



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTOR: JARRÍN COPO, LEONARDO XAVIER

**TEMA: REDUCCIÓN DE LA INFECCIÓN DE ANTRACNOSIS
(*Colletotrichum acutatum*) EN SEMILLA DE CINCO CULTIVARES DE
CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) POR EFECTO DEL CALOR SOLAR**

DIRECTOR: César E. Falconí Saá., PhD.

CODIRECTOR: Pablo Landázuri., MSc.

SANGOLQUI, 13 DE AGOSTO 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICADO

César E. Falconí Saá., PhD

Pablo Landázuri., MSc

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado REDUCCIÓN DE LA INFECCIÓN DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum acutatum*) EN SEMILLA DE CINCO CULTIVARES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) POR EFECTO DEL CALOR SOLAR realizado por Leonardo Xavier Jarrín Copo, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Debido al interés de su contenido recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y dos discos compactos los cuales contienen los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizamos a Leonardo Xavier Jarrín Copo que lo entregue a la Ing. Martha Vargas, en su calidad de Directora de Carrera.

Sangolquí, 13 de Agosto del 2014.

César E. Falconí Saá., PhD

DIRECTOR

Pablo Landázuri., MSc

CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

JARRÍN COPO LEONARDO XAVIER

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado REDUCCIÓN DE LA INFECCIÓN DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum acutatum*) EN SEMILLA DE CINCO CULTIVARES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) POR EFECTO DEL CALOR SOLAR, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuente este trabajo es de mí autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 13 de Agosto del 2014.

JARRÍN COPO LEONARDO XAVIER

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, Leonardo Xavier Jarrín Copo

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la publicación en la Biblioteca virtual de la Institución el trabajo REDUCCIÓN DE LA INFECCIÓN DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum acutatum*) EN SEMILLA DE CINCO CULTIVARES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) POR EFECTO DEL CALOR SOLAR.

Sangolquí, 13 de Agosto del 2014

JARRÍN COPO LEONARDO XAVIER

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A mis padres, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mi hermana, tíos, primos, abuelos y amigos.

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles. A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Leonardo Xavier Jarrín Copo

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AGRADECIMIENTO

Con el presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mi director de tesis, César E. Falconí Saá., PhD y codirector Pablo Landázuri., MSc, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores de toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Leonardo Xavier Jarrín Copo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Página
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3.1 Problema	3
1.3.2 Efectos.....	4
1.3.3 Causas	4
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 CHOCHO.....	6
2.1.1 Origen y distribución	7
2.1.2 Clasificación botánica.....	7
2.1.3 Características de la semilla.....	9
2.1.4 Ciclo vegetativo	9
CAPÍTULO III	
ANTRACNOSIS	
3.1 GENERALIDADES	11
3.2 SÍNTOMAS	11
3.3 CICLO DE VIDA DE COLLETOTRICHUM	11
3.4 DISEMINACIÓN	12

3.5	SUPERVIVENCIA	13
3.6	CONTROL DE LA ENFERMEDAD	13
3.6.1	Efecto del calor seco en el control de antracnosis en chocho	13
CAPÍTULO IV		
MATERIALES Y MÉTODOS		
4.1	UBICACIÓN DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN	15
4.1.1	Ubicación Política	15
4.1.2	Ubicación Geográfica	15
4.1.3	Ubicación Ecológica	16
4.2	MATERIALES	16
4.2.1	Insumos y materiales de campo	16
4.2.2	Insumos y materiales de laboratorio	16
4.3	MÉTODOS	17
4.3.1	Obtención de semilla infectada proveniente de cinco cultivares de chocho	17
4.3.2	Exposición de semilla de chocho con tres diferentes niveles de infección al calor solar	17
4.3.3	Evaluación del nivel de infección en semillas provenientes de cinco cultivares de chocho posterior a la exposición solar	18
4.3.4	Presentación de la tecnología generada a través de un artículo técnico-científico o un boletín divulgativo	18
4.3.5	Diseño experimental	18
4.3.5.1	Factores a probar	18
4.3.5.2	Tratamientos	19
4.3.5.3	Tipo de diseño	19
4.3.5.4	Características de la unidad experimental	19

4.3.6	Análisis estadístico.....	19
4.3.6.1	Esquema de análisis de varianza.....	19
4.3.6.2	Coeficiente de variación.....	20
4.3.6.3	Análisis funcional	20
4.3.7	Variables medidas	20
4.3.7.1	Grados de calor acumulados por solarización.....	20
4.3.7.2	Porcentaje de semilla viable expuesta al sol	20
4.3.7.3	Reducción de infección de antracnosis en semilla.....	21
4.3.7.4	Genotipos de semilla con mejor respuesta a los tratamientos.....	21

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1	RESULTADOS.....	22
5.1.1	Temperatura promedio recibida por semillas de cinco genotipos de chocho (<i>L. mutabilis</i>), luego de su exposición a la radiación solar	22
5.1.2	Humedad promedio en semillas de cinco genotipos de chocho (<i>L. mutabilis</i>), luego de su exposición a la radiación solar	25
5.1.3	Infección de semilla	27
5.1.3.1	Nivel de infección de antracnosis (<i>C. acutatum</i>) por genotipo.....	29
5.1.3.2	Nivel de infección de antracnosis (<i>C. acutatum</i>) por tipo de tratamiento.....	30
5.1.4	Germinación en semilla	31
5.1.4.1	Germinación por tipo de semilla.....	32
5.1.4.2	Germinación de semilla de chocho por tipo de tratamiento.....	33
5.2	DISCUSIÓN	33

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	CONCLUSIONES	38
-----	--------------------	----

6.2	RECOMENDACIONES	39
6.3	BIBLIOGRAFÍA	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1 Etapas fenológicas del cultivo de chocho	10
Tabla 2 Tratamientos comparados	19
Tabla 3 Esquema del Análisis de Varianza.....	20
Tabla 4 Temperatura media acumulada en semilla de cinco genotipos de Chocho (<i>L. mutabilis</i>), por efecto de tres tratamientos de exposición a la radiación solar	24
Tabla 5 Porcentaje de humedad acumulada en semillas de cinco genotipos de chocho (<i>L. mutabilis</i>), por efecto de tres tratamientos de exposición a la radiación solar	27
Tabla 6 Análisis de varianza de la infección de antracnosis (<i>C. acutatum</i>) en semillas de cinco genotipos de chocho (<i>L. mutabilis</i>), por efecto de tres tiempos de exposición a la radiación solar, en semillas con tres diferentes grados de infección	28
Tabla 7 Análisis de infección de antracnosis (<i>C. acutatum</i>) por tipo de semilla.....	29
Tabla 8 Germinación de cinco genotipos de chocho (<i>L. mutabilis</i>), expuestos a tres tratamientos de radiación solar	31
Tabla 9 Germinación de semillas de cinco genotipos de chocho (<i>L. mutabilis</i>), expuestas a tres tratamientos de exposición a la radiación solar, un control químico y un testigo.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1	12
Figura 2	15
Figura 3	22
Figura 4	23
Figura 5	23
Figura 6	25
Figura 7	25
Figura 8	26
Figura 9	29
Figura 10	

un control químico y un testigo..... 30

Figura 11 Germinación de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), en relación
a su nivel de infección, luego de la exposición a radiación solar 32

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

RESUMEN

Lupinus mutabilis (Chocho) se origina de la zona andina de Sudamérica, posee un alto valor nutritivo, por ser una fuente valiosa de proteínas, y de grasa siendo importante para la alimentación humana. Sin embargo es susceptible a la antracnosis causada por *Colletotrichum acutatum*, que provoca lesiones letales en la planta, provocando grandes pérdidas en el cultivo. El objetivo de esta investigación fue reducir la infección de antracnosis en semilla de cinco cultivares de chocho, por efecto del calor solar. La investigación se llevó a cabo en la carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I. Para lo cual se procedió a sembrar las variedades e inocularlas a los dos y tres meses con una solución de esporas de *C. acutatum* con una concentración de 10^5 UFC/ml, la respuesta a la antracnosis se evaluó en base a la ausencia o presencia de la misma. Las semillas fueron sometidas a tres tratamientos de solarización (T3 =5 horas por 10 días, T2 = 4 horas por 7 días y T1 = 3 horas por 3 días) un tratamiento químico (vitavax T4) y un testigo (T5), toda la información de la solarización fue tomada mediante una estación meteorológica portátil. Los tratamientos T1 y T3, con una acumulación de temperatura de 42,87°C y 41.41°C respectivamente presentaron mayor control de enfermedad y los genotipos F8 (ECU 2658 x ECU 8415) y ECU 2658 fueron quienes presentaron mayor resistencia a la enfermedad, y presentaron mejor potencial germinativo al igual que los tratamientos T1, T4 y T5, en los cuales se observó mayor germinación.

PALABRAS CLAVE:

SOLARIZACIÓN

SOLUCIÓN DE ESPORAS

COLLETOTRICHUM ACUTATUM

LUPINUS MUTABILIS

GENOTIPOS DE CHOCHO

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

ABSTRACT

Lupinus mutabilis (Chocho) is originated in the Andean region of South America, has a high nutritional value, being a valuable source of protein and fat to be important for human consumption. However it is susceptible to anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*, cause lethal damage to the plant, causing serious losses in the culture. The objective of this research was to reduce anthracnose infection in five cultivars seed pussy, the effect of solar heat. The research was conducted in Agricultural Engineering Career IASA I. To which we proceeded to plant varieties and inoculated at two and three months for a solution of *C. acutatum* spores at a concentration of 10^5 CFU / ml, anthracnose response was evaluated based on the presence or absence thereof. The seeds were subjected to three treatments of solarization (T3 = 5 hours 10 days, T2 = 4 hours for 7 days and T1 = 3 hours for 3 days) a chemical treatment (Vitavax T4) and a control (T5), the entire solarization information was taken using a portable weather station. Treatments T1 and T3, with a temperature buildup 42.87° C and 41.41° C respectively had higher disease control and F8 genotypes (ECU 2658 x ECU 8415) and ECU 2658 were those presented greater resistance to disease, and showed better germination potential as the T1, T4 and T5 in which higher germination was observed.

KEYWORDS:

SOLARIZATION

SPORE SOLUTION

COLLETOTRICHUM ACUTATUM

LUPINUS MUTABILIS

GENOTYPES OF CHOCHO

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El chocho también conocido como lupino o tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) se origina de la zona andina de Sudamérica, siendo así la única especie americana de éste género domesticada y cultivada como una leguminosa (Blanco, 1982). Esta especie está distribuida desde Colombia hasta el norte de Argentina. Un estudio realizado por FAO (1986) mostró que el chocho en Perú, Bolivia, Ecuador y Chile constituía un rubro prioritario, mientras que en Argentina y Colombia un rubro de prioridad media.

