



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

“EVALUACION DE SOLARIZACIÓN Y *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE FITOPATÓGENOS A NIVEL DE VIVERO FORESTAL DE LA ESPOCH EN PLÁNTULAS DE *Eucalyptus globulus*”

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: MARÍA DE JESÚS TOAQUIZA VÁSQUEZ

DIRECTOR: ING. JUAN HUGO RODRIGUEZ GUERRA Msc.

Riobamba - Ecuador

2021

©2021, María de Jesús Toaquiza Vásquez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, María de Jesús Toaquiza Vásquez, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de enero de 2021.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'M' followed by several vertical strokes and a horizontal line, all enclosed within a circular scribble.

María de Jesús Toaquiza Vásquez

055006780-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS HUMANOS
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACION DE SOLARIZACIÓN Y *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE FITÓPATOGENOS A NIVEL DE VIVERO FORESTAL DE LA ESPOCH EN PLANTULAS DE *Eucalyptus globulus***, realizado por la señorita **MARÍA DE JESÚS TOAQUIZA VÁSQUEZ**., ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Norma Ximena Lara Vásconez Msc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado digitalmente por: NORMA XIMENA LARA VASCONEZ	2021-enero-15
Ing. Juan Hugo Rodríguez Guerra Msc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION	 Firmado digitalmente por: JUAN HUGO RODRIGUEZ Z GUERRA Fecha: 2021.02.22 11:37:33 -05'00'	2021-enero-15
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero Phd. MIEMBRO DE TRIBUNAL	 Firmado digitalmente por: PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO Fecha: 2021.02.24 12:20:56 -05'00'	2021-enero-15

DEDICATORIA

A mis padres por su sacrificio y su infinito amor que me han brindado durante toda mi vida, por sus consejos y enseñanzas que han hecho de mí una mujer fuerte y decidida a cumplir sus metas, por inculcarme las cosas de Dios desde pequeña y saber que sin el no somos nada en este mundo, por su confianza puesta en mi desde el momento que tuve que salir de casa para ir a otra ciudad en busca de mi sueño. A mis hermanos que entre risas y peleas siempre han estado ahí conmigo apoyándome, dándome ánimos para poder culminar mi carrera.

A mi esposo por su apoyo incondicional, por darme ánimos para poder culminar mi carrera por su ayuda en mi trabajo de titulación a pesar de desconocer sobre el tema y siempre estar ahí hechándole ganas para sacar nuestra familia adelante. A mi hijo por ser mi motor de arranque para salir adelante y que algún día se sienta orgulloso de mi como su madre, por hacer de mis días los más felices de mi vida.

A mis abuelitos Carlos y Rosario o como yo les digo marido y mamita por sus sabios consejos y amor que me han dado desde muy pequeña, por demostrarme que no fui solamente una nieta si no una hija más para ustedes. A mi abuelita, mi viejita hermosa por ser una persona muy entregada a Dios y ser mi espejo de cómo llevar una vida agradable para Dios.

A mis tíos, tías, primos y primas por darme palabras de aliento para seguir adelante, en especial a mis tías Jenny y Lorena por ser como mis hermanas mayores, mis cómplices en nuestros secretos y aventuras.

A mis amigos con los que he compartido locuras, momentos de risas y llantos, por haberse convertido en mi familia en especial mi amiga Magui y Jorgito que hicieron que mi estadía en la ESPOCH sea más alegre y divertida, por haberme brindado su amistad incondicional.

María

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por su gran amor y misericordia que me ha tenido durante toda mi vida, por ser mi guía y fortaleza en los momentos más difíciles que he atravesado. Por darme unos padres ejemplares, luchadores que han sabido sacar adelante a su familia de cualquier obstáculo que se ha presentado en la vida.

A mis padres por haberme dado la vida e inculcar valores desde muy pequeña, por darme la oportunidad de superarme y ser alguien en la vida. Por siempre velar por mí y hacer hasta lo imposible para que no me llegue a faltar nada durante el periodo de mi carrera y poder alcanzar mi meta.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal por sus enseñanzas compartidas en cada una de las aulas, por enseñarnos el importante valor que tiene el medio ambiente y sus beneficios a la sociedad, de esta manera convirtiendo buenos profesionales. En especial quiero agradecer al Ing. Hugo Rodríguez por su amistad brindada desde el primer momento, sus consejos y apoyo brindado durante mi estadía en la Escuela.

A mi tribunal conformado por los ingenieros Hugo Rodríguez (Director) y Pablo Álvarez (Miembro), por su tiempo, enseñanza y sugerencias para la realización de mi trabajo de titulación.

Al Ingeniero Álvaro Rivera técnico del laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales quien supo direccionarme en mi investigación en fase de laboratorio junto con el Ing. Pablo Álvarez. Quedo muy agradecida con el Ing. Alvarito por su eventual y desinteresado apoyo, por su tiempo puesto en mi trabajo para culminarlo y su excelente dirección en el desarrollo del mismo.

Finalmente quiero agradecer a cada una de las personas que me han apoyado durante mi carrera, quienes con una sonrisa o palabras de aliento han motivado alcanzar mi sueño de tener un título.

María

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	5
1.1 Generalidades del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).....	5
<i>1.1.1 Eucalyptus en el Ecuador</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2 Características botánicas del eucalipto</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2.1 Árbol</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2.2 Raíz.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2.3 Hojas.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.2.4 Flores.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.2.5 Fruto</i>	<i>6</i>
<i>1.1.2.6 Semilla</i>	<i>6</i>
1.2 Características ecológicas.....	6
<i>1.2.1 Clima</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2 Suelo.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.3 pH.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.4 Siembra.....</i>	<i>7</i>
1.3 Requerimientos y características de las semillas	7
<i>1.3.1 Características de las semillas.....</i>	<i>7</i>
<i>1.3.2 Fuentes semilleras</i>	<i>7</i>
<i>1.3.3 Sustratos</i>	<i>8</i>
<i>1.3.4 Plagas y enfermedades.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.5 Usos del eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>).....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.6 Importancia económica en el Ecuador</i>	<i>9</i>
1.4 Solarización.....	9
<i>1.4.1 Generalidades</i>	<i>9</i>
<i>1.4.2 La solarización como método de desinfección</i>	<i>10</i>

1.4.3	<i>Principios de la solarización</i>	10
1.4.4	<i>Ventajas de la solarización</i>	11
1.4.5	<i>Efecto de la solarización en la temperatura del suelo.</i>	11
1.4.6	<i>Efectos de la solarización en las poblaciones de patógenos presentes en el suelo.</i>	12
1.4.7	<i>Mecanismo de eliminación de patógenos en el proceso de solarización</i>	12
1.4.8	<i>Efectos de la solarización en el incremento de organismos benéficos del suelo</i>	13
1.4.9	<i>Efecto de la solarización en el crecimiento de las plantas</i>	13
1.4.10	<i>Efectos sobre patógenos</i>	13
1.4.11	<i>Control biológico</i>	14
1.4.11.1	<i>Reducción de la densidad de inóculo por:</i>	14
1.4.11.2	<i>El efecto descontaminante del suelo por solarización se debe a que:</i>	14
1.4.12	<i>Fungistasis disminuida por solarización</i>	15
1.5	Trichoderma sp	15
1.5.1	<i>Generalidades</i>	15
1.5.2	<i>Clasificación taxonómica</i>	16
1.5.3	<i>Biología</i>	16
1.5.4	<i>Mecanismos de Biocontrol</i>	17
1.5.4.1	<i>Micoparasitismo</i>	17
1.5.4.2	<i>Antibiosis</i>	17
1.5.4.3	<i>Competencia</i>	17
1.5.5	<i>Inducción de resistencia</i>	17
1.5.6	<i>Descripción</i>	18
1.5.6.1	<i>Colonias</i>	18
1.5.6.2	<i>Micelio</i>	18
1.5.6.3	<i>Clamidosporas</i>	19
1.5.6.4	<i>Esporas</i>	19
1.5.7	<i>Aplicación de Trichoderma inoculado al sustrato para semilleros o directamente al suelo en semilleros a campo abierto</i>	19
1.5.8	<i>Beneficios de la aplicación de Trichoderma</i>	20
 CAPÍTULO II		
2	MARCO METODOLÓGICO	22
2.1	Materiales y métodos	22
2.1.1.	<i>Caracterización del lugar</i>	22
2.1.1.1	<i>Localización</i>	22
2.1.1.2	<i>Ubicación Geográfica</i>	22

2.1.1.3	<i>Características climáticas</i>	22
2.1.2	<i>Materiales y equipos</i>	23
2.1.2.1	<i>Materiales de campo</i>	23
2.1.2.2	<i>Materiales de laboratorio</i>	23
2.1.2.3	<i>Materiales y equipos de oficina e informáticos</i>	23
2.2	<i>Metodología</i>	23
2.2.1	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	23
2.2.2	<i>Tratamientos</i>	24
2.2.2.1	<i>Factores de estudio</i>	24
2.2.3	<i>Diseño experimental</i>	24
2.2.3.1	<i>Tipo de diseño experimental</i>	24
2.2.3.2	<i>Esquema del análisis de varianza</i>	24
2.2.4	<i>Variables a evaluar</i>	24
2.2.4.1	<i>Análisis del suelo</i>	24
2.2.4.2	<i>Toma de temperatura</i>	25
2.2.4.3	<i>Altura de la planta a los 15, 30 y 45 días</i>	25
2.2.5	<i>Fase de campo</i>	25
2.2.5.1	<i>Labores pre-culturales</i>	25
2.2.5.2	<i>Labores culturales</i>	26
2.2.6	<i>Fase de Laboratorio</i>	26
2.2.6.1	<i>Análisis de las muestras de sustrato antes y después de la solarización</i>	26
2.2.6.2	<i>Propagación de Trichoderma harzianum en arroz para el inoculo</i>	28
2.2.7	<i>Análisis funcional</i>	29

CAPÍTULO III

3	<i>DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</i>	30
3.1	<i>Resultados de los parámetros de evaluación</i>	30
3.1.1	<i>Cepas obtenidas antes y después de solarizar</i>	30
3.1.1.1	<i>Género: Aspergillus</i>	30
3.1.1.2	<i>Género: Trichoderma</i>	33
3.1.1.3	<i>Género: Clonostachys</i>	35
3.1.1.4	<i>Género: Fusarium</i>	37
3.1.1.5	<i>Género: Scedosporium</i>	39
3.1.1.6	<i>Género: Actinomucor</i>	40
3.1.1.7	<i>Género: Geosmithia</i>	41
3.1.1.8	<i>Género: Purpureocillium</i>	42

3.1.1.9	<i>Género: Penicillum</i>	43
3.1.1.10	<i>Género: Spicellum</i>	44
3.1.2	<i>Temperaturas del suelo a tres profundidades</i>	51
3.1.2.1	<i>Temperatura a 5 cm de profundidad a las 7 am, 1 pm y 5 pm</i>	51
3.1.2.2	<i>Temperatura a 10 cm de profundidad a las 7 am, 1 pm y 5 pm</i>	55
3.1.2.3	<i>Temperatura a 15 cm de profundidad a las 7 am, 1 pm y 5 pm</i>	58
3.1.3	<i>Altura del Eucalyptus globulus</i>	62
3.2	Discusión	67
CONCLUSIONES		69
RECOMENDACIONES		70

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación taxonómica de <i>Trichoderma spp.</i>	15
Tabla 1-2:	Tratamiento de estudio.....	23
Tabla 2-2:	Esquema de análisis de varianza.....	23
Tabla 1-3:	Clasificación de las cepas del género <i>Aspergillus</i>	29
Tabla 2-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de <i>Aspergillus Nidulans</i>	30
Tabla 3-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de <i>Aspergillus Fumigatus</i>	30
Tabla 4-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de <i>Aspergillus Terreus</i>	31
Tabla 5-3:	Características macroscópicas y microscópicas de cepas de <i>Aspergillus sp...</i>	32
Tabla 6-3:	Clasificación de las cepas del género <i>trichoderma</i>	32
Tabla 7-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	33
Tabla 8-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de <i>Trichoderma harzianum</i>	34
Tabla 9-3:	Clasificación de las cepas del género <i>Clonostachys</i>	34
Tabla 10-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de <i>Clonostachys rosea</i>	35
Tabla 11-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de <i>Clonostachys sp.</i>	36
Tabla 12-3:	Clasificación de las cepas del género <i>fusarium</i>	36
Tabla 13-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de <i>Fusarium clavum</i>	37
Tabla 14-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de <i>Fusarium solani</i>	38
Tabla 15-3:	Clasificación de las cepas del género <i>Scedosporium</i>	38
Tabla 16-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas del género <i>Scedosporium boydii</i>	39
Tabla 17-3:	Clasificación de las cepas del género <i>Actinomucor</i>	39
Tabla 18-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas del género <i>Actinomucor</i>	40

Tabla 19-3:	Clasificación de las cepas del género <i>Geosmithia</i>	40
Tabla 20-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas del género <i>Geosmithia sp.</i>	41
Tabla 21-3:	Clasificación de las cepas del género <i>Purpureocillium</i>	41
Tabla 22-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas del género <i>Purpureocillium</i>	42
TABLA 23-3:	Clasificación de las cepas del género <i>Penicillum</i>	42
TABLA 24-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de <i>Penicillum</i> <i>adametzi</i>	43
Tabla 25-3:	Clasificación de las cepas del género <i>Spicellum</i>	43
Tabla 26-3:	Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de <i>Spicellum sp.</i> ..	44
Tabla 27-3:	Estadísticos descriptivos de la temperatura a 5cm de profundidad.....	50
Tabla 28-3:	Prueba de diferencias de temperaturas por tratamiento, 5 cm de profundidad...	51
Tabla 29-3:	Subgrupos de los tratamientos según temperaturas, a 5 cm de profundidad...	51
Tabla 30-3:	Estadísticos descriptivos de la temperatura a 10 cm de profundidad.....	54
Tabla 31-3:	Prueba de diferencias de temperaturas por tratamiento, a 10 cm de profundidad.....	54
Tabla 32-3:	Subgrupos de los tratamientos según temperaturas, a 10 cm de profundidad...	55
Tabla 33-3:	Estadísticos descriptivos de la temperatura a 15 cm de profundidad.....	58
Tabla 34-3:	Prueba de diferencias de temperaturas por tratamiento, a 15 cm de profundidad.....	58
Tabla 35-3:	Subgrupos de los tratamientos según temperaturas, a 15 cm de profundidad.....	59
Tabla 36-3:	Estadísticos descriptivos de la altura del eucalipto según el tiempo de solarización.....	62
Tabla 37-3:	Prueba de diferencias de alturas por tratamiento, a 15 días de solarización	63
Tabla 38-3:	Prueba de diferencias de alturas por tratamiento, a 30 días de solarización	64
Tabla 39-3:	Prueba de diferencias de alturas por tratamiento, a 45 días de solarización....	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Número de hongos por cada muestra según el género al que pertenecen...	45
Gráfico 2-3:	Frecuencia de los géneros de hongos en muestras sin solarización.....	47
Gráfico 3-3:	Frecuencia de los géneros de hongos en muestras con solarización.....	48
Gráfico 4-3:	Frecuencia de los diferentes géneros de hongos en las muestras control....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE CAMPO.

ANEXO B: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE LABORATORIO.

ANEXO C: PROPAGACIÓN DE *Trichoderma harzianum* PARA EL INOCULO.

ANEXO D: RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN MOLECULAR.

ANEXO E: ÁRBOL GENEALÓGICO DE *TRICHODERMA*

ANEXO F: RESULTADOS DE LAS DILUCIONES SERIADAS DE CADA TRATAMIENTO.

ANEXO G: CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA.

