar el ensayo en campo abierto para poder observar cómo afectan las condiciones climatológicas tanto en la emergencia como en la incidencia de la antracnosis.
- Realizar otros ensayos relacionados al tratamiento de semilla con más tiempo de exposición al calor seco a 70 °C, para poder afinar la técnica de desinfección de la semilla con el fin de obtener un mayor rendimiento al momento de la cosecha.
- Ejecutar otros estudios de calor seco añadiendo un tratamiento biológico en las etapas de desarrollo de la planta de chocho para observar con este incide sobre el patógeno.
- Se recomienda repetir este estudio con diferentes variedades de chocho para observar y analizar si existen variaciones en cuanto a las características agronómicas y rendimiento.
- Divulgar los resultados a los pequeños y medianos productores para que conozcan acerca de este método de desinfección de semillas ya que es amigable con el ambiente y ayudan en el control de la antracnosis y el rendimiento de sus cultivos.

### 5.3 Bibliografía

- Arriagada, V. (s.f.). *Semillas, Inspección, análisis, tratamiento y legislación*.  
<http://repiica.iica.int/docs/BV/AGRIN/B/F03/XL2000600205.pdf>
- Basra, S., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A., & Ahmad, R. (2004). Aspectos Fisiológicos y bioquímicos del estrés por calor previo a la siembra en la semilla de algodón. *Seed Science and Technology*, 33(3), 765-774.
- Caicedo, C., & Peralta, E. (2001). *El Cultivo de Chocho Lupinus mutabilis sweet: Fitonutrición, Enfermedades y plagas, en el Ecuador*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/444/4/iniapscbt103.pdf>
- Elliot, C., Fischer, D., & LeRoy, C. (2011). germinación de tres especies nativas de Lupinus en respuesta a la temperatura . *BioOne complete*, 403-411.
- Falconí. (2012). Anthracnose susceptibility of lupine (*L. mutabilis*) cultivars in the Province of Cotopaxi. *Wageningen University*, 75 - 76.
- Falconí, C. (2012). *Lupinus mutabilis in Ecuador with special emphasis on anthracnose resistance*. Wageningen University: <http://edepot.wur.nl/210228>
- Falconí, C. E., & Yáñez, V. (2016). Dry heat treatment of Andean lupin seed to reduce anthracnose infection. *ELSEVIER - CROP PROTECTION*, 89, 178-183. Crop Protection: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219416301788>
- Falconí, C., Visser, R., & van Heusden, A. (2013). Phenotypic, Molecular, and Pathological Characterization of *Colletotrichum acutatum* Associated with Andean Lupine and

Tamarillo in the Ecuadorian Andes. *The American Phytopathological Society*, 97(6), 819-827. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-02-12-0175-RE>

Falconí, E., Visser, R., & van Heusden, S. (2015). Influence of plant growth stage on resistance to anthracnose in lupin (*Lupinus mutabilis*). *Crop and Pasture Science*, 729-734.

Gilbert, J., SM, W., Turkington, T., & Tekauz, A. (2010). efecto del tratamiento térmico para controlar *Fusarium graminearum* en semillas de trigo. *Revista canadiense de fitopatología*, 448-452.

Gipchocho. (2015). *Mejora de la cadena productiva del chocho en Ecuador*. <http://gipchocho.espe.edu.ec/sobre-el-proyecto/>

Gross, R. (1982). El Cultivo y Utilización del Tarwi (chocho) *Lupinus mutabilis* Sweet. En *FAO Producción y Protección Vegetal* (pág. 215 ). Italia.

Guaytarilla, P., & Falconí, C. (2014). *Selección por arquitectura de la planta y resistencia a la antracnosis de 7 genotipos de chocho (Lupinus mutabilis)*. Sangolqui: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE .

INIAP. (2015). INIAP 450 ANDINO, Variedad de chocho (*Lupinus mutabilis* sweet). *Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos*.

Méndez, J., Ysavit, L., & Merazo, J. (2007). Efecto de la colocación de semillas de maíz ( *Zea mays* L) en la estufa a 100 °C sobre la germinación bajo condiciones de invernadero. *Revista Tecnológica ESPOL*, 237-244.

- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., Rivera, M., Rodríguez, D., Lomas, L., & Monar, C. (2012). *Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - INIAP: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/MANUAL%20AGRICOLA%20GRANOS%20ANDINOS%202012.pdf>
- Peralta, I., & Caceres, E. (2008). Respuesta de seis líneas promisorias y una variedad de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) a la presencia de e inoculación de antracnosis (*Colletotrichum* sp. ) en Cotopaxi. *Escuela Politécnica del Ejercito* .
- Peres, N., Timmer, L., Adaskabeg, J., & Correl, J. (2005). Lifestyles of *Colletotrichum acutatum*. *The American Phytopathological Society*, 89(8), 784 - 796.
- Rivadeneira, J. (1999). *Determinación de los niveles óptimos de fertilización química en el cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en tres localidades de la Sierra Ecuatoriana*. Universidad Central del Ecuador: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/875/1/iniapsctR616d.pdf>
- Rodriguez, R., & Redman, R. (2000). *Colletotrichum* as a model system defining the genetic basic and fungal symbiotic lifestyles. *Colletotrichum host specificity pathology and host - pathogen interacton*.
- Sweetingham. (1999). *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: legume Crops and Forages* . *New York: Springer Science & Business media* .
- Tapia, M. (2015). *EL Tarwi, Lupino andino* <http://fadvamerica.org/wp-content/uploads/2017/04/TARWI-espanol.pdf>

- Tapia, M., & Fries, A. (2007). *Guía de Campo de los Cultivos Andinos*. FAO y ANPE: <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s.pdf>
- Terán, I. (2016). *Pretratamiento de semilla con radiación solar y su efecto en la incidencia de antracnosis (Colletotrichum acutatum) en dos etapas fenológicas de chocho (Lupinus mutabilis)*. Universidad de las Fuerzas Armadas - IASA.
- Thomas, G. (2003). *Diagnosing anthracnose in narrow - leafed lupins*. Department of Primary Industries and Regional Development: <https://agric.wa.gov.au/n/4094>
- Thomas, G. J., & Adcock, K. (2004). Exposure to dry head reduces anthracnose infection of lupin seed. *Australasian Plant Pathology*, 33(4), 537.
- Thomas, G., & Coutts, B. (2016). *Lupin foliar diseases: diagnosis and management*. Recuperado el 28 de Enero de 2018, de Department of Primary Industries and Regional Development: <https://agric.wa.gov.au/n/316>
- Thomas, G., Sweetingham, M., Yang, H., & Speijers, J. (2008). Effect of temperature on growth of *Colletotrichum lupini* and on anthracnose infection and resistance in lupins. *Australasian Plant Pathology*, 35 - 39.
- Villacrés, E., Rubio, A., Egas, L., & Segovia, G. (2006). *Usos alternativos del chocho*. Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias - INIAP: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/910/1/L-SENESCYT-0023.pdf>
- Weimer. (1943). Anthracnose of lupines . *Phytopathology*, 249-252.