El Lupinos es una leguminosa de la familia Fabaceae, planta herbácea erecta de tallos robustos, algo leñoso, alcanza una altura de 0.8 a 2.0 m, tiene una raíz pivotante vigorosa que puede extenderse hasta tres metros de profundidad. Los frutos son vainas o legumbres muy parecidas a la arveja, de 5 a 12 centímetros de longitud; cada vaina contiene un número considerable de semillas, que son las partes utilizables de la planta, miden entre 0,5 a 1,5 centímetros.

Un kilogramo tiene 3500 a 5000 semillas. La variación en tamaño depende tanto de las condiciones de crecimiento como del genotipo o variedad. La semilla está recubierta por un tegumento endurecido que puede constituir hasta el 10% del peso total y son usadas en la alimentación humana, ya que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial (Gross, 1982).

Debido a su alta calidad nutritiva y por ser una fuente valiosa de proteínas (41 a 51%), y de grasa (14-24%), el chocho ha despertado interés también en Europa (Gross, 1982). Por lo que se podría decir que esta especie tiene un gran potencial para la alimentación humana.

La antracnosis es una enfermedad de difícil control, causa efectos devastadores en la producción de varios cultivos especialmente en chocho.

El método utilizado generalmente para controlar la antracnosis es mediante la aplicación constante de fungicidas sintéticos, pero esto ha causado ciertos riesgos para la salud humana, al ambiente y además provoca cambios metabólicos en la planta con disminución de la resistencia a enfermedades y plagas, considerándose un método ineficaz y costoso (Sherwood, 2002).

1.2. JUSTIFICACIÓN

El chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) es una leguminosa de origen andino, de importancia estratégica en la alimentación por su alto contenido de proteína (40%) y por sus características agronómicas, como rusticidad, capacidad de fijación de nitrógeno y adaptabilidad a medios ecológicos más secos, ubicados entre 2800 y 3600 metros sobre el nivel del mar (Rivera, 1998).

En el mundo existen cuatro especies principales de lupin o domesticadas: *Lupinus albus* (lupino blanco), *Lupinus luteus* (lupino amarillo), *Lupinus angustifolius* (lupino azul, Europeo proveniente del viejo mundo) y *Lupinus mutabilis* (tarwi, chocho proveniente del nuevomundo) (Rivera, 1998).

El chocho es consumido por buena parte de la población del Ecuador (71% en la Sierra, 10% en el Oriente y 19% en la Costa) (Caicedo y Peralta 2001), y en base a que el mayor centro de producción de chocho se encuentra en Cotopaxi (484 TN) (Caicedo y Peralta, 2001). Según la información del Ministerio de Agricultura, el chocho es un cultivo donde se ha visto dentro de los cuidados fitosanitarios de procedencia química y natural para llegar a un buen rendimiento.

En el Ecuador, el cultivo de chocho se ve altamente afectado por antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum acutatum* (Falconí, 2012), enfermedad que puede provocar serias pérdidas económicas ya que el 32% de la producción es monocultivo y el 40% del cultivo de chocho como asociado, no logran ser cosechados y en muchas de las ocasiones la enfermedad está presente en la semilla, desde el momento de la siembra por lo que un método de control para evitar la enfermedad a la siembra es la desinfección de semillas (Geoff, 2003).

El beneficio de obtener plantas y semilla de chocho de buena calidad, es condición prioritaria para el productor, ya que puede beneficiarse económicamente. En el campo y en la época de post cosecha se observa el efecto negativo de las especies del género *Colletotrichum*, este patógeno ataca ocasionando mal formaciones en las semillas infectadas, producción de micelio sobre la superficie, pudrición de vainas y semillas, o en ocasiones tener masas de esporas de color rosado. Las semillas también pueden estar infectadas con antracnosis y no mostrar síntomas (Geoff, 2003).

Lo que se busca es enfatizar este cultivo andino en el Ecuador, desarrollando investigaciones, en este caso implementar una tecnología barata, sustentable y amigable con el medio ambiente, como es la utilización de radiación solar para controlar, reducir e incluso poder eliminar la antracnosis de las semillas de chocho, con la finalidad de realizar la divulgación de esta tecnología a pequeños y medianos productores para así poder resaltar este cultivo a nivel del Ecuador.

Previa a esta investigación se desarrolló un estudio realizado por Padilla (2013), en la cual se establecieron tiempos y días de exposición al sol de semillas de chocho infectadas, en la cual a 7 horas y 7 días de solarización.

Se obtuvo resultados favorables en el control de la enfermedad pero como respuesta contraproducente se obtuvo una pérdida germinativa de las semillas, motivo por el cual en esta investigación basándose en el estudio realizado anteriormente lo que se busca es mantener, e incrementar el control de la enfermedad manteniendo la viabilidad de las semillas para así establecer una técnica base con la cual se pueda llegar a medianos y grandes productores de chocho dentro del país.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema

La Antracnosis causada por el hongo *C. acutatum*, es una enfermedad que ataca a la semilla de chocho y habita en la misma, constituyéndose como una enfermedad muy seria ya que causa significativas pérdidas en la producción pudiendo llegar hasta el 100% en cultivares de chocho (Thomas 2003; Falconí 2012).

1.3.2. Efectos

La Antracnosis (*C. acutatum*) es una enfermedad devastadora que afecta los tallos, hojas, vainas y semillas, en los tallos se producen manchas necróticas; el ataque continúa en las hojas y brotes terminales, destruyendo los primordios florales con lo que afecta seriamente la producción de granos.

Las vainas atacadas presentan lesiones hundidas de color rojo vino a pardo. Las semillas tienen un aspecto "semilla deshidratada" en los ataques severos, en cambio los ataques leves no se advierten fácilmente, menos en semillas oscuras.

1.3.3. Causas

Falta de conocimiento en el manejo de semilla de chocho y utilización de nuevas tecnologías económicas y de bajo impacto ambiental, como la utilización de calor solar para la desinfección de semillas previa a su siembra, son causantes de la difusión de la enfermedad a lo largo del país.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Reducir la infección de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en semilla de cinco cultivares de chocho (*Lupinus mutabilis*) por efecto del calor solar.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Obtener semilla infectada proveniente de cinco cultivares de chocho para realizar tratamientos de solarización a las mismas.
- Exponer semilla de chocho con tres niveles de infección al calor solar para evaluar su control frente a la enfermedad.
- Determinar el nivel de infección en semillas proveniente de cinco cultivares de chocho posterior a la exposición solar.

- Divulgar la tecnología generada a través de un artículo técnico-científico o un boletín divulgativo.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CHOCHO

El chocho contiene un nivel nutricional superior debido a que la proteína que contiene es rica en lisina, aminoácido vital y de mucha importancia nutricional (Sherwood, 2002). El chocho presenta un alto valor nutritivo como fuente de proteína, grasa y fibra. Al mezclar chocho con algunos cereales, se logra un alimento que en cuestión de balance de aminoácidos, es casi ideal para los seres humanos; por lo tanto el chocho podría convertirse en otro “grano de soya”, constituyéndose en algunos países como Perú, Chile, México, Inglaterra, Rusia, Polonia, Alemania, Sudáfrica y Australia en una fuente importante de investigación (Sherwood, 2002).

A pesar de ser un alimento altamente nutritivo no puede ser usado directamente en la alimentación humana debido a la presencia de sustancias anti nutricionales como los alcaloides tipo quinolizidínicos, los cuales son amargos y tóxicos siendo su consumo altamente peligroso para el hombre y para los animales (Gross, 1982).

Tiene un gran potencial no solo para la alimentación humana, sino también para la alimentación de animales. Sin embargo, varias características desfavorables han obstaculizado su cultivo, en particular su crecimiento indeterminado y alto contenido de alcaloides. Se estima que el área total del cultivo de chocho en los Andes alcanza las 10.000 ha (Jacobsen, 2002).

Debido a su alto contenido de proteínas y grasa, el chocho es conocido como la soya andina. En relación con otras leguminosas, el chocho contiene mayor porcentaje de proteínas y es particularmente rico en lisina.

Además tiene una alta calidad de grasa, con 3 a 14% de ácidos grasos esenciales de la cantidad total de grasa; por lo que el aumento en el consumo de chocho podría conducir a una mejora de la salud y del estado nutricional de las poblaciones marginadas en Ecuador (Sherwood, 2002).

Los crecientes niveles de obesidad en las zonas urbanas de América Latina también podrían enfrentarse con una mayor disponibilidad de productos ricos en ácidos grasos esenciales como el chocho, especialmente en áreas donde la demanda no está siendo satisfecha actualmente (Gross, 1982). El chocho, al igual que otras leguminosas, fija su propio nitrógeno, y constituye un abono verde excelente, capaz de fijar 400 kg, de nitrógeno por hectárea.

Finalmente, además, las cualidades del chocho desde el punto de vista agrícola, pueden conducir a mejorar la salud de manera directa al disminuir los efectos negativos de la sobre exposición a plaguicidas o indirectamente al disminuir la contaminación ambiental (Caicedo y otros 1998), ya que el chocho puede contribuir al manejo de plagas en el sistema de cultivo andino, actuando como una barrera contra el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), la plaga de papa que más demanda el empleo de plaguicidas en la Sierra de Ecuador (Sherwood, 2002).

2.1.1. Origen y distribución

Rodríguez (2003), manifiesta que es de origen sudamericano y fue mejorado y cultivado por la civilización Incaica Actualmente continúa su cultivo a nivel comercial en Ecuador, Perú y Bolivia y a nivel experimental en otros países sudamericanos y europeos como así también en Nueva Zelanda.

Jeger (1992), menciona que el chocho es originario de la región andina de Ecuador, Perú y Bolivia, ya que en ella se encuentra la mayor variabilidad genética.

2.1.2. Clasificación botánica

Rivadeneira (1999), cita que la clasificación taxonómica de *L. mutabilis* Sweet es: División, Espermatofita; Sub – división, Angiosperma; Clase, Dicotiledóneas; Sub – clase, Arquiclamideas; Orden, Rosales; Familia, Leguminosa; Sub – Familia, Papilionoideas; Tribu, Genisteas; Género, *Lupinus*; Especie, *Mutabilis*; Nombre Científico, *Lupinus mutabilis* Sweet; Nombres comunes, Chocho, tahuri, tarwi.