RESUMEN

La investigación está dirigida a la evaluación del proceso de solarización a nivel de vivero forestal de la ESPOCH en plántulas de *Eucalyptus globulus*. El estudio tiene por objeto analizar la presencia de fitopatógenos en el suelo antes y después de la desinfección mediante solarización e inoculación de *Trichoderma harzianum*, determinar las temperaturas en las profundidades de 5, 10 y 15 cm y conocer el efecto en el crecimiento de las plantas. Se llevó a cabo un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos (sin solarización, 4, 6 y 8 semanas de solarización) con tres repeticiones. El ensayo comprendió las fases de preparación del terreno, trazado de parcelas, colocación del sustrato y de plástico, inoculación de *Trichoderma harzianum*, siembra de *Eucalyptus globulus*, riego, análisis de las muestras de sustrato en el laboratorio, propagación en arroz para el inóculo y medición de temperatura del suelo y de altura de las plantas. Se identificó que las muestras con solarización presentaron una menor cantidad de colonias de fitopatógenos respecto a las muestras sin solarización y a las testigo. El género de fitopatógenos preponderante fue el *Aspergillus* con más de 2 colonias por muestra en la solarización. Se evidenciaron diferencias significativas entre las temperaturas del suelo según el tratamiento, siendo más altas las registradas a las 8 semanas. La profundidad del suelo no fue relevante, mientras que la hora del día tuvo un efecto en los valores de temperatura alcanzados, siendo más altas a la 1 pm. Con respecto a la supervivencia de las plantas, a los 15 días fue del 100%, a los 30 días del 96,7% y a los 45 días se alcanzó el 80,8%.

Palabras clave: <EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus*)>, <FITOPATÓGENOS>, <SOLARIZACIÓN>, <TRATAMIENTO>, <TRICHODERMA (*Trichoderma harzianum*)>.



03/03/2021
0700-DBRAI-UPT-2021

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the solarization process at the forest nursery level of the Higher Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH) in *Eucalyptus globulus* seedlings. The study carries out to analyze the presence of phytopathogens in the soil before and after disinfection by solarization and inoculation of *Trichoderma harzianum* in order to determine the temperatures at depths of 5, 10 and 15 cm and to know the effect on plant growth. An experimental design of Complete Random Blocks was performed including four treatments (without solarization, 4, 6 and 8 weeks of solarization) and three repetitions. The trial included the phases of preparing the land, plotting plots, placing the substrate and plastic, inoculation of *Trichoderma harzianum*, sowing of *Eucalyptus globulus*, irrigation, analysis of the substrate samples in the laboratory, propagation in rice for the inoculum and measurement of soil temperature and plant height. It was identified that the samples with solarization presented a lower number of colonies of phytopathogens compared to the samples without solarization and a control. The preponderant genus of phytopathogens was *Aspergillus* with more than 2 colonies per sample in solarization. Significant differences were evidenced between soil temperatures according to the treatment, the highest ones were registered at 8 weeks. Soil depth was not relevant, while the time of day had an effect on the temperature values reached, being highest at 1 pm. Regarding plant survival, it was 100% at 15 days, 96.7% at 30 days and it reached 80.8% at 45 days.

Keywords: <EUCALYPTUS (*Eucalyptus globulus*)>, <PHYTOPATHOGENS>, <SOLARIZATION>, <TREATMENT>, <TRICHODERMA (*Trichoderma harzianum*)>.

INTRODUCCIÓN

El Eucalipto tiene su trascendencia económica en la industrialización de su madera como la exportación de productos madereros. En la actualidad es utilizado en reforestación de zonas que se encuentran despobladas con la finalidad de obtener plantaciones de producción, protección y sistemas agroforestales. El eucalipto es una fuente económica para el país a pesar de ser una especie introducida, nos aporta fuentes de trabajo ya que podemos obtener leña, carbón, pulpa de madera, etc.

Sin embargo, los patógenos del suelo son causantes de altas mortalidades en la producción de plántulas en viveros. El mal manejo de desinfección, la reutilización de sustratos sin la desinfección pertinente ha causado la proliferación de enfermedades más resistentes dejando pérdidas económicas en los viveristas. Esto ha llevado a buscar alternativas de control para patógenos presentes en sustratos y de esta manera incrementar la producción.

La necesidad de incrementar la eficiencia en las medidas fitosanitarias empleadas actualmente en la producción agrícola ha originado el desarrollo de técnicas que permiten la utilización de fuentes primarias de energía. Estas fuentes como la energía solar, pueden ser utilizadas de manera práctica en ciertas latitudes y en condiciones climáticas adecuadas para impactar negativamente el ambiente óptimo de la población de hongos, malezas y nematodos, y de este modo, evitar o regular el aumento de su población (Lira, 2017).

La solarización es una alternativa para la desinfección de suelos, esta técnica consiste en cubrir el suelo con un plástico de polietileno (PE). La solarización del suelo es un proceso natural hidrotérmico de desinfección del suelo de patógenos de las plantas que se logra a través de la calefacción solar pasiva (Jerónimo, 2006). Donde se alcanza una temperatura de 45 a 65° C de la capa superior del suelo para así absorber la radiación solar y al crear un ambiente de altas temperaturas en el suelo para la eliminación de hongos, nematodos, malezas, e insectos (Chiluiza, 2017).

Además de desinfectar el suelo mientras se reduce o elimina la necesidad de fumigantes, la solarización no deja ningún residuo tóxico, aumenta los niveles de elementos minerales disponibles en los suelos, materia orgánica soluble y aumenta la diversidad microbiana, cambia la microflora del suelo a favor de los organismos benéficos, conserva el agua, y puede servir como acolchado durante el ciclo de crecimiento cuando la película de plástico es colocada en bandas (Jerónimo, 2007).

El uso de *Trichoderma* como agente de biocontrol representa una alternativa viable a ser evaluada dadas sus características de ser eficaz contra fitopatógenos foliares y del suelo en algunos cultivos. Las especies de *Trichoderma* muestran gran capacidad para el control de fitopatógenos ejerciendo un efecto antagónico debido a su ubicuidad, a su facilidad para ser aisladas y cultivadas (Andrade, 2012). Otros mecanismos reportados del género *Trichoderma* es que favorecen la tasa de crecimiento, desarrollo vegetativo y aumenta la resistencia frente a situaciones de estrés de las plantas por actuar como un bioestimulante en el desarrollo radicular, debido a la secreción de fitohormonas y compuestos que aumentan la resistencia natural de las plantas Páez et al. (2006) citado por Pisco (2012).

A. ANTECEDENTES

Estudios realizados sobre la evaluación de la solarización para el control de patógenos del suelo en donde se obtuvieron resultados que mostraron que la solarización prolongada es más eficiente en la eliminación de patógenos de plantas. Mientras que una solarización de un tiempo corto puede ser inductora del crecimiento-desarrollo de patógenos y malas hierbas (Martínez, 2007: pp.29-34).

La solarización del suelo demostró ser efectiva, ambientalmente segura y aplicable en varias situaciones agrícolas y forestales para el control de diferentes plagas y patógenos del suelo, incluyendo fitopatógenos y malezas. Se han llevado a cabo dos conferencias internacionales sobre solarización del suelo y sus actas cubren distintos aspectos de la solarización del suelo, sus aplicaciones y sus limitaciones (De Vay, Stapleton y Elmore. 1991; Stapleton, De Vay y Elmore, 1997; citados en Abu, 2004: p.1).

Estudios de hongos del suelo con *Trichoderma harzianum* y la combinación de la solarización en el clavel (*Dianthus barbatus*) dieron como resultados beneficioso que puede proporcionar la aplicación del *Trichoderma harzianum* en combinación con la solarización del suelo para el control de estos patógenos en la fase de trasplante de las posturas, donde se registró una recuperación de las plantas a los 15 días con diferencias en cuanto al porcentaje de plantas enfermas, muertas y sanas en suelos solarizados con *T. harzianum* respecto al testigo donde no se aplicó solarización con registros del 15% de plantas muertas con diferencias significativas en las no tratadas, estos resultados confirman la posibilidad de utilizar la combinación solarización y *T. harzianum* para la reducción de patógenos del suelo en las plantas de clavel u plantas que sufren los efectos negativos de estas especies fúngicas (Sandoval et al., 2003: p. 3).

En un estudio realizado en la evaluación de efecto de *Trichoderma* obtuvieron resultados que indican que el empleo de *Trichoderma* además de tener un control preventivo contra

fitopatógenos, es una alternativa confiable para el tratamiento de cultivos ya que incrementa el crecimiento de las plantas (Chávez, 2006: pp. 69-73).

B. PROBLEMA

A nivel de viveros el incremento de varias enfermedades en plántulas causadas por varios hongos fitopatógenos ha llevado a viveristas y agricultores a realizar aplicaciones de fungicidas e insecticidas a grandes escalas. La aplicación de fungicidas químicos ha originado la resistencia de plagas y patógenos, esto ha conllevado a la contaminación de suelos, agua, animales y del mismo ser humano, otro de los problemas es la falta de información sobre los controles físicos y biológicos que se le pueden realizar a los diferentes agentes causales de enfermedades que atacan a plántulas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) siendo uno de los principales problemas la presencia de fitopatógenos.

C. JUSTIFICACIÓN

El eucalipto (*Eucalyptus globulus*), siendo una de las especies más plantadas en el Ecuador debe ser llevada con un buen manejo desde su producción de vivero hasta su cosecha, es por eso que se ve las alternativas para combatir plagas o enfermedades patógenas que atacan en estado de plántulas en vivero y de esta manera poder asegurar su producción sostenible para el desarrollo del país, buscando mantener un equilibrio y control del medio ambiente y los recursos naturales que nos brinda. Siendo una alternativa solarización para poder combatir con ciertas enfermedades y *Trichoderma* para ayudar con el buen rendimiento de las plántulas.

D. OBJETIVOS

GENERAL

- Evaluar los métodos físicos (Solarización) y biológico (*Trichoderma*) para el control, de fitopatógenos a nivel de vivero forestal en (eucalipto) *Eucalyptus globulus*.

ESPECÍFICOS

- Analizar la presencia de fitopatógenos en el suelo antes y después de la solarización.
- Determinar las temperaturas del suelo a tres profundidades.
- Determinar el efecto de *Trichoderma harzianum* en el crecimiento de *Eucalyptus globulus*.

E. HIPÓTESIS

NULA

Solarización y *Trichoderma* no controla fitopatógenos a nivel de vivero en plántulas de *Eucalyptus globulus*.

ALTERNATIVA

Solarización y *Trichoderma* si controla fitopatógenos a nivel de vivero en plántulas de *Eucalyptus globulus*.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Generalidades del eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

Existen más de 500 especies en el género de *Eucalyptus*, oriundas de Australia y de algunas cercanas islas, se puede encontrar de variadas formas y dimensiones dada su amplia división natural y gran cifra de especies *Eucalyptus globulus* es originario del sudeste de Australia y Tasmania (Pradro y Barros, 1991: p. 3).

1.1.1 *Eucalyptus en el Ecuador*

El eucalipto fue introducido en nuestro país en el siglo XIX, cuando la deforestación en el callejón interandino se acercaba a niveles críticos. El género *Eucalyptus* se adaptó a las condiciones ambientales de la sierra ecuatoriana, siendo difundido rápidamente, ganando aceptación por su rápido crecimiento. Sembrar y comercializar madera de eucalipto representó un negocio lucrativo, esto se presentó en toda América Latina. Gran parte de las políticas de forestación y programas para el control de la erosión aplicadas en la parte de la sierra del Ecuador han utilizado esta especie exótica, siendo originaria de Australia es muy común ver grandes poblaciones en nuestro país (Granda citado en Juela, 2015: p. 3).

1.1.2 *Características botánicas del eucalipto*

1.1.2.1 *Árbol*

El eucalipto es un árbol de rápido crecimiento, que puede llegar alcanzar una altura de unos 20m, en un periodo de 8 años y una altura máximo de 70m en su etapa de adulto, por lo que es considerado una de la especie más alta del mundo (Vogel, 2018: p. 2).

1.1.2.2 *Raíz*

Posee un sistema radicular pivotante, profundo y demasiado extendido. La raíz es muy poderosa y opresiva, la cual cuida la planta arbórea contra agentes atmosféricos. Los eucaliptos son árboles que poseen raíces superficiales durante su periodo de desarrollo (ADEFOR, 1995).

1.1.2.3 Hojas

Se encuentran en disposición alternas de 10 a 30 cm de anchura, lanceoladas, la mayoría acuminadas y sus puntas curvadas y agudas en la base, enteras, glabras, su nervio central bien marcado, brillantes y de textura endurecida. Al mismo tiempo, las hojas están provistas de glándulas secretoras (ADEFOR, 1995).

1.1.2.4 Flores

Poseen flores blancas, solitarias, con el cáliz y la corona unidos por una especie de tapadera que cubre los estambres y el pistilo (de esta peculiaridad procede su nombre, eu-kalypto en griego significa "bien cubierto") la cual, al momento de abrirse, libera multitud de estambres de color amarillo (ADEFOR, 1995).

1.1.2.5 Fruto

Los frutos son grandes cápsulas leñosas de hasta 2.5cm de largo, de color casi negro con una tapa gris azulada que en su interior contiene gran cantidad de semillas (ADEFOR, 1995).

1.1.2.6 Semilla

Las semillas de eucalipto son relativamente pequeñas. Por gramo hay entre 18 y 320 semillas, de color negro. Las cápsulas al obtener su madurez liberan inmediatamente sus semillas y con la ayuda del viento son distribuidas a diferentes lugares (Skolmen & Ledig, 1990: pp.4-5).

Las semillas pueden ser almacenadas por largos períodos de tiempo en contenedores herméticos a una temperatura de 0 a 3 °C (Skolmen & Ledig, 1990: pp.4-5).

1.2 Características ecológicas

1.2.1 Clima

Según Jiménez (2015) que cita a Jacob (1981) nos dice que el *Eucalyptus globulus* prefiere el clima templado sin extremo de frío o calor. Su sensibilidad a las bajas temperaturas aumenta cuando se encuentra fuera de su hábitat óptimo. En zonas más áridas es más susceptible a las heladas. Con la edad aumenta su tolerancia a climas fríos y en adecuados terrenos es mucho menos sensible al frío (Jiménez, 2015: p.7).

1.2.2 Suelo

Los mejores crecimientos se han obtenido en suelos profundos arenosos, no obstante, igualmente ha progresado en suelos franco arcillosos y arcillosos. Uno de los principales factores limitantes del suelo son insuficiente profundidad, mal drenaje, elevada pedregosidad, salinidad y la alta presencia de contenido de carbonatos asimilables. Sin embargo, en la limitación de su desarrollo, los factores edáficos son menos importantes que los climáticos (Jiménez, 2015: p. 7).

1.2.3 pH

El eucalipto prefiere pH de 5,5 a 6,4, pudiendo absorber buenos nutrientes de la mayoría de los suelos (Montoya, 1995: p. 1-2).

1.2.4 Siembra

La siembra se la puede llevar a cabo en semilleros o cajones para a su posterior germinación repicarlas a envases de diferentes materiales o fundas plásticas, puede ser individuales como en bloques cuando las plantas han desarrollado de 2 – 8 cm de altura se realiza el repique, aproximadamente a las dos semanas las plántulas pasan por un proceso de adaptación (Ecuador Forestal, 2013: p. 3).

1.3 Requerimientos y características de las semillas

1.3.1 Características de las semillas

Se pueden obtener 55.000 plantas por Kg de semillas, cuya germinación ocurre entre los 5 y 22 días. Al ser una semilla de tipo ortodoxa se debe almacenar a una temperatura de 3 – 5 °C con un contenido de humedad del 4 – 8%. Como tratamiento pre germinativo se recomienda remojar la semilla 24 horas antes de su siembra (Ecuador Forestal, 2013; p. 3).

1.3.2 Fuentes semilleras

Se pueden obtener 55.000 plantas por Kg de semillas, cuya germinación ocurre entre los 5 y 22 días. Al ser una semilla de tipo ortodoxa se debe almacenar a una temperatura de 3 – 5 °C con un contenido de humedad del 4 – 8%. Como tratamiento pre germinativo se recomienda remojar la semilla 24 horas antes de su siembra (Ecuador Forestal, 2013: p. 3).

1.3.3 Sustratos

Los sustratos con menor capacidad de retención de agua (cáscaras de arroz carbonizadas, arena, etc.) requieren riegos más frecuentes que los de mayor capacidad de retención (turbas, compuestos orgánicos, fibras de coco, etc.). El sustrato debe garantizar el suministro de oxígeno para el sistema radicular, la nutrición requerida por las plantas y el control fitosanitario, además no deben tener problemas de salinidad (Wadas *et al.*, 2009; p.1).