Caicedo y Peralta (2001), mencionan que el chocho es una planta herbácea anual que se adapta a diferentes tipos de suelo. La raíz es pivotante y robusta. Estas raíces pueden alcanzar una profundidad de hasta 2 m y el desarrollo radicular se ve influenciado por la fertilización, el abastecimiento de agua, la textura del suelo y de las propiedades físicas y químicas del subsuelo. Se han encontrado cepas de *Rhizobium lupini* con gran eficacia e infectividad y su presencia está altamente correlacionada con plantas más vigorosas y productivas.

Cada planta puede llegar a producir hasta 50 g de nódulos. El tallo se caracteriza por su vigor y tamaño, ya que su altura fluctúa de 0,50 a 2,50 m, con un promedio de 1,80 m. El color del tallo varía de verde a gris - castaño, según el grado de tejido leñoso, si el contenido de antocianina de la planta es alto, el color verde de la clorofila queda cubierto por un intenso azul – rojizo. Las hojas son digitadas, con 5 a 12 folíolos oblongo lanceolados, delgados; posee pequeñas hojas estipulares en la base del pecíolo.

Caicedo y Peralta (2001), citan que la pigmentación de la corola de las flores puede variar entre blanco, crema, amarillo, púrpura, azul - púrpura, rosado y se debe a las antocianinas y flavonas que tenga la planta.

La corola está formada por cinco pétalos que son: un estandarte, dos quillas y dos alas. La quilla envuelve al pistilo y a los diez estambres monadelfos. Las anteras son de dos tamaños dispuestos alternadamente. El estilo es encorvado y el cáliz presenta un borde dentado muy pubescente.

La inflorescencia es de racimo terminal, flores dispuestas en verticilos. Es mayor en longitud en el eje principal y disminuye progresivamente en las laterales. En una inflorescencia se puede contar más de 60 flores, aunque no todas ellas llegan a formar frutos.

La vaina es alargada de 5 a 12 cm, según el número de semillas. Las vainas pueden contener hasta 9 semillas (Caicedo y Peralta, 2001).

Se ha encontrado amplia variabilidad genética en cuanto al color de la semilla, el mismo que va desde el blanco puro hasta el negro, pasando por colores intermedios como el amarillo, bayo, pardo, gris, etc., con una amplia gama de pigmentaciones secundarias en el tegumento de la semilla.

2.1.3. Características de la semilla

Las semillas del tarwi están incluidas en número variable en una vaina de 5 a 12 cm y varían de forma (redonda, ovalada a casi cuadrangular), miden entre 0,5 a 1,5 cm. Un kilogramo tiene 3500 a 5000 semillas.

La variación en tamaño depende tanto de las condiciones de crecimiento como del ecotipo o variedad (Rivadeneira, 2012). La semilla está recubierta por un tegumento endurecido que puede constituir hasta el 10% del peso total. “Los colores del grano incluyen blanco, amarillo, gris, ocre, pardo, castaño, marrón y colores combinados como marmoleado, media luna, ceja y salpicado” (Thomas 2003).

La semilla del chocho consta de una cubierta de la semilla (también llamada testa) y el embrión. El embrión bien desarrollado consiste en dos cotiledones, cinco o seis primordios foliares (Thomas 2003).

Los cotiledones representan aproximadamente el 17 por ciento del peso de la semilla, y la testa casi el 25 por ciento de la misma. Si la semilla está muy seca, la semilla puede ser muy frágil y vulnerable a daños durante la cosecha y en la siembra. El apareamiento de grietas puede inhibir la germinación o reducir el vigor en el establecimiento del cultivo (Thomas 2003).

2.1.4. Ciclo vegetativo

Rivadeneira, 2012 menciona que el período vegetativo del tarwi varía entre los siete y ocho meses. La inflorescencia aparece entre los 36 y 71 días después de la germinación y la primera flor, entre los 52 y los 88 días. Existen eco tipos precoces de 5-6 meses de período vegetativo y otros tardíos, de más de siete meses. Desde el punto de vista de manejo de plagas se pueden considerar las siguientes etapas fenológicas:

Tabla 1.

Etapas fenológicas del cultivo de chocho.

Etapas	Características
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 (2 cm de longitud).
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).

Las fases más susceptibles o críticas al ataque de plagas son la fase de plántula y las que abarcan desde la floración a la cosecha. La primera, por la posible pérdida de plantas debido al ataque de gusanos cortadores y las últimas, por el daño directo que puede ocurrir en las vainas debido al ataque de perforadores de vainas, insectos de raíces y enfermedades que atacan a las vainas, como la antracnosis y el quemado de tallo (Rivadeneira, 2012).

CAPÍTULO III

ANTRACNOSIS

3.1. GENERALIDADES

Colletotrichum está implicado en enfermedades de plantas especialmente con antracnosis alrededor del mundo. En el Ecuador es causada por el hongo *Colletotrichum acutatum* (Falconí et al, 2013), además por tener la habilidad para causar infecciones latentes, se ha ubicado a *Colletotrichum* entre los patógenos más importantes en campo y en post cosecha (Bailey y Jeger, 1992). El género *Colletotrichum* fue establecido por Corda en 1831.

3.2. SINTOMAS

Causa pérdidas en el establecimiento de la siembra a través de la semilla contaminada. Las lesiones de antracnosis pueden desarrollarse sobre todas las partes de la planta de chocho cultivado o silvestre. El síntoma más distintivo es el doblamiento o torcedura del tallo central con una lesión sobre la zona doblada. Esta es particularmente observable cuando el cultivo está floreciendo. Las lesiones de los tallos son generalmente de color café oscuro y de hasta 2 cm de largo. Las masas de esporas son rosadas o algunas veces anaranjadas y se desarrollan sin existir lesiones. El tallo se observa en ocasiones completamente torcido o debilitado hasta romperse. Ambos el tallo principal y ramas laterales pueden ser afectados. Las lesiones en hojas no son numerosas pero pueden ser vistas como manchas con bordes café oscuros. La semilla infectada puede estar mal formada, tener micelio sobre la superficie, o en ocasiones tener masas de esporas de color rosado. Las semillas también pueden estar infectadas con antracnosis y no mostrar síntomas (Thomas 2003).

3.3. CICLO DE VIDA DE COLLETOTRICHUM

La infección inicial viene de esporas o micelio transportados en semilla infectada (el hongo puede sobrevivir más de dos años dentro de la semilla) (Geoff, 2003). Las plántulas que emergen de semilla infectadas pueden desarrollar lesiones sobre tallo, hipocotilo, cotiledones, peciolo de hojas o tallos (Figura 1).

Luego de unos pocos días, las lesiones producen esporas en abundancia, las cuales son diseminadas por gotas de lluvia. La mayoría de esporas se dispersan solamente unos pocos metros, pero algunas pueden trasladarse mayores distancias por efecto de fuertes vientos, maquinaria agrícola, animales e insectos (Thomas 2003). Cuando las condiciones climáticas no son las apropiadas las esporas se protegen en una matriz durante el tiempo de invierno ya que las lluvias disminuyen la viabilidad del hongo. Las esporas necesitan una película de humedad en la superficie de la planta por lo menos cuatro horas hasta germinar y penetrar el tejido.

Una mayor infección resultará cuando existan largos periodos de humedad. Luego de la penetración, el hongo coloniza los tejidos de la planta y a los pocos días ya se observan las lesiones. Humedad y temperatura incrementan los síntomas y producción de esporas (Thomas 2003).

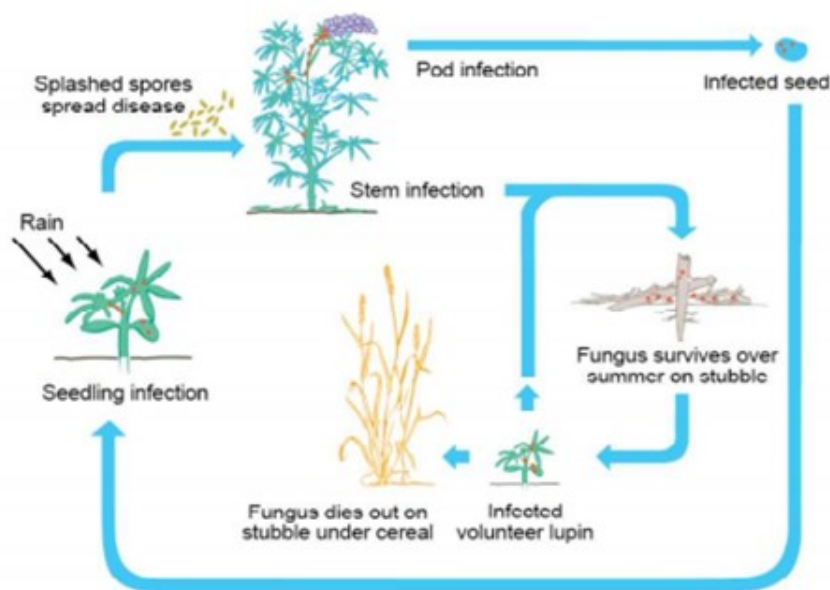


Figura 1. Ciclo de vida *C. acutatum* Fuente: Geoff, 2003.

3.4. DISEMINACIÓN

Por el salpicado de conidias a causa de la lluvia desde los tejidos enfermos a tejidos sanos. Se caracteriza por ser transmisible por semilla y establecerse desde los primeros

estados de desarrollo de las plantas, causando pérdidas de población inicial. Los granos de sementeras afectadas serán portadoras de la enfermedad, por lo tanto no pueden ser utilizados como semillas (Madariaga, 2008).

3.5. SUPERVIVENCIA

C. acutatum en chocho sobrevive en rastrojo de plantas enfermas, y en semilla de agricultores (Thomas 2003).

3.6. CONTROL DE LA ENFERMEDAD

Los tratamientos de fungicidas en semillas reducen la transmisión de antracnosis de la semilla, pero no erradican la infección en semillas transportadas (Romer 1999, Thomas y Sweetingham 2003). La infección en semilla almacenada se reduce naturalmente con el tiempo (Weimer 1952) y aumentando la temperatura de almacenamiento desde 10° C a 30°C provoca una disminución más rápida de la infección (*Colletotrichum lupini* y *Colletotrichum gloeosporioides*) en (cv. Myallie, Belara, Quilinoch) (Thomas y Sweetingham 1999).

Cortos períodos de almacenamiento a temperaturas más altas también pueden reducir los niveles de infección, al igual que tratamientos de agua alrededor de 50 a 52°C y el aire caliente a 70-75 °C han reducido significativamente la infección de antracnosis de las semillas de chocho (Weimer, 1952;. Lindner, 1999).

3.6.1. Efecto del calor seco en el control de antracnosis en chocho

Esto se ha utilizado poco, a pesar de las diferentes combinaciones de temperatura han dado resultados prometedores contra ciertos patógenos, mientras que atenta contra otros hongos patógenos.

La eficacia del calor solar en el control de las infecciones por hongos de semillas se puso a prueba mediante el secado de las semillas en el suelo de hormigón, papel marrón para 0, 4, 8 y 12 horas.

El tratamiento térmico de las semillas puede reducir con éxito, y en algunos casos eliminar la antracnosis transmitida por semilla. Thomas y Sweetingham (1999) encontraron que incrementando la temperatura de almacenamiento de 10 ° C a 30 ° C la semilla redujo significativamente los niveles de infección.

Aunque este efecto se produjo durante un periodo de 3-6 meses, los efectos más rápidos son evidentes en mayores temperaturas. La exposición de las semillas a temperaturas de 60 a 80 ° C durante períodos de una semana o menos significativamente reducen los niveles de infección. Weimer (1952) cita que la infección de semillas con antracnosis en chochos se redujo en un 80% después de tratamiento de aire caliente por 7 horas a 70 ° C y erradicada después de un similar período a 75 ° C.

El uso de técnicas de alta temperatura para la reducción de la infección por *C. acutatum* puede no ser adecuado para todas las semillas (cultivares), debido a la posibilidad de efectos adversos sobre la viabilidad de la semilla por lo que se requieren metodologías apropiadas para su utilización con resultados favorables.

CAPÍTULO IV MATERIALES Y METODOS

4.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en la Hacienda el Prado, campus de la Facultad de Ciencias Agropecuarias IASA I.



Figura 2. Fotografía del lugar de la investigación. Fuente: Google Earth

4.1.1. Ubicación Política

Provincia: Pichincha

Cantón: Rumiñahui

Parroquia: San Fernando Hda. El Prado

Lugar: laboratorios de la Carrera de Ciencias Agropecuarias (IASA I)

4.1.2. Ubicación Geográfica

La investigación se realizó en la Hda. El Prado que se encuentra ubicada en Ecuador, provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui, parroquia San Fernando a, $0^{\circ} 23' 27.98''$ (S) y $78^{\circ} 24' 49.16''$ (O) y a una altitud de 2745 msnm.

4.1.3. Ubicación Ecológica

Precipitación media anual: 1200 mm, de régimen bimodal.

Temperatura media anual: 13.98 ° C

Humedad relativa: 63,41%

Suelos: Textura Franco Arcilloso (FAC) a Franco Arcillo Limoso (FAcL) o Fraco Arcillo Arenoso (FACAr), pH ácido a ligeramente ácido, contenido medio de materia orgánica, buen drenaje, suelos profundos, colores oscuros.

Vegetación: Bosque Montano Bajo.

4.2. MATERIALES

4.2.1. Insumos y materiales de campo

Para el presente proyecto se utilizó semilla previamente seleccionada de cinco diversos genotipos proporcionadas por el Laboratorio de control Biológico, las cuales fueron sembradas en un invernadero experimental perteneciente al área de investigación del Instituto Agropecuario Superior Andino (IASA I), se utilizó purín a base de estiércol de ganado y alfalfa en una relación de 50:50 la cual se aplicó en campo a razón de 12 lt/Ha, esto se aplicó en campo para un buen desarrollo de las plantas y promover su crecimiento, posterior a esto se elaboró una solución de esporas (Cepas) que se aplicaron con la ayuda de un atomizador en dos diversas etapas de las plantas.

4.2.2. Insumos y materiales de laboratorio

En esta etapa las semillas cosechadas se colocaron dentro de fundas de plástico transparentes las mismas que fueron expuestas al sol, con la ayuda de una estación meteorológica de modelo Professional Weather Center (Weather Pro 2317), proporcionada por el Laboratorio de control Biológico, se procedió a la toma de datos de los diferentes tratamientos, posterior a esto las semillas tras cada tratamiento fueron sembradas en cajas petri desechables de 15 cm de diámetro, que contenían medio PDA, para su análisis de infección.

4.3. MÉTODOS

4.3.1. Obtención de semilla infectada proveniente de cinco cultivares de chocho

Se contó con 250 plantas de chocho por cada genotipo, dentro del invernadero del área de investigación de la Hacienda el Prado, se establecieron 83 golpes para cada genotipo dentro de una cama de 29 metros con espaciamiento de 0,35 metros entre golpe y golpe, los genotipos son: ECU-722-4, ECU 2658-2, ECU-8415, F8 (ECU 2658 x ECU 8415) e INIAP-450 ANDINO. Se realizó una fertilización con purín para promover la floración, el crecimiento de la planta como raíces y frutos debido a la presencia de hormonas vegetales de crecimiento.

Se inocularon las plantas en el segundo mes, a los 3,5 meses de la siembra con una solución de esporas de *C. acutatum*. Para la obtención del patógeno se colectó muestras de chocho con síntomas de antracnosis y se aislaron en laboratorio. Para la obtención de un cultivo monospórico se trabajó con la técnica del rayado (doble estriado por agotamiento) (Falconi, 1998). La preparación del inóculo se realizó a partir de cultivos monospóricos esporulados, recuperando las conidias mediante lavado con ADE y filtrado a través de dos capas de gasa. Una vez obtenida la solución de conidias se realizó el conteo de las mismas en el hematócmetro calibrando el inóculo a las concentraciones 10^5 ufc/ml.

Tras el ciclo del cultivo se procedió a la cosecha de semillas de las plantas de chocho inoculadas, las cuales se llevaron hacia el laboratorio para sus respectivos tratamientos.

4.3.2. Exposición de semilla de chocho con tres diferentes niveles de infección al calor solar.

Se tomaron las semillas de cada uno de los genotipos sembrados, se dividieron en tres grupos según la escala utilizada dentro del laboratorio de control biológico: 1) semillas enfermas, 2) semillas medianamente enfermas y 3) semillas aparentemente

sanas, las cuales fueron expuestas a tres tratamientos distintos: 5 horas por 10 días, 4 horas por 7 días y 3 horas por 3 días. Se midió la temperatura y la humedad dentro de la funda de plástico en la cual se encontraron las semillas expuestas al sol. La exposición al sol se realizó en la mañana a partir de las 8 A.M. y posterior al tiempo de cada tratamiento las semillas fueron guardadas. La temperatura y humedad relativa de las semillas se midió con una estación meteorológica móvil.

4.3.3. Evaluación del nivel de infección en semillas proveniente de cinco cultivos de chocho posterior a la exposición solar.

Posterior a la solarización se sembraron las semillas de cada genotipo en cajas Petri desechables de 15 cm de diámetro por 1,5 cm de alto que contenían medio PDA. Se compararon las semillas expuestas al sol con las semillas desinfectadas con vitavax y con semillas que no recibieron ningún tratamiento,

Posterior a esto se verificó la viabilidad y el grado de infección de las semillas y se procedió al análisis de resultados e interpretación de los mismos.

4.3.4. Presentación de la tecnología generada a través de un artículo técnico-científico o un boletín divulgativo.

Obtenidos los análisis de laboratorio se realizó una discusión con la cual se elaborarán boletines en los que constará la información perteneciente a la investigación, así se dará a conocer a los agricultores el método de control más específico para la enfermedad.

4.3.5. Diseño experimental

4.3.5.1. Factores a probar

En la presente investigación habrán dos factores a probar: semilla de cada genotipo y tiempo de exposición al sol; en la cual se determinará la correlación entre el genotipo y el tiempo de exposición al sol.

4.3.5.2. Tratamientos

Se realizó tres tratamientos de exposición al sol en los cuáles hubo tres subgrupos de cada uno de los genotipos, 1) semillas enfermas, 2) semillas medianamente enfermas y 3) semillas aparentemente sanas. Cada uno de los grupos de semillas fueron colocadas en fundas plásticas transparentes para su exposición al sol, se incluyó un tratamiento de semillas desinfectadas con vitavax y otro lote con semillas sin ningún tratamiento.

Tabla 2.

Tratamientos comparados.

Tratamientos	Tiempos de exposición al sol de semillas
T0	Semillas sin solarización
T1	5 horas diarias por 10 días
T2	4 horas diarias por 7 días
T3	3 horas diarias por 3 días
T4	Semillas desinfectadas con vitavax

4.3.5.3. Tipo de diseño

En este experimento se usó un diseño completamente al azar, en un arreglo factorial $5 \times 5 \times 3 \times 3$, se contará con 225 unidades experimentales, en las mismas que se analizaron viabilidad de la semilla, grado de infección, y la correlación que pueda existir entre genotipos y tiempo de exposición al sol.

4.3.5.4. Características de la Unidad Experimental

La unidad experimental dentro de la investigación fue una caja Petri, en la cual se sembró en medio PDA con 10 semillas de cada uno de los genotipos.

4.3.6. Análisis Estadístico

4.3.6.1. Esquema de análisis de varianza

El efecto de la solarización en semillas al igual que el grado de germinación y el grado de infección en la semilla fue analizado aplicando un análisis de varianza.

Tabla 3.

Esquema del Análisis de Varianza.

F. de Var	GL
Total	90
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Genotipos	4
Tiempos de exposición solar	2
Genotipos x exposición solar	8
Error	79

4.3.6.2. Coeficiente de variación

$$CV = 100 \frac{\sqrt{\text{Cuadrado medio del error}}}{\bar{X}}$$

4.3.6.3. Análisis Funcional

Para el análisis estadístico se realizó la prueba de Fisher y la mínima diferencia significativa (LSD) para comparar entre tratamientos con un error del 5%.

4.3.7. Variables medidas

4.3.7.1. Grados de calor acumulado por solarización

Las semillas fueron expuestas a tres tiempos distintos de exposición al sol, cinco horas diarias por diez días, cuatro horas diarias por siete días y tres horas diarias por tres días, la temperatura y la humedad relativa fueron medidas por medio de la estación meteorológica móvil, lo que nos proporcionó datos de las temperaturas acumuladas y la humedad relativa acumulada dentro y fuera de los plásticos que recubrieron a las semillas.

4.3.7.2. Porcentaje de semillas viables expuestas al sol

En base al porcentaje de semillas se determinó la viabilidad de las semillas después de ser expuestas al sol durante los diferentes periodos de tiempo, esto nos permitirá adoptar un tratamiento práctico para los agricultores.

4.3.7.3. Reducción de infección de antracnosis en semillas

Se determinó el grado de infección por el efecto del tiempo de exposición, así se determinó el tratamiento más óptimo para reducir la enfermedad.

4.3.7.4. Genotipos de semillas que mejor respondan a los tratamientos

Se determinó la respuesta de cada genotipo de los distintitos tratamientos de exposición al sol y el nivel de infección por genotipo.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS

5.1.1 Temperatura promedio recibida por semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), luego de su exposición a la radiación solar.