Según Valdiviezo (2011; p.13) que cita Ocaña (2008) Indica que el sustrato más utilizado en nuestro país, proviene de mezclas de tierra agrícola, turba o tierra negra y arena.

1.3.4 Plagas y enfermedades

Según Valdiviezo (2011; p. 6) mencionan que el manejo de viveros implica una serie de acciones íntimamente ligadas con la fitosanidad forestal, que se inicia con la utilización de semillas selectas, las cuales deben provenir de árboles semilleros de buena calidad y estar libres de plagas y enfermedades.

Plantas con insuficiente crecimiento radicular, daños en los tallos y poco follaje como consecuencia de agresiones de enfermedades y plagas en camas de repique, producirán retrasos en el crecimiento de la plántula, además de limitada resistencia a la acción de factores desfavorables del medio ambiente y expuestas a la incidencia de enfermedades en la plantación definitiva. Por estas razones el manejo fitosanitario en vivero y la selección de plantas antes de ser llevadas al terreno deben ser controladas estrictamente, puesto que en las plantaciones definitivas solucionar estos problemas demanda altos costos económicos (Valdiviezo, 2011; p.6).

1.3.5 Usos del eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

El eucalipto es una de las especies mas comercializadas a nivel mundial por su buena calidad de madera y por los usos diferentes que se le puede dar, ademas de ser utilizada maderablemente es muy comercializada en salud, cosmeticos, carpinteria, medicina, etc.

- Fabricación de pasta de papel. Este es uno del principal uso del eucalipto, superior al 80%. Presenta un rendimiento alto en la obtención de pasta de papel y su estructura química permite evitar el uso de cloro. Lo cual, también es un proceso más amigable con el medio ambiente que el de la fabricación con otras maderas.
- Fabricación de madera estructural, es decir madera o vigas laminadas.

- Postes, clavados al suelo se le estima una vida útil de entre 5 y 15 años.
- Fabricación de tableros aglomerados, MDF y HDF.
- Chapas decorativas de madera. Buen comportamiento frente al desenrollo.
- Carpintería tanto de interior como de exterior: puertas, ventanas, mobiliario.
- Se utiliza también para la fabricación de productos químicos, especialmente relacionados con la industria farmacéutica. Se debe a la obtención de su aceite. Este puede usarse para fabricar productos de limpieza, desinfectante, antiviral o anticongestionantes (jarabes, pastillas, caramelos) (Maderame, 2018: p.3.).

1.3.6 Importancia económica en el Ecuador

El eucalipto tiene su importancia económica partida en la industrialización como en la exportación de artículos madereros. Es muy empleado en la reforestación de producción para plantaciones, de cuidado y en sistemas agroforestales. Es una especie de acelerado crecimiento con alta capacidad de rebrote a partir del tocón, lo que representa una buena alternativa para propietarios pequeños de productividad de leña, postes o madera para aglomerado. Su buena auto poda disminuye los costos de manejo. La madera es fina y muy cotizada en el mercado (Ecuador forestal, 2010; p.1).

1.4 Solarización

1.4.1 Generalidades

La solarización es un tratamiento de control físico de organismos fitopatógenos del suelo, que consiste en el incremento de la temperatura mediante la utilización de una película de plástico que transmite al suelo las radiaciones recibidas del sol durante el día, haciendo que la temperatura del suelo aumente a niveles más altos que la temperatura exterior y durante la noche deteniendo en cierto grado el paso de las radiaciones calóricas del suelo hacia la atmósfera (Gómez *et al.*, 1996: pp.1-2).

Este es un proceso hidrotérmico, que requiere de agua para transferir el calor máximo a los organismos del suelo; consiguientemente, se debe regar a capacidad de campo para posteriormente cubrir el suelo con plástico (Gómez *et al.*, 1996: pp. 1-2).

El suelo anticipadamente regado y bien mullido es cubierto con una lámina de plástico de 50 micras de grosor, manteniéndola sobre el terreno durante 1 a 1,5 meses en épocas de altas

temperaturas. logrando calentar el suelo con energía solar mediante láminas de plástico en los meses más calurosos y cuando el suelo esté libre de cultivos, se puede conseguir resultados similares a las desinfecciones químicas y a bajos costos económicos (Reche, 1991: pp.1-2).

Esta desinfección es consecuencia de altas temperaturas que alcanza el suelo bajo la cubierta de plástica, alcanzando una temperatura de 45° y 50°C, entre los 5 a 20cm. De profundidad. El suelo se pasteuriza con buenos resultados contra hongos fitopatógenos tales como: *Pythium*, *Verticillium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* (Reche, 1991: pp.1-2).

Es una técnica de cubrimiento del suelo con polietileno, para reduce efectos térmicos, las poblaciones de patógenos y malezas en los primeros centímetros del suelo. Los rayos solares actúan como agente letal para el control de microorganismos (El Semillero: pp. 1-2).

Las cubiertas plásticas permiten el paso de la mayoría de la radiación solar, reduce la convección del calor y la evaporación del agua del suelo y como resultado la formación de pequeñas gotas de agua sobre la superficie interna, se reduce también la pérdida desde el suelo de la radiación (El Semillero: pp.1-2).

1.4.2 La solarización como método de desinfección

La solarización es un método alternativo de desinfección del suelo, factible de utilizar en Programas de Manejo Integrado de Plagas, dado sus efectos sobre algunos de los principales enemigos de los cultivos agrícolas y su inocuidad al ambiente (Fernández y Labrada, 1995: p. 8).

Patógenos menores (parásitos débiles o microorganismos del suelo) y sustancias tóxicas, producidas directamente por los microorganismos del suelo u originados desde residuos descompuestos de plantas. Los efectos inhibitorios o estimulantes de la desinfección del suelo sobre los agentes perniciosos y agentes beneficiosos, bióticos y abióticos; son difíciles de analizar y evaluar. Todas estas interacciones se expresan finalmente como un aumento o disminución en el crecimiento de las plantas con el control de patógenos (Castro, 2000: pp.5-6).

1.4.3 Principios de la solarización

Los principios importantes de la solarización del suelo son, según (Grinstein citado en Castro, 2000).

La solarización aumenta la temperatura del suelo mediante ciclos diarios repetidos. Las máximas temperaturas disminuyen de acuerdo al incremento de la profundidad del suelo.

El suelo se alquitrana con delgadas y transparentes hojas de polietileno u otro material plástico (por ejemplo, cloruro de vinil). Cualquier material de fácil manejo que permite calefacción,

económica y efectiva del suelo, bajo condiciones de campo podrían usarse. Algo similar a una casa de vidrio o casa plástica, si las condiciones climáticas permiten y el suelo es mojado, es otra versión de solarización (Castro, 2000).

El mejor tiempo para el alquitranado del suelo, cuando las condiciones climáticas son más favorables, pueden ser experimentadas determinadas, midiendo las temperaturas. Los datos meteorológicos de años atrás, pueden predecir modelos y facilitar esta tarea (Castro, 2000).

Al aumentar las profundidades del suelo, las temperaturas máximas consiguen en el día y posteriormente mantenidas por largos periodos de tiempo (Castro, 2000).

Extender el tiempo de solarización permite el control en capas más profundas del suelo. La adecuada humedad del suelo durante la solarización puede ser alcanzada por un corto riego antes del cubrir el suelo con la lámina de plástico. Las temperaturas alcanzadas en suelos solarizados son más inferiores que los suelos con desinfecciones a vapor. Por lo tanto, los efectos negativos asociados con la técnica de vapor, son menos posibles que ocurran con solarización (Castro, 2000).

1.4.4 Ventajas de la solarización

Según, Gómez *et al.* (1996), entre las ventajas de solarización tenemos:

- Control de microorganismos patógenos importantes como nemátodos, hongos y malezas.
- No produce residuos tóxicos en el suelo y plantas.
- Se provee condiciones excelentes para el crecimiento de los organismos benéficos del suelo.
- Mejora las condiciones físicas y de fertilidad, así como el movimiento del aire y agua internamente del suelo, disminuyendo de esta manera las necesidades de riego.

1.4.5 Efecto de la solarización en la temperatura del suelo.

En el calentamiento del suelo, además de la magnitud de la radiación solar influye algunos otros factores como la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y características del suelo (color; textura, estructura, materia orgánica y humedad (Elmore, 1997: p.365).

La que está más expuesta a los cambios de temperatura es la capa superior del suelo, ya que a medio día alcanza la máxima temperatura y por la mañana es la parte más fría del suelo. Conforme avanzan las horas del día la temperatura se transmite de manera progresiva hacia el interior, de

modo que cuando empieza a bajar la temperatura de la superficie del suelo (alrededor de las 16:00 hrs. de la tarde), la temperatura interior va en aumento y se mantiene durante más tiempo (Elmore, 1997: p.365).

1.4.6 Efectos de la solarización en las poblaciones de patógenos presentes en el suelo

El aumento de temperatura que se produce a diario durante la solarización mata muchos patógenos del suelo, nemátodos, semillas de malezas y plántulas. El calor así mismo debilita muchos organismos que pueden afrontar la solarización, consiguiendo que los hongos y bacterias se vuelvan más vulnerables, que son más resistentes al calor y que actúan como sus enemigos naturales. Se produce cambios en la química del suelo durante la solarización además puede matar o debilitar algunos organismos del suelo (Elmore, 1997: p.365).

Inclusive, aunque mueren bastantes microorganismos del suelo con temperaturas altas de 30 ó 33°C, los fitopatógenos, malezas y otros organismos del suelo difieren en su susceptibilidad al calentamiento del suelo. Algunos organismos que son complicados de controlar con fumigantes del suelo son sencillamente de controlar con la solarización. Otras enfermedades son afectadas así mismo, pero no pueden ser firmemente controladas con el método de solarización. Esos requieren medidas adicionales de control (Elmore, 1997: p.365).

1.4.7 Mecanismo de eliminación de patógenos en el proceso de solarización

Las temperaturas que se alcanza con la solarización del suelo son estimada mente mesuradas a comparación con las del tratamiento del suelo con vapor. En efecto, la solarización del suelo es más electiva en relación con la biota termofílica y termo tolerante y los actinomicetos pueden sobrevivir e incluso progresar bajo la solarización del suelo. La solarización presenta resultados letales en la parte más profunda del suelo en los microorganismos que no son buenos adversarios del suelo. Muchos patógenos están incorporados en este grupo desde el instante que tienden a tener requerimientos fisiológicos especiales tales como una mayor familiarización a la coexistencia con las plantas hospedantes (Stapleton y De Vay, 1986; citados en Martínez, 2007).

Los organismos presentes del suelo son eliminados directa o indirectamente por las altas temperaturas que se llega alcanzar del suelo húmedo bajo películas de plástico que fijan el escape de gases y vapor de agua del suelo. La susceptibilidad de algunos organismos a las temperaturas altas está vinculada con diminutas diferencias en macromoléculas que llevan a un aumento de los enlaces intramoleculares con cambios reducidos en los enlaces, los enlaces iónicos y los enlaces de bisulfitos (Brock citado en Martínez, 2007).

1.4.8 Efectos de la solarización en el incremento de organismos benéficos del suelo

Muchos organismos beneficiosos del suelo son capaces de persistir a la solarización o repoblar muy deprisa el suelo. Importantes microorganismos benéficos son los hongos micorrícicos, hongos y bacterias que parasitan en patógenos de plantas y que ayudan al crecimiento de las mismas. Las lombrices, por ejemplo, se cree que se resguardan a mayores profundidades y se esconden a las altas temperaturas del suelo (Elmore, 1997: p.365).

Los hongos beneficiosos, en especial *Trichoderma*, *Talaromyces* y *Aspergillus* spp. permanecen y se aumentan en suelos solarizados. Los hongos micorrícicos son más resistentes al calor que la colectividad de hongos fitopatógenos, sus poblaciones pueden disminuir en el perfil superior del suelo, no obstante, ciertos estudios han expuesto que esto no es autosuficiente para disminuir su colonización de raíces hospederas en suelos solarizados (Elmore, 1997: p.365).

Colectividades de bacterias benéficas como *Bacillus* spp y *Pseudomonas* spp. Son disminuidas durante la solarización, no obstante, posteriormente recolonizan el suelo rápido. Poblaciones de *Rhizobium* spp., fijan nitrógeno en los nódulos de las raíces de leguminosas, pueden ser considerablemente reducidos por la solarización (Agrios, 2005: p.689).

1.4.9 Efecto de la solarización en el crecimiento de las plantas

Las plantas generalmente crecen más rápido y producen mayores rendimientos y de más calidad cuando los cultivos crecen en suelos solarizados. Esto puede ser atribuido en parte, a el control de enfermedades y malezas; pero incrementos en el crecimiento de las plantas también es visto cuando el suelo está libre de enfermedades es solarizado. Un gran número de factores puede estar involucrado en este efecto, primero, patógenos de poca importancia o desconocidos también pueden ser controlados. Segundo, el incremento en nutrientes solubles mejora el crecimiento de las plantas. Tercero, relativamente grandes poblaciones de microorganismos útiles en el suelo han sido encontrados después de la solarización, y algunos de esos, como ciertas *Pseudomonas* fluorescentes y *Bacillus* se sabe que son agentes de control biológico (Elmore, 1997: p.365).

1.4.10 Efectos sobre patógenos

El método de solarización es semejante en principio a la del calentamiento químico mediante vapor u otros métodos hasta alcanzar la temperatura de 60 a 100°, sin embargo, las temperaturas obtenidas mediante la solarización son relativamente más bajas, por lo tanto, el efecto sobre los microorganismos es menos drástico (Castro, 2000. pp. 7-8).

Los efectos a largo plazo de la solarización sobre el control de enfermedades o incremento extendido para un segundo o tercer cultivo, fue observado en varias regiones con una variedad de patógenos y cultivos, por ejemplo, *Fusarium* que ataca al algodón y al melón. La incidencia de *Fusarium* en algodón en el tercer año después de la solarización, era significativamente menor en los lotes no tratados, si bien los lotes solarizados se expusieron pesadas re infestaciones desde los cultivos aledaños (Katan *et al.*,1983). Tales pronunciamientos de efectos a largo plazo con una variedad de patógenos no han sido reportados con otros métodos de desinfección. Esto significa que este fenómeno es único para solarización, porque es muy natural, o no han sido estudiados con otros métodos (Castro, 2000).

Según Stapleton y De Vay (1985) citado por Castro (2000).la solarización es una forma actual, involucra procesos hidrotérmicos ocasionando simultáneamente muchos cambios en los componentes bióticos y abióticos del suelo, durante y después de la solarización, que pueden finalmente conducir un cambio en la enfermedad, rendimiento y crecimiento de la planta o ambos

Los suelos solarizados experimentan cambios importantes en sus regímenes de humedad y temperatura, la composición orgánica e inorgánica de sus fases líquidas, sólida, gaseosa y su estructura física, todo lo cual a su vez afecta los componentes bióticos.

1.4.11 Control biológico

Los mecanismos que actúan en el control biológico afiliado a la solarización son los siguientes, según (Velastegui, 1997).

1.4.11.1 Reducción de la densidad de inóculo por:

Muerte del patógeno, debilitado por efecto térmico subletal, causada por microorganismos.

Acumulación del efecto de fungistasis y lisis del micelio una vez germinado.

Parasitismo de antagonistas estimulados por la solarización.

1.4.11.2 El efecto descontaminante del suelo por solarización se debe a que:

- La elevación de la temperatura del suelo provoca un estrés y a veces la reducción de la viabilidad de organismos perjudiciales, que, en condiciones de humedad, aumentan su sensibilidad térmica.

- Se produce un control biológico al incrementarse las poblaciones microbianas por la elevación del calor en el suelo, lo cual potencializa a su vez la actividad de antagonista que elimina a los agentes de enfermedades o plagas. Los organismos patogénicos tienen baja resistencia al calor que muchos de los saprófitos y antagonicos, como *Trichoderma* sp y *Bacillus subtilis*, lo mismo ocurre con bacterias saprofiticas y actinomicetes.