Las semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*) fueron sometidas a tres tiempos de exposición a la radiación solar; tres horas por tres días, cuatro horas por siete días y cinco horas por diez días. Las temperaturas a las cuales se sometieron las semillas fueron colectadas mediante una estación meteorológica automática.

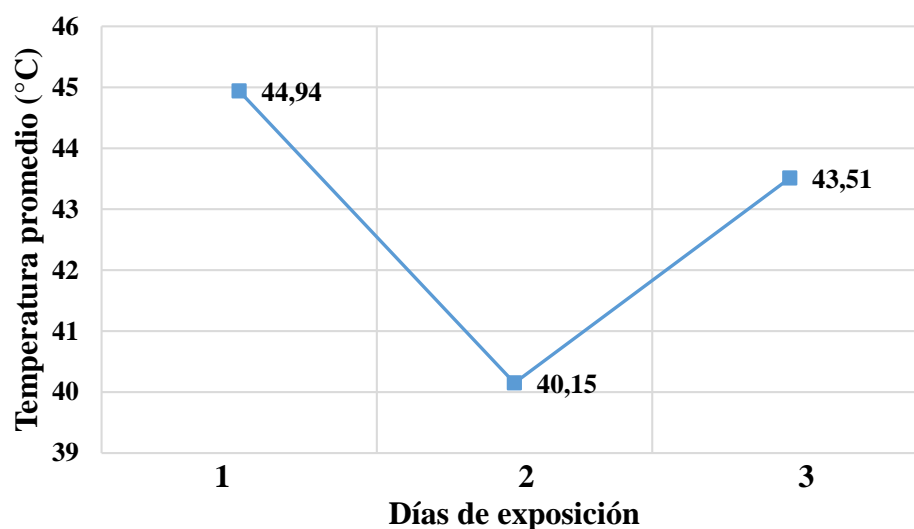


Figura 3. Temperatura promedio en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), durante su exposición a la radiación solar por tres horas durante tres días. n = 57; grados centígrados promedio = 42,87°C; Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

La temperatura promedio que recibieron las semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), expuestas a la radiación solar por tres horas durante tres días, expresada en grados centígrados fue; en el primer día 44,94°C, durante el segundo día 40,15°C y en el tercer día 43,51°C. El promedio de temperatura acumulada fue de 42,87°C (Figura 3).

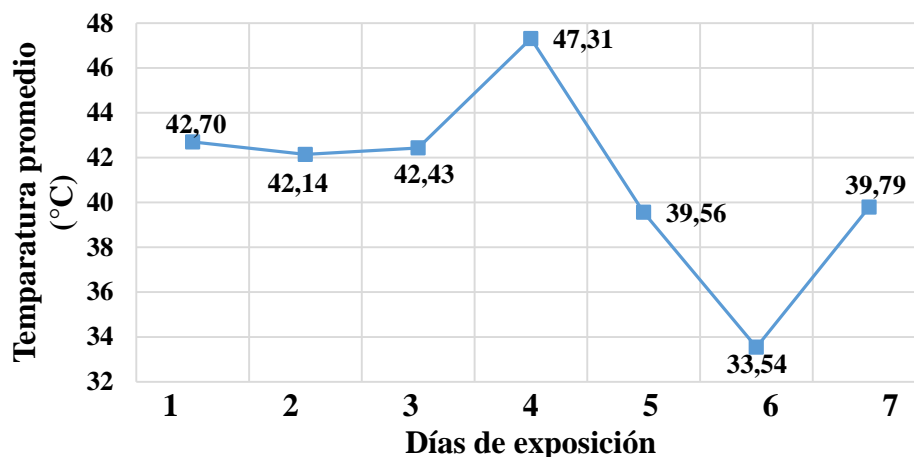


Figura 4. Temperatura promedio en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), durante su exposición a la radiación solar por cuatro horas durante siete días.

n = 175; grados centígrados promedio = 41,07°C; Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

La temperatura promedio que recibieron las semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), expuestas a la radiación solar por cuatro horas durante siete días, expresada en grados centígrados fue; en el primer día 42,70°C, en el segundo día 42,14°C en el tercer día 42,43°C, en el cuarto día 47,31°C, en el quinto día 39,56°C, en el sexto día 33,54°C y en el séptimo día 39,79°C. El promedio de temperatura acumulada fue de 41,07°C (Figura 4).

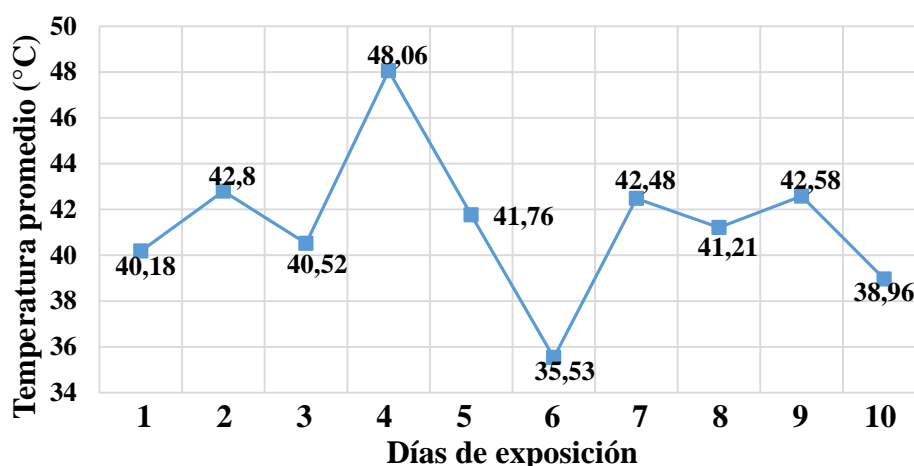


Figura 5. Temperatura promedio en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*) durante su exposición a la radiación solar por cinco horas durante diez días.

n = 310; grados centígrados promedio = 41,41°C; Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

La temperatura promedio que recibieron las semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), expuestas a la radiación solar por cinco horas durante diez días, expresada en grados centígrados fue; en el primer día 40,18°C, en el segundo día 42,80°C en el tercer día 40,52°C, en el cuarto día 48,06°C, en el quinto día 41,76°C, en el sexto día 35,53°C, en el séptimo día 42,48°C, en el octavo día 41,21°C, en el noveno día 42,58°C y en el décimo día 38,96°C. El promedio de temperatura acumulada fue de 41,41°C (Figura 5).

Tabla 4.

Temperatura media acumulada en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), por efecto de tres tratamientos de exposición a la radiación solar

TRATAMIENTOS	n	SD	X °(C)
3 HORAS 3 DÍAS	57	2,46	42,87
4 HORAS 7 DÍAS	175	4,19	41,07
5 HORAS 10 DÍAS	310	3,19	41,41
X TOTAL	542		41,78

Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

Los promedios de temperatura de cada uno de los tres tratamientos presentan poca variabilidad, y con relación a la media general de 41,78 °C.

Se puede observar que el tratamiento que recibió solarización de cuatro horas durante siete días, fue el que presentó mayor desviación estándar (4,19), lo que indica mayor variabilidad de la temperatura durante este periodo (Figura 4). Cabe recalcar que el tiempo de exposición a la radiación solar fue en el mes de enero del 2014, mes en el cual la temperatura es variable de hora a hora y de día a día.

5.1.2. Humedad promedio en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), luego de su exposición a la radiación solar.

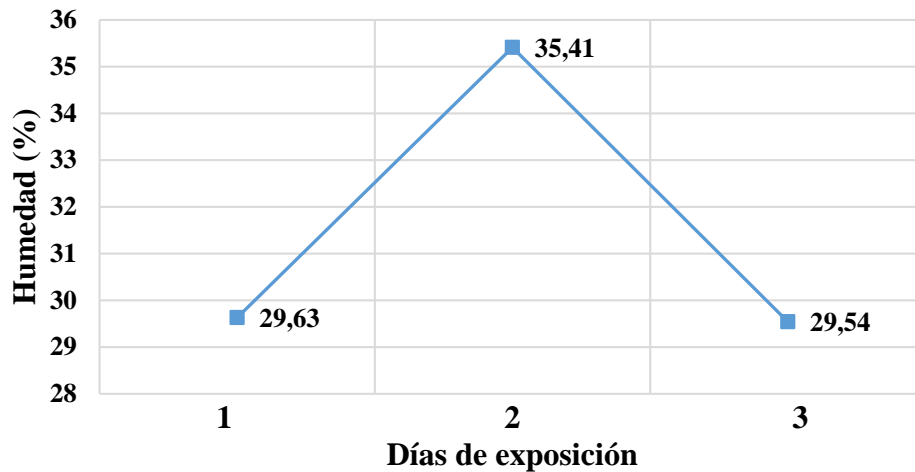


Figura 6. Porcentaje de humedad en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), durante su exposición a la radiación solar por tres horas durante tres días. n = 57; porcentaje de humedad = 31,53 %; Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

El porcentaje de humedad en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), expuestas a la radiación solar por tres horas durante tres días fue; en el primer día 29,63 %, en el segundo día 35,41 % y en el tercer día 29,54 %. La humedad acumulada fue de 31,53 % (Figura 6).

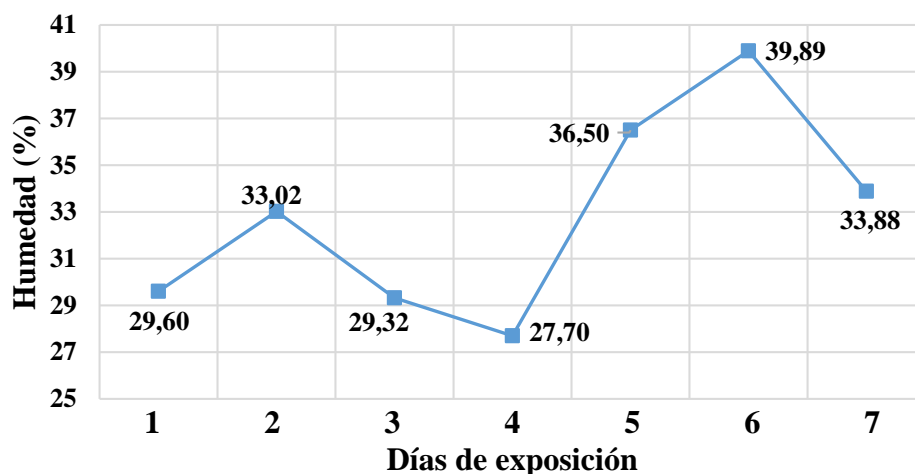


Figura 7. Porcentaje de humedad en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), durante su exposición a la radiación solar por cuatro horas durante siete días.

n = 175; porcentaje de humedad = 32,84 %; Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

El porcentaje de humedad en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), expuestas a la radiación solar por cuatro horas durante siete días fue; en el primer día 29,60 %, en el segundo día 33,02 %, en el tercer día 29,32 %, en el cuarto día 27,70 % en el quinto día 36,50 %, en el sexto día 39,89 % y en el séptimo día 33,88 %. La humedad acumulada fue de 32,84 % (Figura 7).

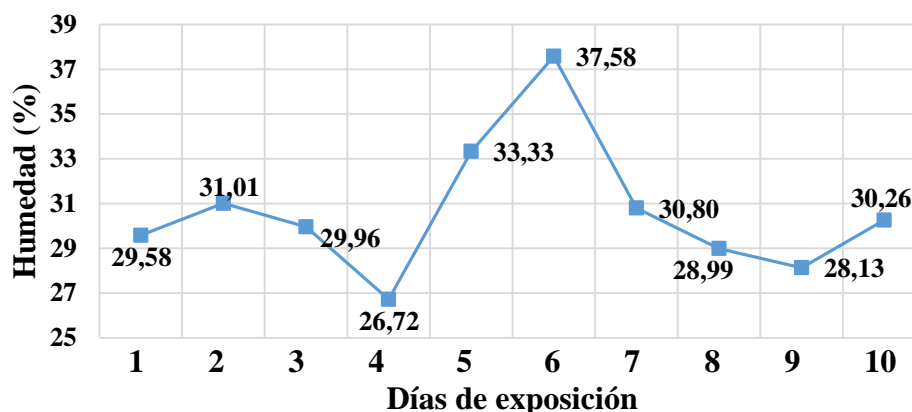


Figura 8. Porcentaje de humedad en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), durante su exposición a la radiación solar por cinco horas durante diez días.

n = 310; humedad promedio = 30,64 %; Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

El porcentaje de humedad en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), expuestas a la radiación solar por cinco horas durante diez días fue; en el primer día 29,58 %, en el segundo día 31,01 %, en el tercer día 29,96 %, en el cuarto día 26,72 % en el quinto día 33,33 %, en el sexto día 37,58 %, en el séptimo día 30,80 %, en el octavo día 28,99 %, en el noveno día 28,13 % y en el décimo día 30,26 %. La humedad acumulada fue de 30,64 % (Figura 8).

Tabla 5.

Porcentaje de humedad acumulada en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), por efecto de tres tratamientos de exposición a la radiación solar.

TRATAMIENTOS	n	SD	X %
3 HORAS 3 DÍAS	57	3,36	31,53
4 HORAS 7 DÍAS	175	4,35	32,84
5 HORAS 10 DÍAS	310	3,01	30,64
X TOTAL	542		31,67

Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

Los porcentajes de humedad acumulada de cada uno de los tres tratamientos presentan poca variabilidad, y con relación a la media general de 31,67 %. Se puede observar que el tratamiento que recibió radiación solar de cuatro horas durante siete días, fue el que presentó mayor desviación estándar (4,35), debido a que la temperatura no se mantuvo estable durante este periodo, dando como resultado una humedad relativa variable (Figura 7).

5.1.3. Infección de semilla

En la presente investigación se utilizaron 2.250 semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), las mismas que fueron clasificadas en tres tipos, semillas altamente infectadas, semillas medianamente infectadas y semillas aparentemente sana. La totalidad de semillas fue distribuida en 225 unidades experimentales (cajas Petri), en las cuales se evaluó la presencia o ausencia del patógeno (*C. acutatum*).

Tabla 6.

Análisis de varianza de la infección de antracnosis (*C. acutatum*) en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), por efecto de tres tiempos de exposición a la radiación solar, en semilla con tres diferentes grados de infección.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	971,46	12	80,95	29,98	<0,0001
GENOTIPO	138,42	4	34,6	12,81	<0,0001
TIPO DE SEMILLA	620,33	2	310,16	114,86	<0,0001
TRATAMIENTOS	212,33	4	53,08	19,66	<0,0001
REP	0,38	2	0,19	0,07	0,9317
Error	572,47	212	2,7		
Total	1543,93	224			
CV			55,10		

U.E =10 Semillas por caja Petri; Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

Al evaluar la presencia de antracnosis en las semillas de chocho, expuestas a tres tratamientos de exposición a radiación solar, se pudo observar diferencias significativas para genotipos ($F=12,81$; $p<0,0001$) (Tabla 6), ya que existió variación entre ellos, otro punto que se consideró fue la alta significancia para tipo de semilla, lo que indica que las semillas enfermas por más que reciban tratamiento la enfermedad no se puede controlar, ($F=114,86$; $p<0,0001$) y para tratamientos ya que la solarización influye en el control de la enfermedad ($F=19,66$; $p<0,0001$).

5.1.3.1. Nivel de infección de antracnosis (*C. acutatum*) por genotipo

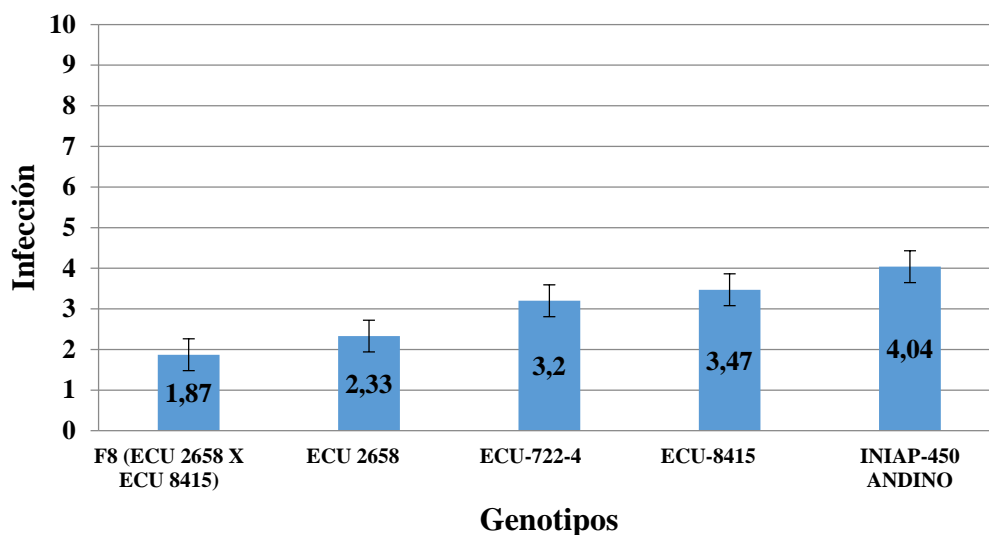


Figura 9. Infección de antracnosis en semilla de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*)

Error = 2,7003; DMS = 0,68289; ($p > 0,05$)

Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

Dentro de cada genotipo conformado por 450 semillas, la media de semillas infectadas por caja Petri, tuvo valores entre 1,87 para F8 (ECU 2658 x ECU 8415) siendo la variedad que menor infección presentó y 4,04 para INIAP – 450 ANDINO siendo la variedad en la que prevaleció la enfermedad, por tanto la más susceptible. Al momento de considerar la radiación solar como un método de control de antracnosis, el genotipo del cual provenga la semilla, tiene influencia en el control de la enfermedad (Figura 9).

Tabla 7.

Análisis de infección de antracnosis (*C. acutatum*) por tipo de semilla.

TIPO DE SEMILLA	Medias	n	E.E.
Aparentemente sana	1,47	75	0,19 a
Medianamente enferma	2,19	75	0,19 b
Enferma	5,29	75	0,19 c
Error		2,7003	
gl		227	

U.E. = 10 semillas; DMS = 0,52897; ($p > 0,05$)

Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

Al analizar el efecto de la radiación solar sobre los tres tipos de semilla (aparentemente sana, medianamente enferma y enferma), se pudo encontrar diferencias significativas entre las mismas ($p > 0,05$) (Tabla 7).

Se encontraron tres grupos bien marcados, semillas aparentemente sanas, semillas medianamente enfermas, que siempre presentaron menor grado de infección y semillas enfermas, que presentaron infección luego de la exposición a los tratamientos de radiación solar.

Las semillas que aparentemente fueron sanas aún estuvieron infectadas, esto se debe a que el patógeno puede sobrevivir dentro de la testa de la semilla, que al germinar puede aparecer la enfermedad (Tabla 7).

5.1.3.2. Nivel de infección de antracnosis (*C. acutatum*) por tipo de tratamiento

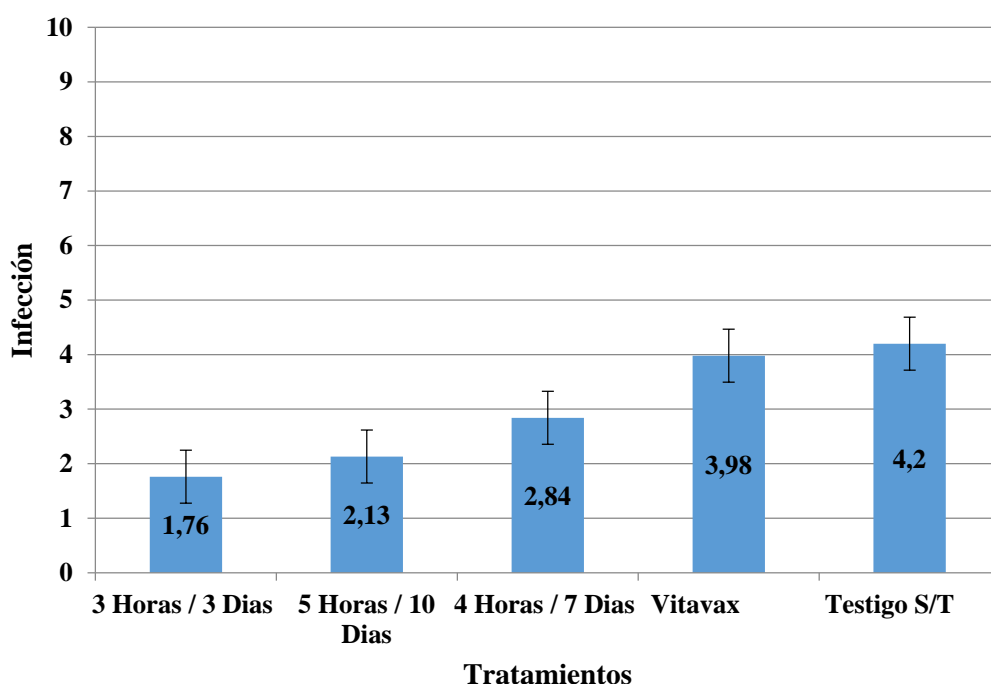


Figura 10. Infección de antracnosis en semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), expuestas a tres tratamientos de radiación solar, un control químico y un testigo.