1.4.12 Fungistasis disminuida por solarización

Una anulación completa de fungistasis en la ausencia del hospedero se observa tan nociva a estructuras resistentes las cuales en tal situación son propágulos germinativos vulnerables a la acción microbiológica. El control biológico especialmente por enmiendas orgánicas apunta a lograr tal situación (Castro, 2000).

La solarización redujo la fungitasis hacia *Sclerotium rolfsii* en diversos suelos (Greenberger *et al.*, 1985) y hacia *Fusarium* y *Penicillium frequentatum* en suelos precalentados (Dobbs Hinston; Katan *et al.*, 1976 citado por Castro, 2000).

1.5 *Trichoderma* sp

1.5.1 Generalidades

Trichoderma es un hongo oportunista que presenta capacidad de colonizar diferentes sustratos sobre condiciones ambientales muy diversas, posee un gran número de enzimas hidrolíticas encontradas en el Reino Fungi y adicionalmente tiene un sistema muy eficiente de reparación celular lo que le ha permitido crecer en condiciones adversas. La exploración de la capacidad de *Trichoderma* para atacar otros hongos ha permitido el desarrollo de numerosos agentes de control biológico con demostrada eficacia en distintos sistemas productivos (Meyer, Mazaro y Silva 2019). En los últimos años son cada vez más frecuentes los estudios describiendo que *Trichoderma* promueve el crecimiento de las plantas y la germinación de las plantas y la germinación de semillas, que estimula sistémicamente las defensas de las plantas frente a patógenos y también frente a estrés ambiental. Todo esto constituye lo que puede ser llamado “efecto *Trichoderma*” (Meyer, Mazaro y Silva, 2019).

1.5.2 Clasificación taxonómica

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica de *Trichoderma* spp.

Reino	Fungí
Phyllum	Ascomycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Hypocreaceae
Género	<i>Trichoderma</i>

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

1.5.3 Biología

Hongos del género *Trichoderma* son saprófitos componentes activos de la microbiota del suelo, participando de muchos procesos en ese ambiente. Este género es conocido por ser cosmopolita, encontrado en diversas partes del mundo (América, Europa, Asia, África y Oceanía). El género *Trichoderma* puede ser encontrado tanto en regiones frías (ejemplo: *Trichoderma aureoviride*, presente apenas en el Reino Unido y Europa) como en regiones de clima tropical (ejemplo: *Trichoderma stromaticum* encontrado solamente en América) (Samuels et al. 2006; Samuels 2006; Samuels et al. 2002). Existen también reportes de la presencia de *Trichoderma* spp, en condiciones extremas como en el suelo Antártico (Hughes, Bridge y Clark 2007).

Esta versatilidad de ocupar diferentes hábitats está relacionada con la plasticidad genética de individuos de ese género, permitiéndoles su sobrevivencia en diversas localidades y condiciones distintas (Druzhinina, Shelest y Kubicek 2012; Zeilinger et al. 2016; Benítez et al. 2004).

Algunas cepas de *Trichoderma* pueden producir estructuras de resistencia como clamidósporas y microesclerocios, y con esto son capaces de sobrevivir en condiciones adversas. Además, han sido obtenidas cepas de *Trichoderma* con potencial de biocontrol que crecen en altas temperaturas, suelos salinos o alcalinos y sobre condiciones de baja humedad. Estos hongos se alimentan absorbiendo nutrientes por medio de sus hifas, es por eso que para poder atravesar la pared celular y utilizar los nutrientes, los sustratos de alto peso molecular necesitan ser hidrolizados a moléculas más pequeñas, es por esa razón que los hongos liberan enzimas extracelulares que, cuando son más diversas y numerosas proporcionarán más ventajas para que los hongos vivan en ambientes con diferentes condiciones (Meyer, Mazaro y Silva 2019).

1.5.4 Mecanismos de Biocontrol

1.5.4.1 Micoparasitismo

Una de las características más importantes del género *Trichoderma* es la capacidad de parasitar otros hongos. Estudios ecofisiológicos demostraron que, en mayor o menor escala, todas las especies de *Trichoderma* son eficaces parásitos de hongos fitopatógenos y de oomicetos (Druzhinina et al. 2018), como una estrategia de nutrición biotrófica. No obstante, las especies de *Trichoderma* también son capaces de alimentarse de biomasa de hongos y oomicetos muertos, resultando el término más adecuado microtrofia para definir o estilo de vida tan común en las especies de *Trichoderma*. (Kubicek et al. 2011).

1.5.4.2 Antibiosis

La producción de metabolitos secundarios por cepas de *Trichoderma* también presenta una gran variedad y aplicación potencial, pues con varios millares de compuestos distribuidos en más de 120 estructuras moleculares, constituyen una de las fuentes de mayor diversidad metabólica del Reino Fungi (Hermosa et al. 2013). Es conocida la actividad antifúngica *in vitro* de muchos metabolitos secundarios producidos por *Trichoderma* frente a *Botrytis*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Colletotrichum* entre otros hongos (Hermosa et al., 2013). No obstante, son escasos los ensayos conducidos para conocer la eficacia de biocontrol de una enfermedad de plantas por un determinado metabolito en condiciones de campo (Keswani et al. 2014).

1.5.4.3 Competencia

Una de las características más relevantes del género *Trichoderma* es su capacidad de parasitar hongos. La habilidad de *Trichoderma virens* para enredarse, penetrar y destruir el contenido citoplasmático de *Rhizoctonia solani* ya fue estudiada hace mucho tiempo (Weindling 1932). Algunos estudios ecofisiológicos demostraron que, en mayor o menor escala todas las especies de *Trichoderma* son eficaces parásitos de hongos fitopatógenos y de oomicetos (Druzhinina et al. 2018).

1.5.5 Inducción de resistencia

Trichoderma estimula de forma sistémica las defensas de las plantas frente al ataque de patógenos y condiciones edáficas y ambientales adversas, sin la necesidad de establecer contacto directo con el invasor o estar sometido a un estrés previo. Los patógenos atacantes más habitualmente controlados sistémicamente por el efecto *Trichoderma* son hongos filamentosos, oomicetos y

bacterias (Shoresh, Harman y Mastouri 2010), a pesar que también se ven activadas las defensas frente a nemátodos (De Medeiros et al. 2017), insectos (Coppola et al. 2017) y virus (Elsharkawy et al. 2013). Por lo tanto, las plantas no perciben *Trichoderma* como un enemigo. Para alcanzar la condición de “amigo” de las plantas *Trichoderma* necesitó desarrollar sus capacidades oportunistas, utilizar los exudados de la raíz (Vargas et al. 2008) y superar las respuestas iniciales de la defensa de las plantas (Morán et al. 2009). Las plantas son capaces de presentar respuestas inmunológicas altamente específicas y mantener una memoria duradera frente al ataque de patógenos. La primera línea de defensa activa se conoce como respuesta inmune innata, que entra en funcionamiento cuando las moléculas de los atacantes, conocidas como patrones moleculares asociados a microorganismos (microbe associated molecular patterns - MAMP), que son evolutivamente muy conservados (beta-glucanos y quitina de la pared celular de los hongos, flagelina y péptido-glucano de las bacterias, etc.), son detectados por receptores denominados receptor de reconocimiento de patrones (pattern recognition receptors - PRR), que están localizados en la membrana celular de cada célula vegetal. Igualmente, los PRR también responden a moléculas liberadas por la acción hidrolítica de los atacantes sobre los tejidos de la planta (ejemplos: oligómeros de la pared celular y restos cuticulares), que son conocidos como patrones moleculares asociados al daño (damage-associated molecular patterns - DAMP). Cuando se estimula un PRR se genera una cascada de transducción de señales que dan lugar a una respuesta inmune conocida como inmunidad disparada por MAMPs (MAMP-triggered immunity - MTI). Como resultado, se produce la fortificación de las paredes celulares de la planta con la deposición de calosa y de lignina; la producción de metabolitos secundarios con acción antimicrobiana (Meyer, Mazaro y Silva 2019).

1.5.6 Descripción

Las diferentes especies de *Trichoderma spp.* son diferenciadas según Rivas (2001: pp.13-20), de la siguiente manera:

1.5.6.1 Colonias

Esta especie puede formar colonias flojas o compactas, pudiendo mostrarse numerosas variaciones entre estos dos extremos; regularmente pueden presentarse estas dos características sobre una misma colonia. La compactación de las colonias está relacionada con la estructura de los conidioforos (Rivas, 2001: pp.13-20).

1.5.6.2 Micelio

El micelio se encuentra constituido por hifas hialinas, septadas de paredes lisas y con abundante ramificación (Rivas, 2001: pp.13-20).

1.5.6.3 Clamidosporas

Están presentes en varias especies, poseen una estructura compleja, caracterizada por su abundante ramificación lateral corta, individuales o en grupos de tres, otros se colocan hacia afuera alejándose de las ramificaciones laterales (Rivas, 2001, p.13-20).

1.5.6.4 Esporas

Estas son las fialosporas producidas individualmente o sucesivamente acumuladas en el ápice de las fialides, conformando una cabeza de esporas cuyo diámetro es inferior a 15µm, raramente pueden estar en cadenas cortas, pueden ser lisas o de pared rugosa, hialinas o verde amarillentas o verdes oscuras, a veces con apariencia angular y ocasionalmente truncada en su base (Rivas, 2001: pp.13-20).

1.5.7 ***Aplicación de Trichoderma inoculado al sustrato para semilleros o directamente al suelo en semilleros a campo abierto***

Martínez *et al.* (2013) sugieren que la aplicación de *Trichoderma* directamente al suelo en semilleros a campo abierto ofrece una mayor conservación al cultivo. Afirman que al utilizar *Trichoderma* para el control de hongos del suelo, esta puede mezclarse con materia orgánica (estiércol, casting y biotierra) y otras enmiendas utilizadas como biofertilizantes, tal como se hace con inoculantes bacterianos usados como fertilizantes ecológicos. Se comprobó igualmente que la cachaza y la turba son soportes y eficientes para *Trichoderma* donde puede quedarse viable por más de 30 días en condiciones ambientales sin alterar la concentración inicial del inóculo (Valdez, 2014: pp.1-2).

Martínez *et al.* (2013: p.2) señalaron que el tratamiento de la semilla con *Trichoderma* se emplea para el combate de hongos fitopatógenos, con los objetivos de disminuir la infestación natural que acompaña la misma, y darle protección en el nicho, una vez sembrada la semilla. Por ser rápida, de fácil realización y economizar tiempo y recursos esta variante es muy utilizada. Orrala (2013) refiere que varias cepas de *Trichoderma* spp. son capaces de colonizar la superficie de la raíz a partir de las semillas tratadas y de las plantas adultas existentes en el suelo, protegiendo a las mismas de enfermedades fungosas. Así las semillas reciben una cobertura protectora cuyo efecto se muestra cuando la misma es plantada en el sustrato correspondiente. Las semillas agrícolas, tratadas con *Trichoderma* protegen eficientemente las plántulas en el semillero sin necesidad de tratamiento del suelo previo a la siembra (Villegas, 2005: p.2). Al inocular la semilla de *Trichoderma harzianum*, logró disminuir las poblaciones de *Rhizoctonia solani*, *Sarocladium* spp. y *Pythium* spp. en el suelo, con incremento de la actividad del micoparásito.

1.5.8 Beneficios de la aplicación de *Trichoderma*

La aplicación de *Trichoderma* spp., al suelo tiene varias ventajas, pero se debe tener en cuenta que no basta un solo método de control para erradicar una enfermedad de forma eficaz y duradera. Es necesario integrar varias prácticas, para lograr cultivos sanos y económicamente rentables. Entre los principales beneficios de *Trichoderma* spp. se encuentran los siguientes:

Según Chiriboga *et al* (2015: pp. 1-2)

- Ofrece un control eficaz de enfermedades de las plantas.
- Posee un amplio rango de acción.
- Se propaga en el suelo, aumentando su población y ejerciendo control duradero en el tiempo, sobre hongos fitopatógenos.
- Con el uso de microorganismos en los cultivos, las plagas no generan resistencia como sucede cuando utiliza agroquímicos.
- Ayuda a descomponer la materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta, por lo tanto, tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo.
- Estimula el crecimiento de los cultivos, porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas.
- Puede ser aplicado en compostaje o materia orgánica en descomposición, para acelerar el proceso de maduración de estos materiales, los cuales a su vez contendrán el hongo cumpliendo también función de biofungicida.
- Favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo, como otros hongos antagónicos.
- Preserva el ambiente al disminuir el uso de funguicidas.
- Al reemplazar agroquímicos sintéticos por microorganismos benéficos, el productor ahorra en sus costos de producción.
- Ataca patógenos de la raíz (*Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*) y del follaje (*Botrytis* y *Mildiu*) antes que puedan ser los detectados; y evita el ataque de (*Phytophthora*).

- Previene enfermedades dando protección a la raíz y al follaje de las plantas.
- Promueve el crecimiento de pelos absorbentes y raíces alimenticias, mejorando la nutrición y la absorción de agua.
- No se ha registrado ningún efecto fitotóxico, a consecuencia de su aplicación

CAPÍTULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Materiales y métodos

2.1.1. *Caracterización del lugar*

2.1.1.1 *Localización*

La presente investigación se desarrolló en el Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo.

2.1.1.2 *Ubicación Geográfica*

Lugar: Riobamba, Chimborazo

Latitud: -1.650000

Longitud: -78.650000

2.1.1.3 *Características climáticas*

El clima de Riobamba por lo general es frío por estar en el centro del callejón interandino, teniendo como datos los siguientes:

Temperatura media: 13,4 °C

Precipitación media anual: 564,5mm

Humedad relativa: 15,8% (INAMHI, 2019).

2.1.2 *Materiales y equipos*

2.1.2.1 *Materiales de campo*

- Libreta de apuntes, cámara fotográfica, lápiz, azadas, guantes, regadera, cinta métrica, sustrato, piola, flexómetro, geotermómetro (BIOS), estacas, semillas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), plástico polietileno de 300um, *Trichoderma harzianum*..

2.1.2.2 *Materiales de laboratorio*

- Autoclave (Biobase), cámara de flujo laminar (Biobase), balanza digital (RADWAG), agitador magnético (Stable temp), microscopio (Optic ivymen system), vortex, incubadora (Biobase), tubos de ensayo, cajas petri, medios de cultivo (PDA, SNA), antibióticos (Cloramphenicol, Streptomycina), papel aluminio, vasos precipitación, gasas, frascos de vidrio, micro pipeta, pera de succión, erlenmeyer, porta y cubre objetos, espátula, papel film, agua destilada, alcohol (70%), mesh (20, 40, 60), puntas de micro pipeta, cepa de *Trichoderma*, pinzas, sacabocado, cámara de Neubauer.

2.1.2.3 *Materiales y equipos de oficina e informáticos*

- Computador, Impresora, Carpetas, Hojas de Registro, Papel de impresión.

2.2 **Metodología**

2.2.1 *Especificaciones del campo experimental*

- Numero de tratamientos 4
- Numero de repeticiones 3
- Número del total de unidades experimentales 12
- Parcela:
- Forma Rectangular
- Largo 2m
- Ancho 0.80 m
- Distancia entre parcelas 050m y 0.75m

2.2.2 Tratamientos

Tabla 1-2: Tratamiento de estudio.

TRATAMIENTO	CODIGO	DESCRIPCION
1	T1	0 semanas de solarización; 0 de <i>Trichoderma</i>
2	T2	4 semanas de solarización; 1×10^6 de <i>Trichoderma</i>
3	T3	6 semanas de solarización; 1×10^6 de <i>Trichoderma</i>
4	T4	8 semanas de solarización; 1×10^6 de <i>Trichoderma</i>

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

El número de repeticiones por tratamiento fue de 3, dando un total de 12 unidades experimentales.

2.2.2.1 Factores de estudio

Los factores en estudio se constituyeron los tiempos de solarización con *Trichoderma* sobre el control de fitopatógenos. en *Eucalyptus globulus*.

2.2.3 Diseño experimental

2.2.3.1 Tipo de diseño experimental

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 3 repeticiones, más un testigo absoluto, por cada tiempo de solarización.

2.2.3.2 Esquema del análisis de varianza

Tabla 2-2: Esquema de análisis de varianza.

Fuentes de variación (FV)	Formula	Grados de Libertad (GL)
Repeticiones	$r-1$	2
Tiempo de solarización	$a-1$	3
Error	$(a-1)(r-1)$	6
TOTAL	$r.t-1$	11

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

2.2.4 Variables a evaluar

2.2.4.1 Análisis del suelo

Se realizó un análisis de suelo para determinar la cantidad de presencia de fitopatógenos que se puede encontrar antes y después de aplicar el método de solarización.

2.2.4.2 Toma de temperatura

Luego de 24 horas colocada la cubierta plástica, se empezó a tomar la temperatura del suelo a 5, 10 y 15 cm de profundidad en grados Celsius. Las temperaturas fueron tomadas a las 07h00, 13h00, 17h00, utilizando un geotermómetro. Estos datos se recolectaron 4 veces por semana (lunes, miércoles, viernes y domingo).

2.2.4.3 Altura de la planta a los 15, 30 y 45 días

Se registró los datos a 10 plantas al azar para evaluar su altura y hacer un análisis con los diferentes tratamientos y en relación al testigo

2.2.5 Fase de campo

2.2.5.1 Labores pre-culturales

Preparación del terreno

Para la prueba de solarización, se realizó las labores manualmente con la ayuda de un azadón, removiendo el suelo hasta una profundidad de 0,20m., logrando así una nivelación y desmenuzamiento para evitar encharcamientos.

Trazado de parcelas

Una vez que el suelo ha sido bien removido se procedió al formado de parcelas, en un total de 12, labor que se realizó manualmente con la ayuda de un azadón y pala, tomando en cuenta la distancia establecida entre parcelas y la profundidad de cada una.

Colocación del sustrato

Se procedió a colocar el sustrato (tierra negra, turba, estiércol de ovino), dos quintales por cada parcela. Al instante se realizó la toma de muestra del sustrato para el análisis de la presencia de fitopatógenos.

Colocación del plástico

Antes de la colocación del plástico se efectuó un riego para que el suelo este completamente húmedo. Se procedió a tender la lámina de plástico polietileno fino negro y se selló los bordes con unos ladrillos para evitar el ingreso del aire. De acuerdo a los tratamientos, las parcelas permanecieron solarizadas por un periodo de tiempo de 0, 4, 6 y 8 semanas.

2.2.5.2 *Labores culturales*

Inoculación de *Trichoderma harzianum*

Una vez culminado el periodo de solarización para cada parcela, se retiraron los plásticos y se procedió a tomar una muestra de suelo de cada tratamiento para su respectivo análisis de la presencia de fitopatógenos.

Luego se pasó a inocular *Trichoderma harzianum*, 3L de suspensión en cada cama, la cepa que se utilizó fue reactivada en el laboratorio de fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales.

Siembra de (eucalipto) *Eucalyptus globulus*

Terminado la inoculación de *Trichoderma harzianum*, se continuó a la respectiva siembra de *Eucalyptus globulus*, 1g de semillas por cada parcela, se cubrió con una lámina de paja para mantener la humedad del suelo y evitar daños por aves.

Riego

Los riegos se efectuaron todos los días en las mañanas con excepción de días con presencia de lluvias, para evitar encharcamiento en el cultivo.

2.2.6 *Fase de Laboratorio*

2.2.6.1 *Análisis de las muestras de sustrato antes y después de la solarización*

Para el análisis de fitopatógenos se utilizó la técnica de diluciones seriadas, la cual consiste en:

Muestra del suelo

Se realizó un muestreo en forma de zigzag, con la ayuda de un barreno se tomó 6 submuestras, posteriormente se mezclaron y se obtuvo una muestra mixta de cada parcela con su respectivo etiquetado. Las muestras se almacenaron en un congelador hasta su procesamiento de aislamiento de los hongos. Se colocó las muestras bajo sombra para su secado.

Las muestras de suelo se procesaron siguiendo la metodología descrita por (Sandoval y Stefanova, 2000; citados en Samaniego *et al.*, 2018) con las diluciones seriadas en donde se pesó 1 g de suelo y se diluyó en 9mL de agua destilada estéril añadido cloruro de sodio al 85% para preparar una solución madre. Posteriormente se colocó en un matraz y se dejó en agitación orbital (150rpm) la muestra madre durante 20min. Previamente preparamos medios SNA, PDA y blancos de dilución, posteriormente añadimos la solución de stock de los antibióticos cloramphenicol y

estreptomycina en una relación de 1mL en 100mL de medio, dispensamos el medio y dejamos gelificar.

Aislamiento de la solución madre en tubos de ensayo

Etiquetamos los tubos de ensayo sucesivamente 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} en donde tomamos una 1ml de la solución de suelo que estuvo en agitación por 20 minutos. Con la ayuda de una micro pipeta y puntas estériles tomamos 1cc de la disolución 10^{-1} y pasar a la 10^{-2} hasta llegar a la 10^{-4} , de cada muestra de suelo se tomó 0,1ml de la dilución 10^{-3} y 10^{-4} para la siembra en las cajas Petri con medio PDA y SNA, se sembraron dos replicas por dilución de cada muestra de suelo, con la ayuda de un asa de drigalski se dispersó en toda la caja para su crecimiento de colonias. Finalmente se incubo las cajas a una temperatura de 25°C durante tres días (Sandoval y Stefanova,2000; citados en Samaniego *et al.*, 2018).

Después de visualizarse crecimiento se realizó un conteo de las UFC de cada muestra, posteriormente dentro de la cámara de flujo laminar se hizo réplicas de los crecimientos de hongos en cajas Petri con PDA y SNA, se incuban a la misma temperatura hasta que formen estructuras reproductivas (Sandoval y Stefanova,2000; citados en Samaniego *et al.*, 2018).

Identificación molecular de colonias aisladas antes y después de solarizar

- La extracción de ADN se realizó por el método estandarizado de IDgen Quito utilizando aproximadamente 100mg de micelio.
- Se realizó electroforesis en gel de agarosa al 1% para evaluar la integridad y calidad del ADN.
- El ADN obtenido se diluyó hasta una concentración de 20ng/uL para la amplificación mediante la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR).
- Se utilizaron los primers EF1-728F/EF1-986R, EF1-728F/EF2 o EF1/EF2 para la amplificación de hongos
- Los productos de PCR fueron purificados previo a la secuenciación por el método SANGER.
- Las secuencias obtenidas fueron limpiadas y ensambladas usando programas bioinformáticos.
- Se compararon las secuencias ensambladas con la base de datos de nucleótidos de GenBank del NCBI.

Microcultivo para la identificación de género y posible especie

El método de microcultivo se adaptó a la metodología utilizada por Arias y Piñeros (2008: p.58) donde se tomó una tarrina plástica en su interior con papel estéril donde se ubicó un caballete de vidrio

en forma de U, se colocó 5ml de agua estéril en la tarrina que evitara la desecación posterior del microcultivo, con la ayuda de una pinza estéril sumergimos el portaobjetos dentro del medio(PDA) y colocamos encima del caballete, posteriormente sembramos el fragmento del hongo en la parte central del porta objetos, llevamos a la incubadora a temperatura de 25°C durante 3 días. Para la observación en el microscopio añadimos una gota de aceite de inmersión y una gota de azul de metileno para una mejor visualización, colocamos un cubre objetos y observamos al microscopio en aumento de 40x, tomamos las fotos necesarias para la identificación de cada una de las cepas, nos ayudamos con una guía de identificación para las colonias no identificadas molecularmente (Arias y Piñeros, 2008: p.58).

Conservación de cepas obtenidas antes y después de solarizar

La técnica que se utilizó fue la del tubo con PDA inclinado, esta técnica ha sido muy utilizada especialmente en la conservación de cepas. Para ello se colocó 15mL. de medio en cada tubo y se esterilizó, posterior se colocó antibióticos (Cloramphenicol y streptomycina) en una relación de 1mL en 100mL de medio, los tubos con medio de cultivo esterilizado, todavía líquido, se coloca en una posición inclinada hasta que se solidifique el medio, seguidamente se siembra un fragmento de la cepa que va a ser conservada, colocamos los tubos en la incubadora a una temperatura de 25°C para su crecimiento, sellamos los tubos para evitar una posible contaminación y conservamos (Arias y Piñeros. 2008: p.58).

2.2.6.2 Propagación de *Trichoderma harzianum* en arroz para el inoculo

La cepa de *Trichoderma harzianum* se reactivó y repicamos en varias cajas petri con medio PDA.

Esta metodología se realizó aplicando la técnica descrita por (Nolasco, 2010).

Se pesaron 200g de arroz y fueron colocados en frascos, auto clavamos el sustrato, posteriormente humedecemos con 10mL de agua destilada estéril y añadimos una caja con crecimiento de *Trichoderma harzianun*, agitamos moderadamente para incorporar al medio colocamos en la incubadora a una temperatura de 30°C durante una semana hasta que *Trichoderma* haya inoculado todo el sustrato (Nolasco, 2010).

Una vez obtenido el crecimiento de *Trichoderma* en el sustrato preparamos una suspensión de micelio esporulado. Tomamos 10g de arroz con crecimiento activo de *Trichoderma* (verde uniforme) y suspendemos en 1L de agua destilada estéril bajo condiciones de asepsia. Posteriormente la suspensión de esporas llevamos a campo para el inoculado respectivo (Nolasco, 2010).

Para el conteo de esporas en la cámara de Neubauer preparamos la suspensión, separamos 10mL en un tubo de ensayo, luego de agitar la muestra original. Dentro de la cámara de flujo laminar filtramos la suspensión utilizando gasas estériles dispuesta en dos capas sobre un vaso de precipitación para evitar que pase partículas de arroz este procedimiento repetimos dos veces. Seguidamente dentro de la cámara de flujo laminar tomamos 200 uL de la suspensión de esporas usando la micro pipeta y colocamos en un recipiente pequeño, tomamos 100uL de lactoglicerol, mezclamos la suspensión de esporas y el lactoglicerol usando la micropipeta succionando y soltando el contenido, dejamos en reposo por 10 minutos (Nolasco, 2010).

Se ajusto la concentración de esporas utilizando la cámara de neubauer(Nolasco, 2010).

2.2.7 Análisis funcional

Para determinar las pruebas estadísticas a ser utilizadas en el análisis de los datos de temperaturas del suelo a tres profundidades y de altura del eucalipto se aplicaron las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov (para menos de 50 datos o más, respectivamente). Una vez aplicadas las pruebas de normalidad se determinó la no existencia de la misma para ninguno de los parámetros, por este motivo se emplearon pruebas no paramétricas.

El análisis de la existencia de diferencias significativas entre las temperaturas del suelo según el tratamiento de solarización aplicado se realizó mediante utilización de la prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis al 5% de significancia. Complementariamente se aplicó la prueba HSD de Tukey al 5% para establecer los subgrupos homogéneos de los tratamientos que tienen temperaturas del suelo similares. De igual manera, para establecer la existencia de diferencias significativas entre las alturas de los eucaliptos según el tratamiento de solarización aplicado, también se utilizó la prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis.

CAPÍTULO III

3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Resultados de los parámetros de evaluación

3.1.1 Cepas obtenidas antes y después de solarizar

Mediante la aplicación del método de aislamiento de hongos por diluciones seriadas se obtuvieron 16 cepas de hongos identificadas basadas en la observación de las características macroscópicas, microscópicas y moleculares.

3.1.1.1 Género: *Aspergillus*

Tabla 1-3: Clasificación de las cepas del género *Aspergillus*.

Reino	Fungí
Phyllum	Ascomycota
Clase	Eurotiomycetes
Orden	Eurotiales
Familia	Aspergillaceae
Género	<i>Aspergillus</i>

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

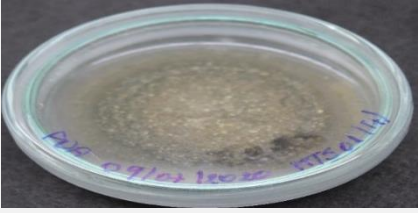
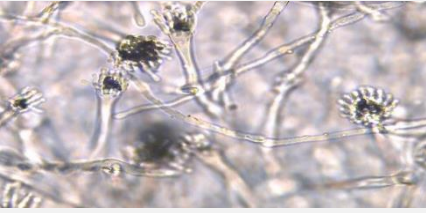

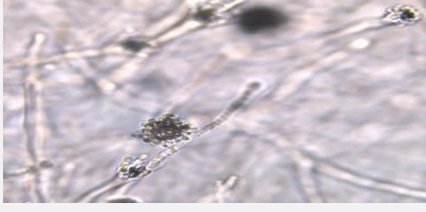
Fuente: (Schoch C., et al. 2020).

Aspergillus nidulans

Características macroscópicas y microscópicas

Esta especie produce colonias de aspecto algodonoso o pulverulento fino de color verde oscuro. Las cabezuelas son biseriadas, en cultivos jóvenes son irradiadas sobre la mitad superior de la vesícula, luego forman columnas cortas. Los conidióforos son generalmente cortos, de pared lisa y color café. Las conidias son globosas de pared lisa de color verde pálido o verde oscuro cuando hay mucha densidad, los resultados obtenidos se asemejan a estudios realizados por (Salazar y León, 2012: p. 94).

Tabla 2-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Aspergillus nidulans*.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	
	

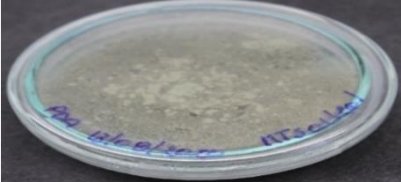
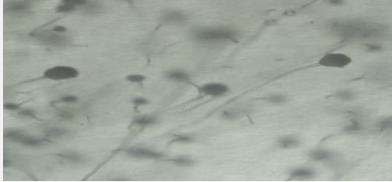
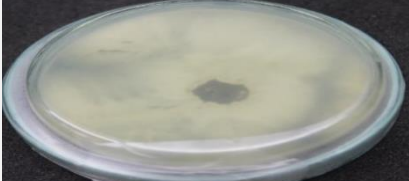
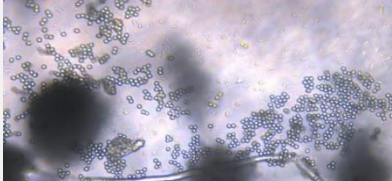
Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Aspergillus fumigatus

Características macroscópicas y microscópicas

Colonias de rápido, inicialmente son algodonosa de color blanco, rápidamente se torna pulverulentas de color azul con bordes blancos, conforme va envejeciendo la colonia adquiere un color gris y obscuro polvoso. De la parte revés toma un color blanco. Microscópicamente se observa cabezuelas columnares. Sus conidióforos son cortos, vesículas terminales en forma cónica que mantiene una sola fila de fiálides, las conidias son de forma globosa de color verde que forman cadenas largas que al momento del montaje se rompen fácilmente, estos resultados se asemejan a características que reportan (Salazar y León, 2012: p. 93) para *Aspergillus fumigatus*.

Tabla 3-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Aspergillus fumigatus*.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	
	

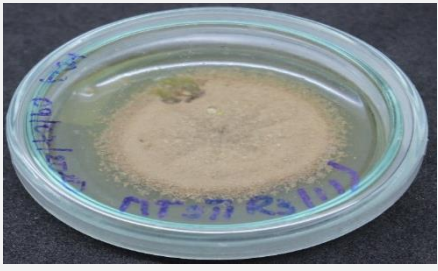
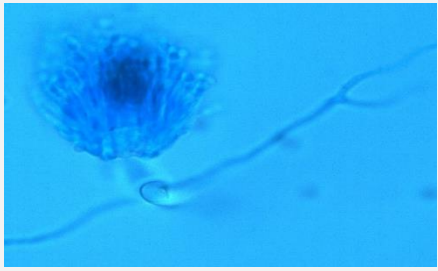

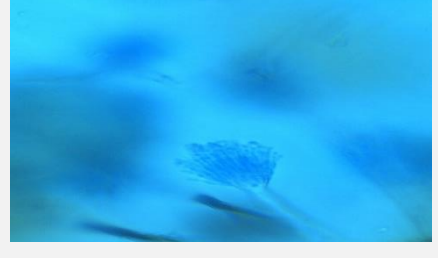
Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Aspergillus terreus

Características macroscópicas y microscópicas

Colonias de rápido crecimiento, inician con micelio algodonosa de color café o canela pulverulentas, con exudaciones de color transparente. La parte revés es de color café amarillento. Microscópicamente se observa cabezuelas compactas y biseriadas, sus conidióforos son cortos, vesículas subesfericas biseriadas, las conidias son de forma globosa o esféricas, hialinos y de pared lisa estas características son similares a estudios realizados por (Salazar y León, 2012: p. 94).