U.E. = 10 semillas; Error = 2,7003; DMS = 0,68289; ($p > 0,05$)
Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

Las semillas que recibieron los tratamientos por; tres horas durante tres días y cinco horas durante diez días, fueron estadísticamente iguales, en estos tratamientos el nivel de infección de semilla fue menor; 1,76 y 2,13 (Figura 10). Esto es debido a que la temperatura durante los días de exposición fue más homogénea (Tabla 4).

Las semillas que recibieron el tratamiento de cuatro horas durante siete días, presentaron mayor infección en comparación con los tratamientos anteriores, debido a que hubo días en los cuales la temperatura varió drásticamente (ver SD Tabla 4). Esto indica que la exposición al sol de semillas infectadas contribuye a la reducción de la infección del patógeno (Figura 10).

Se puede observar que las semillas testigo y las semillas que fueron desinfectadas con vitavax, son estadísticamente iguales, siendo los tratamientos que mayor infección presentaron, demostrando que estos tratamientos son los menos efectivos para el control de la enfermedad.

Las semillas enfermas a pesar de haber sido desinfectadas mediante químicos comerciales como (vitavax) o aplicando el tratamiento de solarización siguieron manifestando la infección (Figura 10).

5.1.4. Germinación en semilla

Tabla 8.

Germinación de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), expuestos a tres tratamientos de radiación solar.

GENOTIPO	Medias*	n	E.E.
ECU-722-4	6	45	0,25 a
INIAP-450 ANDINO	6,4	45	0,25 ab
ECU-8415	6,84	45	0,25 b
ECU 2658-2	7,64	45	0,25 c
F8 (ECU 2658 X ECU 8415)	8,31	45	0,25 c
Error		2,7865	
gl		212	

U.E. = 10 semillas; DMS = 0,69370; (p >0,05)

Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

* Número de semillas germinadas

Al analizar la germinación por genotipo, se pudo determinar un grupo representativo formado por dos genotipos, los cuales son estadísticamente iguales, siendo ECU 2658 y F8 (ECU 2658 X ECU 8415), con medias de germinación de 7,64 y 8,31 respectivamente, demostrando que son los genotipos de mayor vigor y poder germinativo posterior a los tratamientos aplicados, seguido por ECU-8415 con 6,84 y finalmente por INIAP-450 ANDINO y ECU-722-4 con medias de 6,4 y 6,0 respectivamente siendo los genotipos que menor germinación presentaron (Tabla 8).

5.1.4.1. Germinación por tipo de semilla

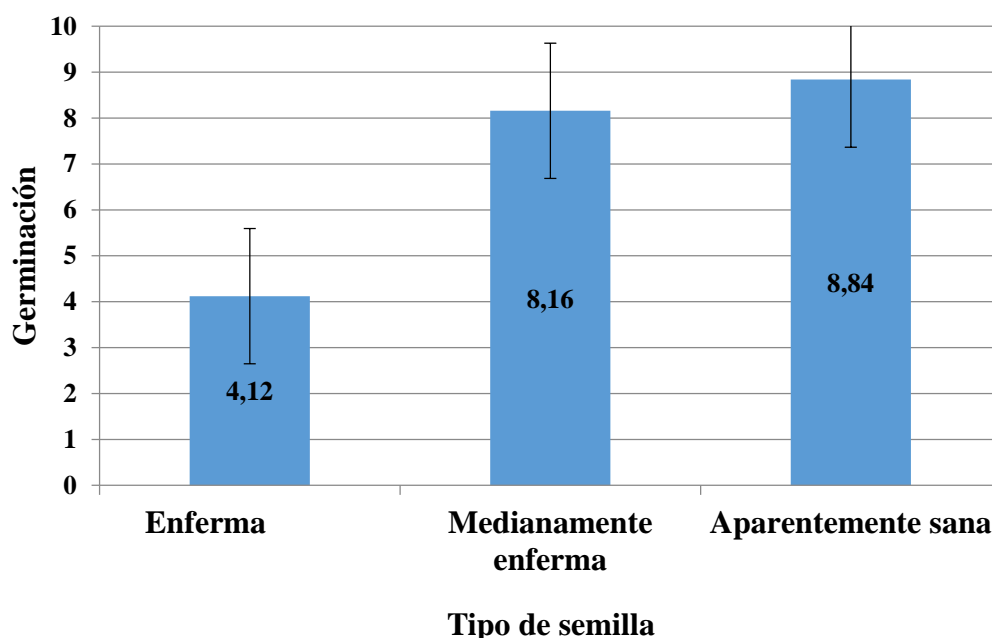


Figura 11. Germinación de 5 genotipos de chocho (*L. mutabilis*), en relación a su nivel de infección, luego de la exposición a radiación solar.

U.E. = 10 semillas; Error = 2,7865; DMS = 0,53733; ($p > 0,05$)

Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

Las semillas medianamente enfermas y las aparentemente sanas presentaron los mejores porcentajes de germinación, siendo estadísticamente iguales, pero distintas a las semillas enfermas que mostraron una baja germinación.

Esto indica que la enfermedad prevalece en este tipo de semillas ya sea que se aplique un tratamiento químico como vitavax, o un tratamiento alternativo (Figura 11, Tabla 7)

5.1.4.2. Germinación de semillas de chocho por tipo de tratamiento

Tabla 9.

Germinación de semillas de cinco genotipos de chocho (*L. mutabilis*), expuestas a tres tratamientos de exposición a la radiación solar, un control químico y un testigo

TRATAMIENTOS	Medias*	n	E.E.
5 Horas / 10 Días	6,16	45	0,25 a
4 Horas / 7 Días	6,24	45	0,25 a
3 Horas / 3 Días	7,4	45	0,25 b
Vitavax	7,6	45	0,25 b
Testigo S/T	7,8	45	0,25 b
Error		2,7865	
gl		212	

U.E. = 10 semillas; DMS = 0,69370; ($p > 0,05$)

Fuente: Leonardo Jarrín, 2014

*Número de semillas germinadas

El tratamiento testigo, el de aplicación química con vitavax y el que recibió radiación solar por tres horas durante tres días, presentaron igualdad estadística siendo los que mayor germinación presentaron; en comparación a los tratamientos de cuatro horas por siete días y cinco horas por diez días, que presentaron menor germinación (Tabla 9).

5.2. DISCUSIÓN

En la presente investigación de solarización de semillas de chocho (*L. mutabilis*) se comprobó que la exposición a rayos solares reduce la infección de antracnosis (Figura 10). Panna et al. (2009), sometieron semillas de trigo a tratamientos de solarización para el control de *Bipolaris sorokiniana*, a 5, 10, 15 y 20 horas respectivamente, al aumentar el tiempo de exposición al sol de las semillas se redujo el nivel de infección en semillas de 47% (testigo) a 10,33% en semillas solarizadas durante 20 horas, sin embargo la germinación de las semillas se vio comprometida como en la presente investigación (Tabla 9).

Según Bulus y Humphrey (2007), para el control de *Erwinia* en tubérculos de papa, exposiciones de 30 minutos a radiación solar controla levemente la enfermedad, pero a mayor tiempo como 120 y 180 minutos de exposición redujo considerablemente la incidencia de la enfermedad. Esto fue evidente en la exposición de los tubérculos al calor solar durante la estación seca y caliente (abril), que significativamente mostró más alto el control de la enfermedad en comparación con el mes de (enero) y la época lluviosa (agosto).

En el estudio realizado por Rotem et al. (1985), en *Peronospora tabacina*, *Uromyces phaseoli* y *Alternaria solani*, determinaron que la radiación solar en general, y su porción UV, en particular, es un factor importante en la mortalidad de las esporas de los hongos. Los tratamientos aplicados se basaron en exponer esporangios directamente al sol (tratamiento S), esporangios protegidos del sol por una capa (tratamiento CH), esporangios protegido de la luz solar directa por una hoja de tabaco (L. tratamiento), y esporangios protegidos del contenido de UV de la luz solar directa por los filtros de barrera (tratamiento F).

En exposiciones de un día, los esporangios de *P. tabacina* expuestas directamente al sol con temperaturas promedio de 32.1 °C incrementaron la mortalidad de las esporas de los hongos, indicando que la temperatura tiene efecto sobre el control de enfermedades (Figura 10). En exposiciones al sol por varios días de prueba para *A. solani* y *U. phaseoli* 40 horas (8 horas / día durante 5 días) se manifestó mayor temperatura y radiación en la cual la supervivencia de las esporas se vio ligeramente reducida. Rotem et al. (1985), indican que la supervivencia de las esporas de *P. tabacina*, *U. phaseoli*, y *A. solani* expuestas a la luz solar acortan su longevidad de 6 a 30 veces.

César y Pearson (1983), encontraron que la luz del sol, y su porción UV, en particular, disminuyen la supervivencia de las ascosporas de *Sclerotinia sclerotiorum*, pero consideran que la temperatura debe ser el principal factor de mortalidad. Bashi y Aylor (1982), encontraron que la radiación solar (SR) fue un factor dominante en la supervivencia de los esporangios de *P. destructor* y *P. tabacina*.

El promedio de temperatura a la cual fueron sometidas las semillas de chocho (*L. mutabilis*) fue de 41,78 °C por hora, provenientes de luz solar natural, lo que ayudó a reducir la infección de antracnosis (*C. acutatum*). Thomas y Sweetingham (1999), mencionan que la aplicación de tratamientos térmicos ayuda a reducir los niveles de infección, mediante la aplicación de calor seco e incrementando los niveles de temperatura de almacenamiento de las semillas de 10 y 30°C provocaron una rápida disminución de la enfermedad. Thomas y Sweetingham (2004), indican que a temperaturas de 60 a 80° C durante períodos de una semana o menos reducen significativamente los niveles de infección. Dando como resultado que durante pequeños tiempo de almacenamiento a temperaturas altas se reduce los niveles de infección.

Otros métodos alternativos térmicos han demostrado eficiente control de patógenos. Rahman et al. (2008), sostuvieron que el efecto del agua caliente fue significativo como tratamiento para controlar incidencia patógenos fúngicos en semillas de tres variedades de maíz, las enfermedades que se controló fueron; *Bipolaris maydis*, *Curunlaria lunata* y *Fusarium moniliforme*. En la variedad de maíz Barnali, los patógenos fúngicos decrecieron significativamente con los tres distintos tratamientos de agua caliente que fueron aplicados 48, 50 y 52°C, pero la menor incidencia de patógeno en la semilla fue en la variedad Barnali tratada a 52°C.

Las semillas expuestas al tratamiento de 52°C presentaron mayor control del patógeno de la semilla comparado en los tratamientos de 48 y 50°C. Considerando las tres variedades de maíz utilizadas se obtuvo 60.47%, 71.07% y 76.99% de reducción de infección en semilla.