Tabla 4-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Aspergillus terreus*.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	
	

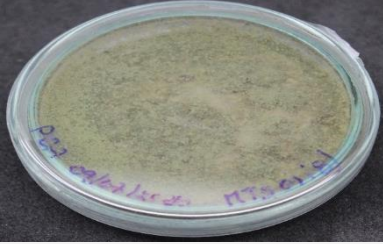


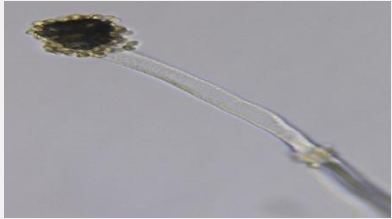
Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Aspergillus sp.

Características macroscópicas y microscópicas

Colonias de rápido crecimiento, inician con un micelio algodonos de color blanco, adquiriendo rápidamente el color verde amarillento y una textura pulverulenta gruesa. La parte revés presenta un color amarillo verdoso. Macroscópicamente se observa cabezuelas radiadas que cubren toda la vesícula esférica, los conidióforos son de tamaño variable hialinos y muy rugosos, las conidias son globosas o semiglobosas de color verde pálido, estas características son similares a estudios realizados por (Salazar y León, 2012: p. 94).

Tabla 5-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Aspergillus* sp.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	
	

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

3.1.1.2 Género: *Trichoderma*

Tabla 6-3: Clasificación de las cepas del género *Trichoderma*.

Reino	Fungí
Phyllum	Ascomycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Hypocreaceae
Género	<i>Trichoderma</i>

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Fuente: (Schoch C., et al. 2020)

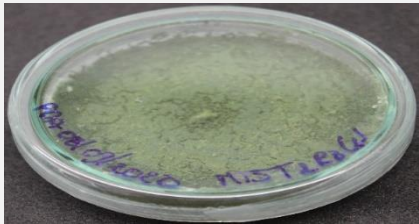

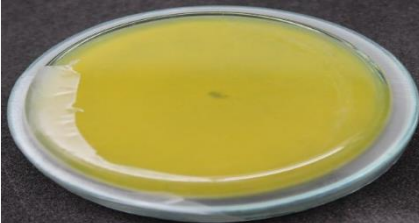
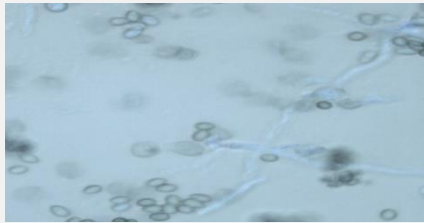
Trichoderma longibrachiatum

Características macroscópicas y microscópicas

Colonias de rápido crecimiento, inician de color blanco algodonosa. Rápidamente adquiere un color verde intenso y una textura gruesa. De la parte revés toma un color amarillo verdoso. Microscópicamente se observa conidióforos erectos hialinos en su mayoría ramificados, fiálides en forma de botella hinchada en su parte inferior y delgadas en la parte del ápice, conidias

equinados de forma globosas unicelulares de color verde que se encuentran en masas en la parte superior de las fiálides, estas características coinciden con estudios realizados por (García et al., 2017, pp. 59-61).

Tabla 7-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Trichoderma longibrachiatum*.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	
	

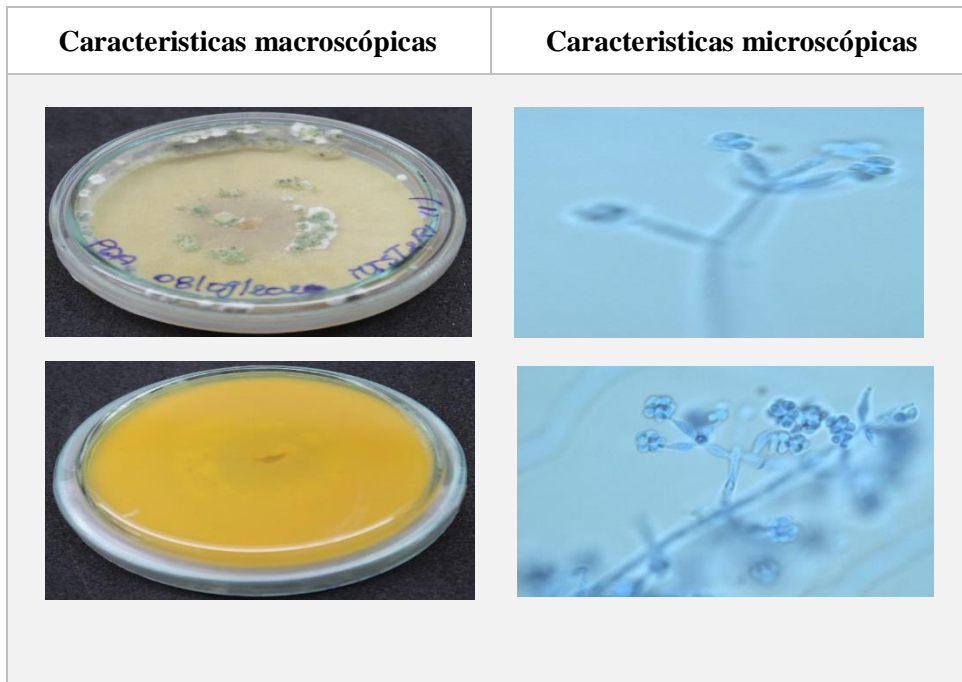
Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Trichoderma harzianum

Características macroscópicas

Colonias con rápido crecimiento, inicialmente presenta micelio de color blanco algodonosa, luego empieza a tornarse de color verde claro con una textura gruesa, se van formando anillos concéntricos. En la parte revés toma un color amarillo. Microscópicamente se observa conidióforos hialinos ramificados, se presentan en grupos o solitarios. Las fiálides en forma de pera o botella, hinchadas en la parte inferior y delgadas en el ápice. Conidios unicelulares de forma globosa equinados de color verde que se presentan en masas al final de las fiálides estas características coinciden con estudios realizados por (García et al., 2017 pp. 61-62).

Tabla 8-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Trichoderma harzianum*.



Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

3.1.1.3 Género: *Clonostachys*

Tabla 9-3: Clasificación de las cepas del género *Clonostachys*.

Reino	Fungí
Phyllum	Ascomycota
Clase	<u>Sordariomicetos</u>
Orden	Hypocreales
Familia	<u>Bionectriáceas</u>
Género	<u><i>Clonostachys</i></u>

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Fuente: (Schoch C., et al. 2020)


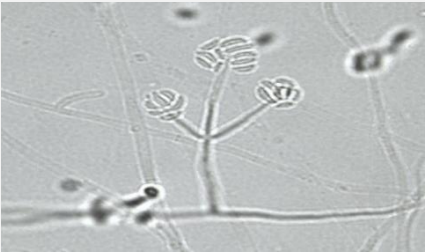

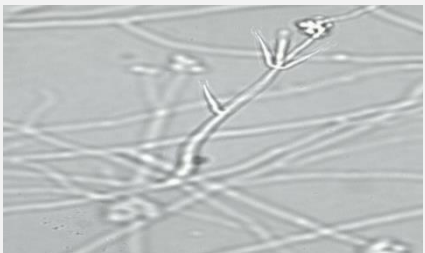
Clonostachys rosea

Características macroscópicas

Colonias inicialmente presenta micelio de color blanco algodonosa, conforme va envejeciendo se torna de color amarillo en la parte superior del micelio con una textura gruesa con formación de esclerosis. En la parte revés de color blanco con pigmentación de color naranja pálido.

Microscópicamente se observa fiálides en forma de espiga, en la parte inferior son anchas y delgadas en la parte del ápice, conidióforos primarios de tipo verticilados, en la punta de las fiálides aparecen masas de conidios en forma de una pelota, estas características se asemejan a estudios realizados por (Ebrahimi, 2016, p. 26).

Tabla 10-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Clonostachys rosea*.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	
	

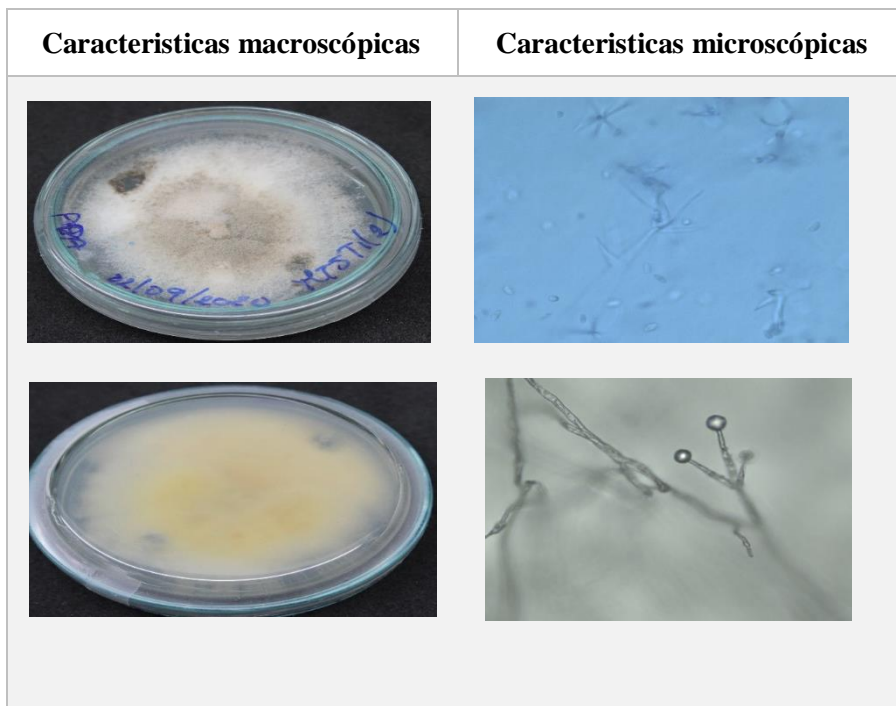
Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

***Clonostachys* sp.**

Características macroscópicas

Colonia que inicialmente presenta micelio de color blanco algodonoso, con el tiempo toma un color grisáceo en el centro, una textura gruesa con formación de clorosis de color negro. La parte revés es de color crema pálido. Microscópicamente se observó fiálides en forma de triángulo, en la parte inferior espaciosa terminando en punta en la parte del ápice, aparecen conidios globosos o redondos en la punta de las fiálides, estas características se asemejan al estudio realizado por (Ebrahimi, 2016, p. 26).

Tabla 11-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Clonostachys* sp.



Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

3.1.1.4 Género: *Fusarium*

Tabla 12-3: Clasificación de las cepas del género *Fusarium*.

Reino	Fungí
Phyllum	Ascomycota
Clase	<u>Sordariomicetos</u>
Orden	Hypocreales
Familia	Nectriaceae
Género	<i>Fusarium</i>

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Fuente: (Schoch C., et al. 2020)

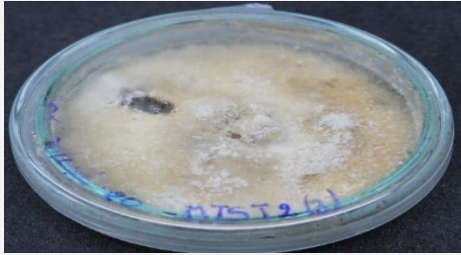
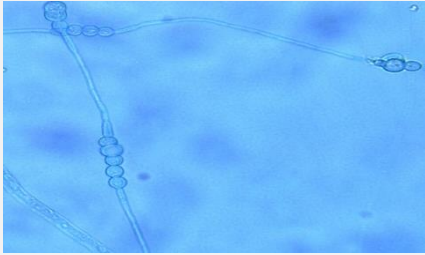
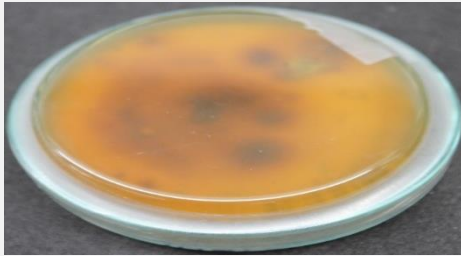
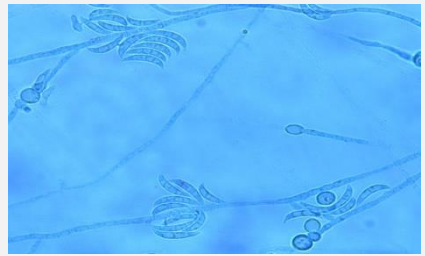
Fusarium clavum

Características macroscópicas

Colonia de rápido crecimiento, inicialmente presenta micelio de color blanco pronunciado en el centro, alrededor tiene un crecimiento uniforme en forma algodonosa, con el tiempo toma un color naranja cremosa. Revés de color naranja intenso. Microscópicamente se observa formación

de clamidosporas globosas que forman un cojinete o cadenas, hifas hialinas septadas, microconidias esféricas y macroconidias septadas las cuales son delgadas en forma de media luna bien curvadas, características similares se presentaron en estudios realizados por (Leslie y Summerell, 2006: p. 152).

Tabla 13-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Fusarium clavum*.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	
	

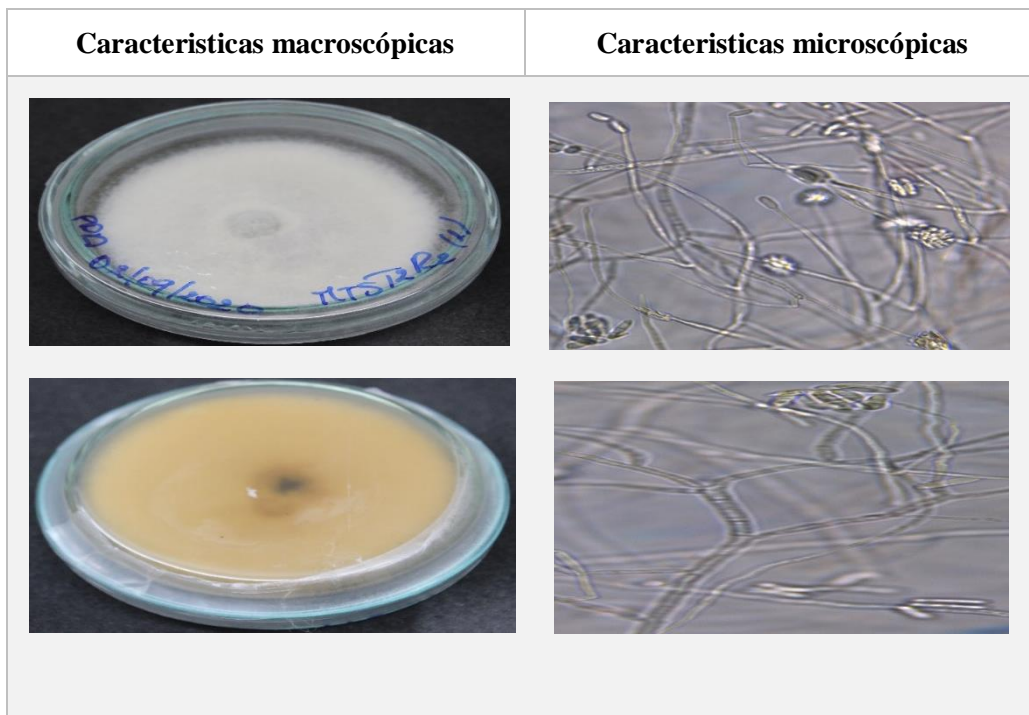
Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Fusarium solani

Características macroscópicas

Colonia de rápido crecimiento en sus inicios y en medio PDA presenta un color blanco algodonoso que con el tiempo va tornándose de color crema. Revés de color crema pálido uniforme. Microscópicamente presenta clamidosporas en forma globosa en cadenas cortas, pueden presentarse individualmente o en pares, microconidios ovalados, macroconidias son ligeramente anchos, en forma de curvas, de 3 a 7 tabiques con extremos redondeados, características que se asemejan a un estudio realizado por (Leslie y Summerell, 2006: p. 250).

Tabla 14-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Fusarium solani*.



Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

3.1.1.5 Género: *Scedosporium*

Tabla 15-3: Clasificación de las cepas del género *Scedosporium*.

Reino	Fungí
Phyllum	Ascomycota
Clase	<u>Sordariomicetos</u>
Orden	Microescalas
Familia	Microascaceae
Género	<i>Scedosporium</i>

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Fuente: (Schoch C., et al. 2020).

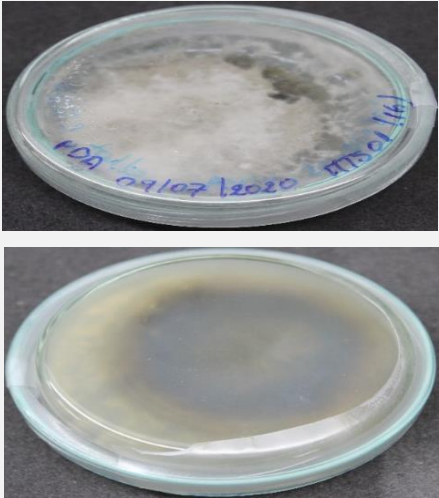
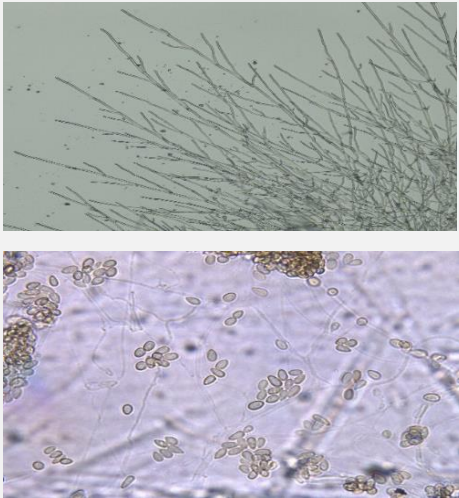
Scedosporium boydii

Características macroscópicas

Colonia de rápido crecimiento en sus inicios y en medio PDA es de color blanco grisáceo, cubierta de una lámina blanca algodonosa con aspecto de gamuza a velloso. Revés de color negro grisáceo. Microscópicamente se observa hifas hialinas septadas con conidióforos rectos, conidios

unicelulares que pueden nacer solos o en grupos pequeños de color marrón pálido, características que se asemejan a estudios realizados por (Borman et al., 2006: pp. 33-34).

Tabla 16-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas del género *Scedosporium boydii*.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

3.1.1.6 Género: *Actinomucor*

Tabla 17-3: Clasificación de las cepas del género *Actinomucor*.

Reino	Fungí
Phyllum	Ascomycota
Clase	Mucoromicetos
Orden	Mucorales
Familia	Mucoraceae
Género	<i>Actinomucor</i>

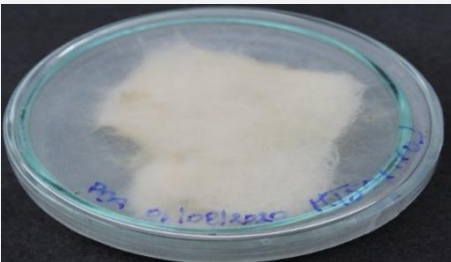
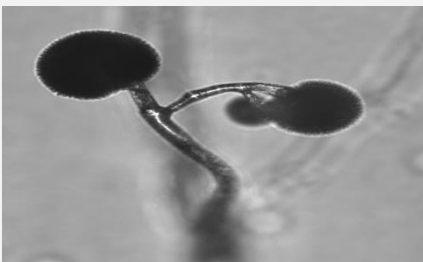
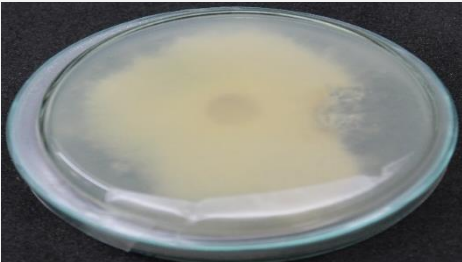

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Fuente: (Schoch C., et al. 2020)

Características macroscópicas

Colonia de crecimiento muy rápido. Inicialmente presenta micelio de color blanco, muy esponjosa o velluda con una exudación blanca. Revés de color blanco tornándose crema. Características microscópicas presenta esporangios en esporangióforos ramificados que forman esporangios y columelas, esporangio de forma circular que contiene esporangiosporas globosas, las características se asemejan a estudios realizados por (Berenguer, 2015, pp. 110-111).

Tabla 18-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas del género *Actinomucor*.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	
	

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

3.1.1.7 Género: *Geosmithia*

Tabla 19-3: Clasificación de las cepas del género *Geosmithia*.

Reino	Fungí
Phyllum	Ascomycota
Clase	Sordariomicetos
Orden	Hypocreales
Familia	Bionectriáceas
Género	<i>Geosmithia</i>

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

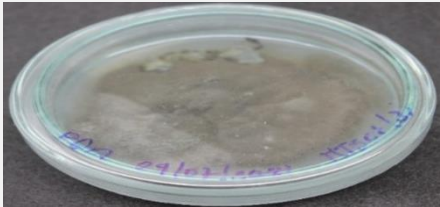
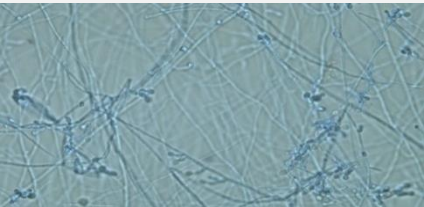
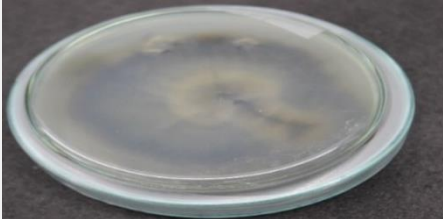
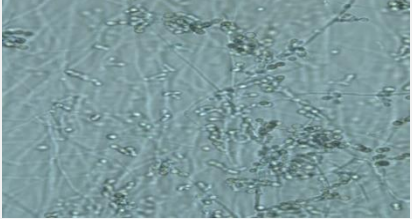
Fuente: (Schoch C., et al. 2020)

Geosmithia sp.

Características macroscópicas

Inicialmente presenta micelio de color blanca, luego con el tiempo se pone de color gris o negro con una textura pulverulenta de color negro. Revés inicialmente de color blanco, cambia a color gris y con el borde de color negro. Características microscópicas se observa conidióforos con grandes conidios solitarios y fiálides inflados, células similares a las levaduras, presenta conidios en cadenas en forma de granos de arroz, características que se asemejan a resultados obtenidos por (Kolarik et al., 2005 pp. 1325-1326).

Tabla 20-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas del género *Geosmithia sp.*

Características macroscópicas	Características microscópicas
	
	

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

3.1.1.8 Género: *Purpureocillium*

Tabla 21-3: Clasificación de las cepas del género *Purpureocillium*.

Reino	Fungí
Phyllum	Ascomycota
Clase	Sordariomicetos
Orden	Hypocreales
Familia	Ophiocordycipitaceae
Género	<i>Purpureocillium</i>

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

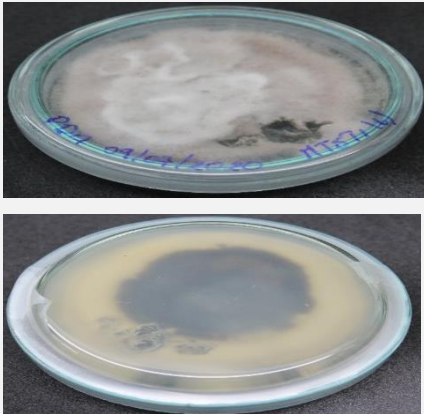

Fuente: (Schoch C., et al. 2020)

Purpureocillium lilacinum

Características macroscópicas

Son colonias de rápido crecimiento inicialmente presenta micelio que tiene aspecto de gamuza, de color violeta o rosa intenso con bordes de color blanco, presenta una textura pulverulenta. Revés de color negro grisáceo con borde de color blanco. Características microscópicas se puede observar conidióforos erectos con ramas que poseen fiálides densamente agrupadas. Las fiálides se encuentran hinchadas en la base y gradualmente se estrechan formando un cuello delgado, los conidios son elipsoides que van formando cadenas largas, características que tienen similitud en estudios realizados por (Inglis citado en Vines, 2019).

Tabla 22-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas del género *Purpureocillium*.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

3.1.1.9 Género: *Penicillium*

Tabla 23-3: Clasificación de las cepas del género *Penicillium*.

Reino	Fungí
Phyllum	Ascomycota
Clase	Eurotiomycetes
Orden	Eurotiales
Familia	Aspergillaceae
Género	<i>Penicillium</i>

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

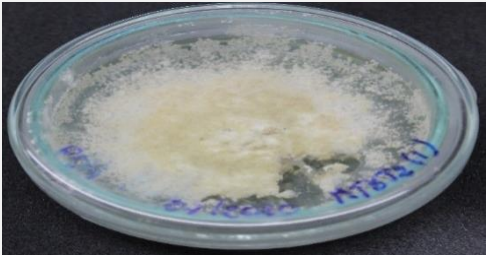
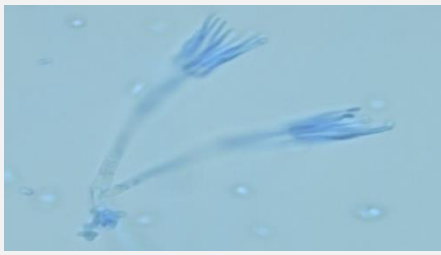
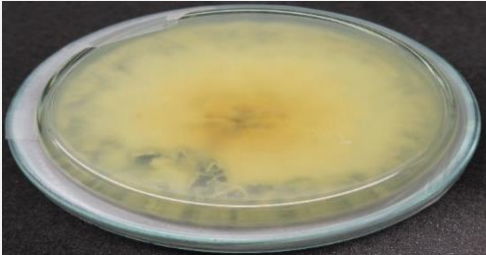

Fuente: (Schoch C., et al. 2020)

Penicillium adametzii

Características macroscópicas

Colonias de rápido crecimiento en sus inicios y en medio PDA tiene un color blanco con una textura algodonosa bien cargada, con el tiempo toma un color naranja cremosa con una textura grumosa de color blanco. Revés de color naranja pálido. Características microscópicas se observa hifas septadas hialinas con conidióforos simples o ramificados, fiálides alargadas en forma de espiga, con conidios globosos, resultados que se asemejan a estudios realizados por (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2016 pp.1-2).

Tabla 24-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Penicillium adametzii*.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	
	

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

3.1.1.10 Género: *Spicellum*

Tabla 25-3: Clasificación de las cepas del género *Spicellum*.

Reino	Fungí
Phyllum	Ascomycota
Clase	Sordariomicetos
Orden	Hypocreales
Familia	Hypocreales incertae sedis
Género	<i>Spicellum</i>

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

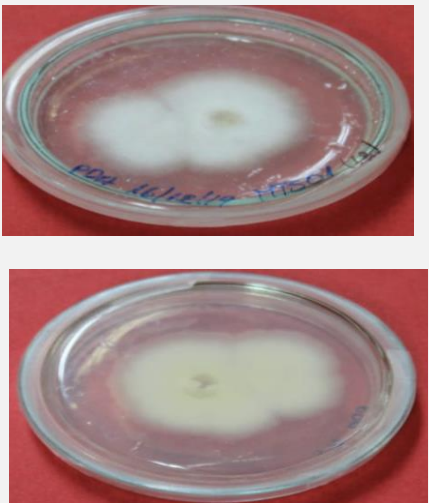
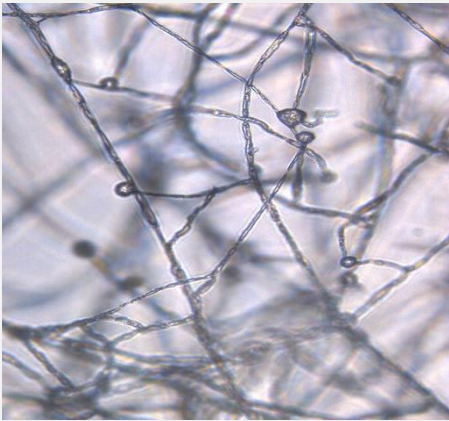
Fuente: (Schoch C., et al. 2020)

Spicellum sp.

Características macroscópicas

Colonias de crecimiento lento en sus inicios y en medio PDA la colonia es de color blanco, luego con el tiempo se torna de color blanco intenso con textura algodonoso. Revés de color blanco intenso. Características microscópicas presenta células conidiógenas en pequeños grupos o solitarias a lo largo de las hifas. Conidios hialinos elipsoidales o subglobosos, a menudo con base apiculada, características que se asemejan con estudios realizados por (Piontelli y Vivar, 2010: p. 10).

Tabla 26-3: Características macroscópicas y microscópicas de las cepas de *Spicellum* sp.

Características macroscópicas	Características microscópicas
	

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

En el Gráfico 1-3 se presenta el número de colonias de cada uno de los hongos encontrados en las muestras de sustrato previo a los tratamientos de solarización y posterior a la solarización, de igual manera se presenta el caso de control. Sin solarización, se observó y verificó la presencia de 23 colonias, destacándose el hongo *Aspergillus* sp. con cinco. Posterior a la solarización se observaron un total de 45 colonias. En tanto que en las muestras del grupo control se identificaron 41 colonias en las tres unidades experimentales (tres repeticiones), destacándose los hongos *Aspergillus fumigatus* y *Fusarium solani* con 6 colonias cada uno.

En vista de que las unidades experimentales difieren para las muestras analizadas antes de la solarización (1), luego de la solarización (9) y del grupo control (3), es pertinente obtener un indicador del número de hongos de cada tipo presentes en una muestra, con el objeto de comparar directamente entre los resultados de los tres casos. En este sentido en el Gráfico 1-3 se presenta el número de hongos por muestra, agrupados según el género de los mismos.