Bennet & Colyer (2010), sostienen que la exposición a temperaturas de 30-40°C, redujeron al infección de *F. oxysporium* en semillas de algodón a lo largo de 24 semanas de exposición, pero no se logró la erradicación de la enfermedad. Mientras que sumergiendo las semillas en agua caliente a 90°C se observó mejor efecto reduciendo fusarium en semillas de algodón con una mínima pérdida de germinación y de vigor en la semilla.

Mientras que semillas expuestas a 80°C de calor seco durante 6 días, mostró una significativa reducción en la enfermedad, pero el vigor de las semillas disminuyó a los 4 días de exposición.

Las semillas pueden mostrar infección (Tablas 7 y Figura 10), aun cuando las mismas han sido desinfectadas con productos químicos como lo sostienen Romer et al. (1999) y Thomas con Sweethingham (2003).

Los tratamientos térmicos en semillas pueden reducir la transmisión de la antracnosis desde la misma, pero no erradicaron los patógenos que se encuentran dentro de la semilla.

De la misma manera las semillas que a simple vista carecen de infección, pueden manifestarla al momento de la germinación (Tabla 7 y Figura 10), esto es debido a que el patógeno puede prevalecer en la testa de la semilla y puede colonizar los cotiledones, la radícula y la plúmula, este es el comportamiento de *Colletotrichum lindemuthianum*, en la investigación realizada por Yesuf & Sangchote (2005).

En el estudio de Panna et al. (2009), la germinación en semillas de trigo pasó de 91.5% a 87.17%, utilizando tratamientos de radiación solar. Otra parte de la investigación de Panna et al. (2009), fue similar a la presente, cubrieron las semillas con polietileno y los resultados obtenidos en trigo corroboran los resultados obtenidos en chocho, la reducción de infección fue de 42% en el testigo a 17.6% en el aumento de horas de exposición al sol, y la germinación se redujo de 78 % a 61,617%.

Al analizar en la presente investigación la germinación de semillas posterior a ser sometidas a cada uno de sus tratamientos (Tabla 9), se puede corroborar lo dicho por Dracup (2008), las semillas de chocho muy secas son frágiles y vulnerables, pueden sufrir daños durante la siembra y el crecimiento. Las rupturas pueden ocurrir en el embrión lo cual reducirá el establecimiento de la semilla y el vigor, lo que nos ayuda en entender la baja geminación que presentaron las semillas a mayores tiempos de exposición a radiación solar (Tabla 9, Figura 11).

Bennet & Colyer (2010), observaron reducción de germinación en semillas de algodón que fueron expuestas a altas temperaturas 70-80°C, las semillas que fueron sumergidas en agua a 80°C por períodos de 6 y 8 días mostraron una significativa reducción en el vigor y en la germinación. La inmersión de las semillas en agua caliente tuvo efecto significativo en la germinación y el vigor de la semilla.

En la presente investigación se observó que las semillas que fueron expuestas a periodos cortos de exposición solar presentaron mejor germinación y conforme la temperatura aumenta, se va reduciendo la germinación (Tabla 9).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

La solarización es un método de control de antracnosis en semilla de chocho (*L. mutabilis*), ya que a mayor cantidad de temperatura acumulada en las semillas, la infección se reduce. Dentro de esta investigación se pudo demostrar que existe control para semillas medianamente enfermas y aparentemente sanas, mientras que para semillas enfermas el control no fue significativo ($p>0,05$).

Las semillas que fueron sometidas a cinco tratamientos presentaron infección entre 17,6 y 42 %, las semillas que menor infección presentaron fueron aquellas que se sometieron por tres horas durante tres días (17,6%), seguidas de las semillas expuestas al tratamiento de cinco horas por diez días (21,3%), y finalmente las semillas expuestas por cuatro días por siete horas (28,4%), todos los tratamientos de solarización superaron al control químico “vitavax” (39,8%) y al testigo (42%).

Las semillas que fueron expuestas a mayor radiación solar disminuyeron su germinación, el tratamiento que fue sometido a 42,87°C promedio, presentó una germinación de 74%, el tratamiento que recibió 41,07°C promedio, tuvo una germinación de 62,40% y el tratamiento que recibió 41,41°C promedio, tuvo una germinación de 61,60% mientras que el tratamiento testigo presentó 78% de germinación.

La exposición de semillas a radiación solar se puede considerar como una tecnología eficiente y amigable con el medio ambiente de bajo impacto social y económico que está al alcance de los productores de chocho a nivel de la región.

La tecnología y los datos obtenidos en la presente investigación, serán divulgados en el congreso de ciencia y tecnología ESPE 2014.

6.2. RECOMENDACIONES

Comparar los datos obtenidos en otra época del año de mayor intensidad solar como lo es el verano, ya que la solarización para esta investigación se la realizó en el mes de enero del 2014, la cual tuvo variación, debido a las lluvias y a la localidad donde se solarizó las semillas.

Realizar la solarización dentro de la localidad en la cual se siembre la semilla para indicar el procedimiento a los agricultores de la zona, a la vez de realizar un boletín técnico para corroborar los datos, con la investigación realizada.

Implementar como variable la calidad de luz, la frecuencia de onda a la cual están siendo sometidas las semillas, para determinar la localidad o la hora adecuada de solarización.

Elaborar otra tecnología que ayude a acumular mayor temperatura natural para así disminuir las horas de exposición.

Dentro del campo únicamente seleccionar entre semillas aparentemente sanas y medianamente enfermas más no semillas enfermas.

6.3 BIBLIOGRAFÍA

- Alarcon Mena, A. L. (15 de Abril de 2012). *Caracterización morfológica y molecular de Colletotricum spp. asociadas a la antracnosis de Lupinus mutabilis (Chocho) y Solanun betacea (Tomate de árbol) en tres provincias del Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5286/1/T-ESPE-033195.pdf>
- Bailey, J., & Jeger, M. (1992). *Colletotrichum biology, Pathology and control*. England: Red Wood Press London.
- Blanco, O. (1982). Genetic variability of tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Agricultural and Nutritional Aspects of Lupines*, 33-49.
- Caicedo, C., & Peralta , E. (2001). *El cultivo de Chocho (Lupinus mutabilis Sweet), Fitonutrición, Enfermedades y Plagas, en el Ecuador*. Quito: Tecnigrava.
- Falconí, C. (1998). *Fitopatología Práctica, Facultad de ciencias Agropecuarias*. Quito: Escuela Politecnica el Ejercito.
- Falconí, C. (20 de Abril de 2012). *Lupinus mutabilis in Ecuador with special emphasis on anthracnose resistance*. Obtenido de <http://edepot.wur.nl/210228>
- Falconí, C., Visser, R., & Van Heusoun, A. (2013). Molecular and Pathological Characterization of *Colletotrichum acutatum* Associated with Andean Lupin and Tamarillo in the Ecuadorian Andes. *Phenotypic*, 819-827.
- FAO. (1986). Informe final. *Reunión sobre cultivos andinos subexplotados de valor nutricional*, 26-28.

Geoff, T. (2003). Lupin anthracnose identification and management. *Department of Agriculture Farmnote, Plant Pathologist*, 2-3.

Gross, R. (1982). El cultivo y utilización del Tarwi *Lupinus mutabilis* sweet. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO*, 236.

Jacobsen, S., & Sherwood, S. (10 de Mayo de 2002). *Cultivos de granos andinos en Ecuador, CIP y FAO*. Obtenido de http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_3.htm

Linder, K., Flath, K., Garbe, V., Bartels, G., & Broshewitz, W. (1999). The effectiveness of chemical and physical seed treatments to control anthracnose in *Lupinus luteus*. *Proceedings of the 9th international lupin conference*, 57-59.

Madariaga, R. (11 de Mayo de 2008). *Enfermedades del canola, lupino y arveja en santa bárbara, precordillera, y cañete, secano costero, en los ciclos agrícolas*. Obtenido de <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36484.pdf>

Ney, R. (20 de Abril de 2011). *Evaluación del procesamiento artesanal del chocho (L. mutabilis sweet) sobre el consumo de agua, tiempo empleado y la calidad nutricional y microbiológica*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/963/1/99493.pdf>

Pinto, L., & Tiaguado, C. (17 de Abril de 2012). *Caracterización patológica y molecular de la antracnosis del tomate de árbol (Solanum betacea) y chocho (Lupinus mutabilis)*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5818/4/T-ESPE-IASA%20I-004595.pdf>

- Quinchuela, D. (20 de Abril de 2010). *Rendimiento y comercialización de chocho (Lupinus mutabilis sweet) en once comunidades del cantón Guano provincia de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/582/1/13T0666%20QUINCHUELA%20DAVID.pdf>
- Rivadeneira, M. (23 de Abril de 2012). *Manejo de Lupinus mutabilis*. Obtenido de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Manejo-De-Lupinus-Mutabilis/6830893.html>
- Rivera, M. (1998). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. *Catálogo del banco de germoplasma de chocho (Lupinus mutabilis sweet) y otras especies de lupinus.*, 47.
- Rodriguez, G. (11 de Mayo de 2003). *Lupinus mutabilis*. Obtenido de http://crean.org.ar/publica/bol_lupinos/prefacio.htm
- Romer, P., Massutt, K., DA Rocha, J., & Costa Rocha, M. (1999). Further trials to control anthracnose (*Colletotrichum* sp.) in white lupines (*Lupinus albus*) with chemicals. *Proceeding of the 9th international lupin conference*, 40-42.
- Rotem, J., Wooding, B., & Aylor, D. (1984). The role of solar radiation, especially ultraviolet, in the mortality of fungal spores. *Lupinus mutabilis crean*, 40-77.
- Shapsi, B., & Umaru, H. (2007). Efficacy of solar heat in the control of bacterial soft rot of potato tubers caused by *erwinia carotovora* ssp. *Carotovora*. *Proceedings of the 9th international lupin conference*, 50-62.
- Sweeringham, M., & Thomas, G. (1999). Storage effects on anthracnose infection levels of lupin seed. *Proccedings of the 9th international lupin conference*, 33-36.

Thomas, G., & Adcock, K. (10 de Mayo de 2004). *Exposure to dry heat anthracnose infection of lupine seed*. Obtenido de Australasian Plant Pathology: http://www.publish.csiro.au/?act=view_file&file_id=AP04057.pdf

Thomas, G., & Sweetingham, M. (2003). Fungicide seed treatments reduce seed transmission and severity of lupin anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporoides*. *Australasian Plant Pathology*, 32,39-47.

Weimer, J. (1952). Lupine anthracnose. *United States Department of Agriculture Circular*, 90-94.