Hongos por muestra según el género

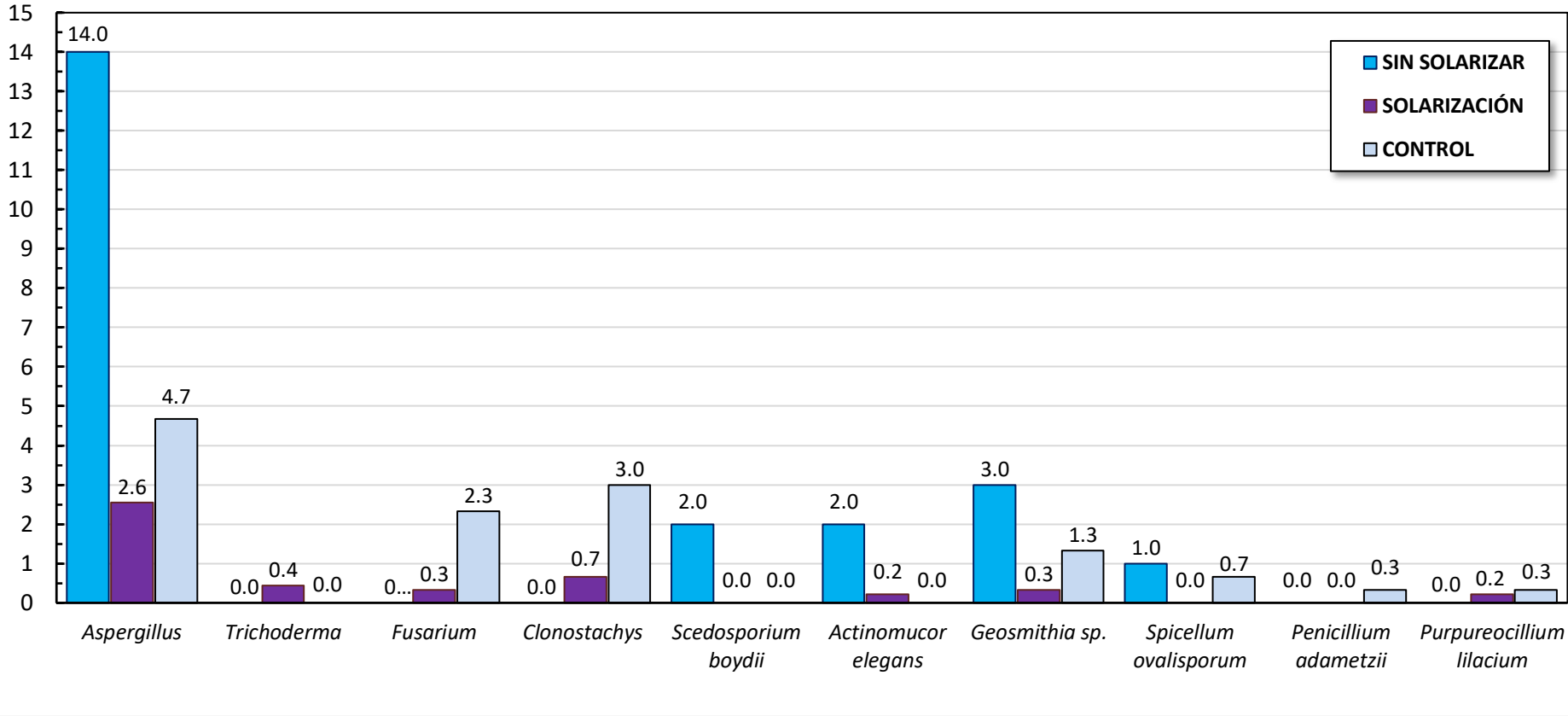


Gráfico 1-3: Número de hongos por cada muestra según el género al que pertenecen.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

En el Gráfico 2-3 se ilustra la proporción de hongos encontrados en las unidades experimentales previo a la solarización, se destaca que el 26,1% de colonias de hongos corresponde a *Aspergillus nidulans*, seguido por el 21,7% de *Aspergillus sp.*, luego se observa que el 13% de *Geosmithia sp* y el resto aproximadamente 10%.

En el Gráfico 3-3 se presenta la proporción de hongos encontrados después de la solarización, la mayor proporción corresponde a un 26,7% de *Aspergillus fumigatus*, seguido por el 20% de *Aspergillus terreus*, en tanto que los otros tipos de hongos no alcanzan el 10% del total.

Finalmente, conforme se ilustra en el Gráfico 4-3 respecto a la proporción de hongos hallados en las muestras testigo, el 14,6% de colonias corresponde a *Aspergillus fumigatus*, 14,6% de *Purpureocillium lilacium*, el 12,2% de *Penicillium adametzii* y el resto de hongos no alcanzan el 10% del total.

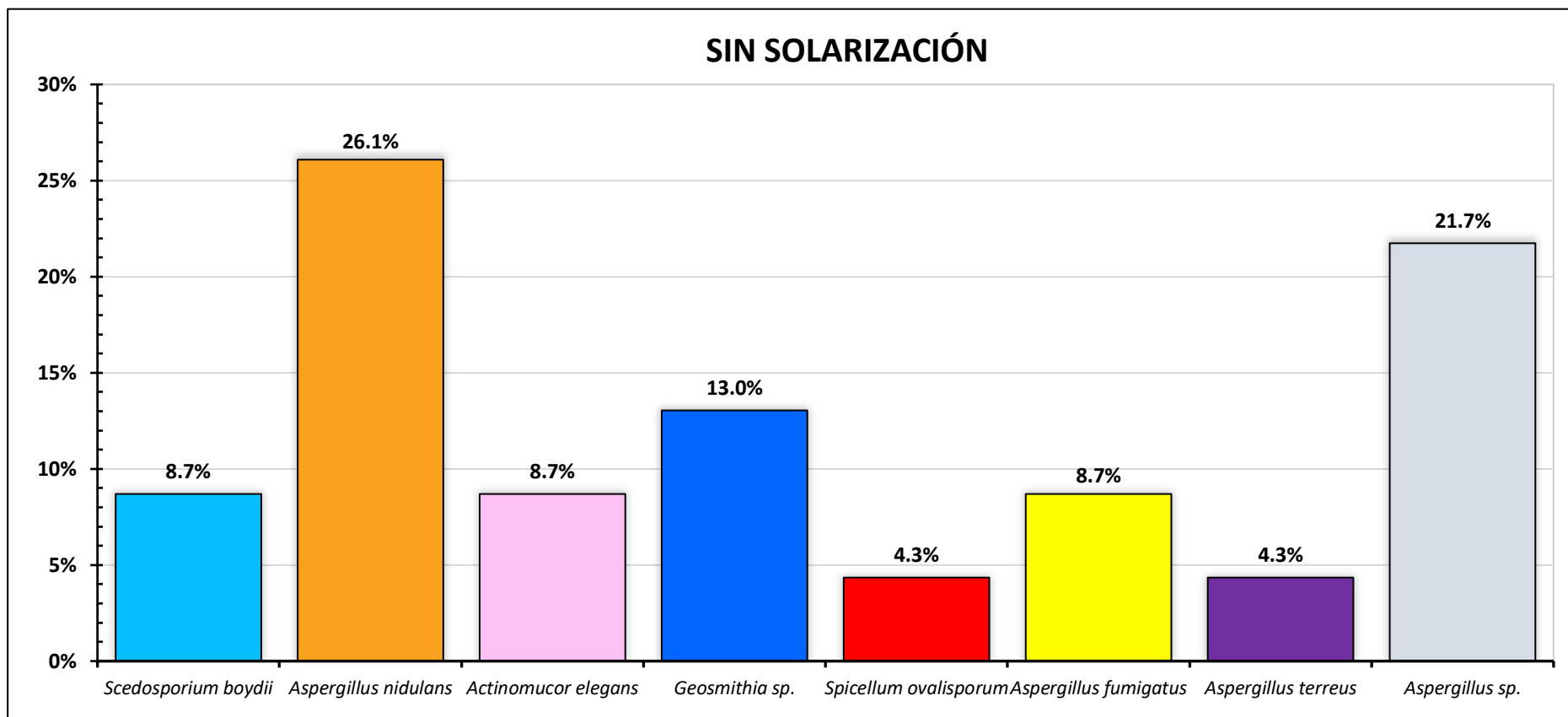


Gráfico 2-3: Frecuencia de los diferentes géneros de hongos en las muestras sin solarización.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

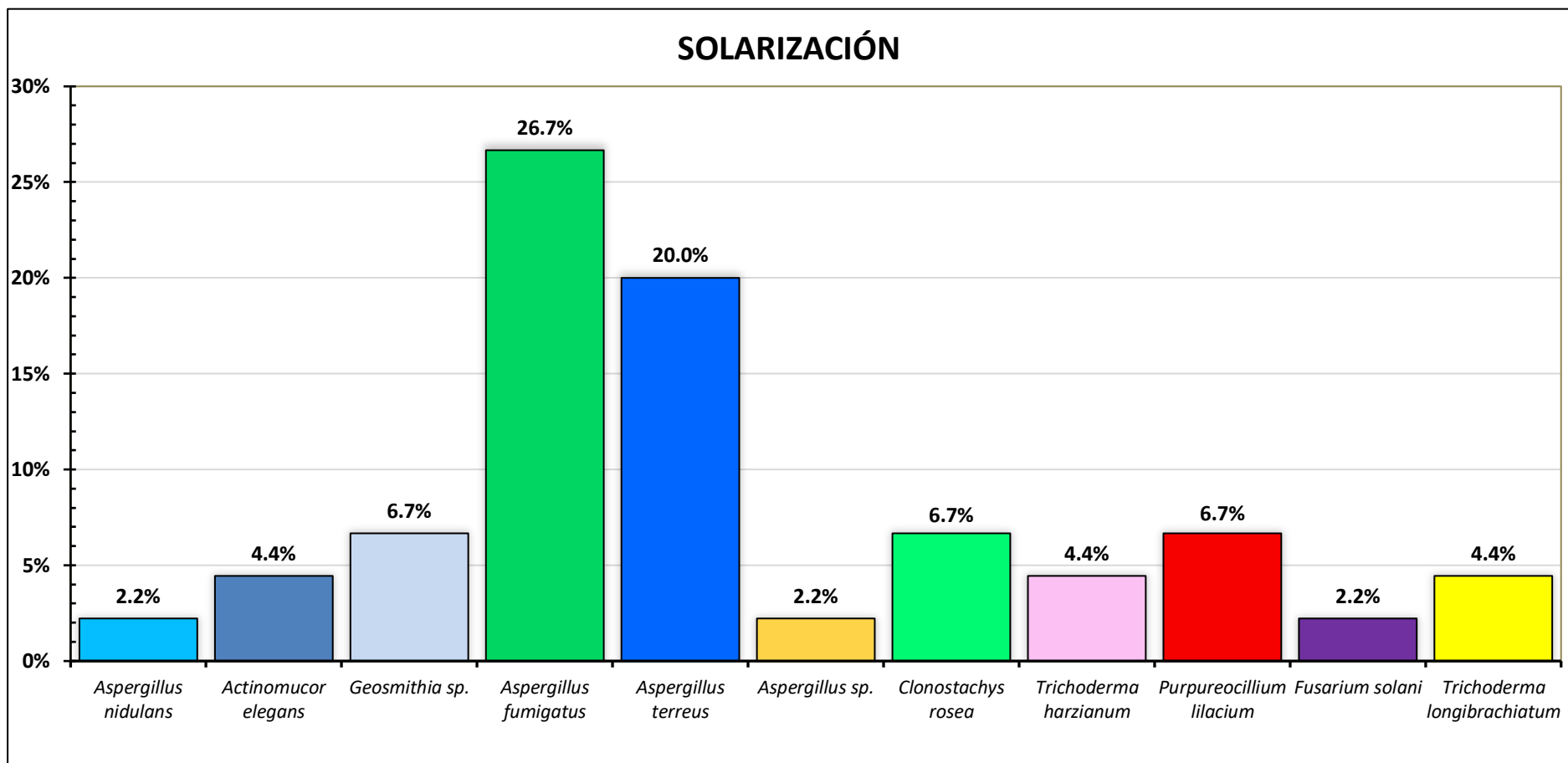


Gráfico 3-3: Frecuencia de los diferentes géneros de hongos en las muestras con solarización.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

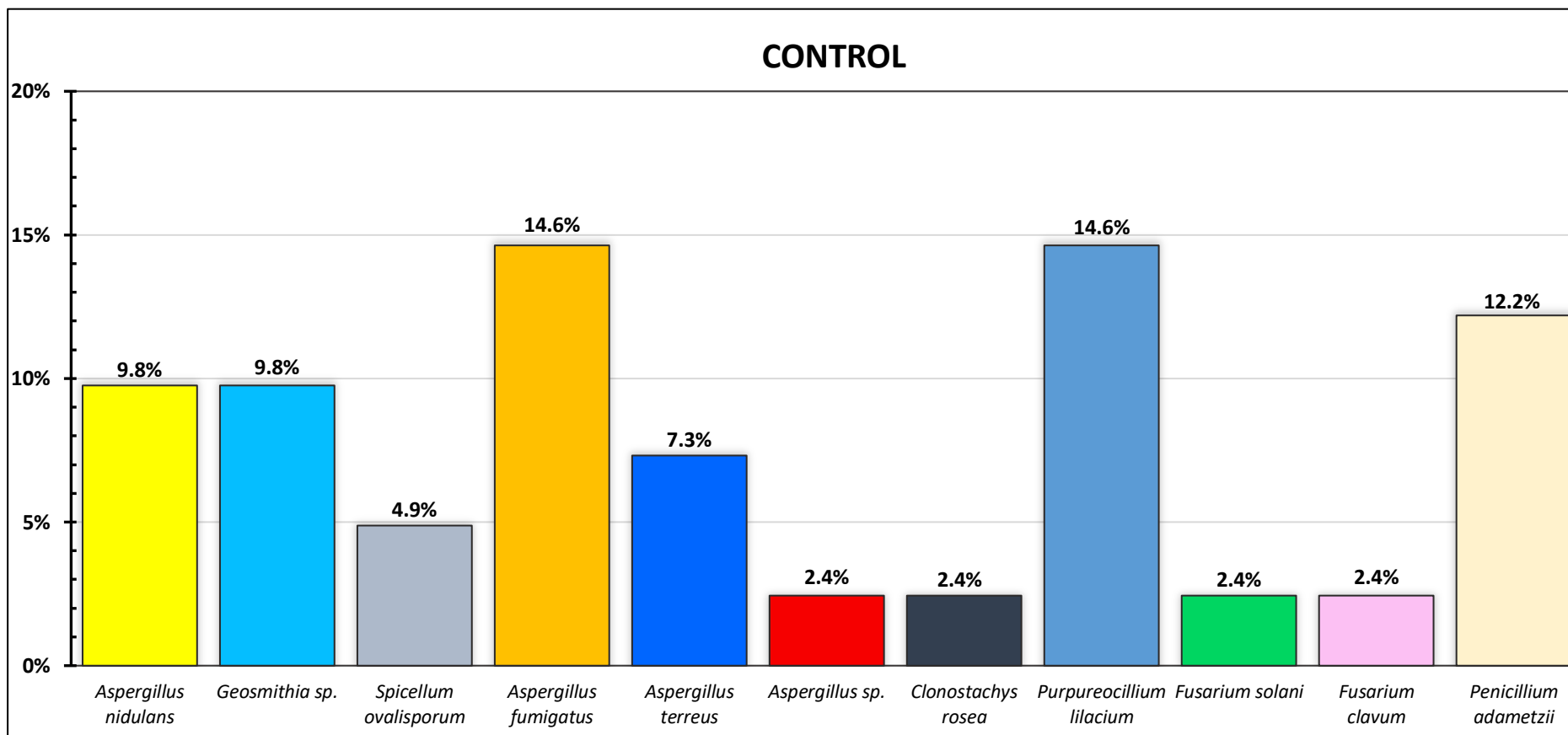


Gráfico 4-3: Frecuencia de los diferentes géneros de hongos en las muestras control.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, Marfa, 2020.

3.1.2 Temperaturas del suelo a tres profundidades

Una vez llevado a cabo el método de solarización para el control físico de organismos fitopatógenos del suelo, con el hongo *Trichoderma harzianum*, se procedió a medir las temperaturas del suelo a las profundidades de 5, 10 y 15 cm para las diferentes condiciones de los experimentos realizados, así como las alturas de las plántulas de *Eucalyptus globulus*.

3.1.2.1 Temperatura a 5 cm de profundidad a las 7 am, 1 pm y 5 pm

En la Tabla 27-3 se muestran los estadísticos descriptivos medias, desviaciones estándar, valores mínimos y valores máximos de las temperaturas del sustrato efectuadas a 5 cm de profundidad, en los horarios de las 7 am, 1 pm y 5 pm. Entre los valores a destacar consta que la máxima temperatura alcanzada fue en el caso del tratamiento T4 (8 semanas de solarización) a la 1 pm con una media de $47,79 \pm 7,47^{\circ}\text{C}$; mientras que la mínima temperaturas registrada correspondió al tratamiento T2 (4 semanas de solarización) con una media de $22,40 \pm 2,97^{\circ}\text{C}$ en el horario de las 7 am.

Tabla 27-3: Estadísticos descriptivos de la temperatura a 5cm de profundidad.

Estadísticos Descriptivos Temperatura (°C)						
Tratamiento	Hora	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
T1	7 am	72	16	32	24,17	4,636
	1 pm	72	32	54	41,88	6,040
	5 pm	72	22	44	32,47	5,917
T2	7 am	48	17	28	22,40	2,973
	1 pm	48	36	54	41,73	4,350
	5 pm	48	48	26	44	3,175
T3	7 am	72	18	34	25,25	4,970
	1 pm	72	34	56	45,01	6,744
	5 pm	72	24	46	35,03	6,063
T4	7 am	96	18	40	26,76	5,376
	1 pm	96	34	58	47,79	7,466
	5 pm	96	22	48	37,46	7,447

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

A partir de la aplicación de la prueba estadística de diferencias significativas para las temperaturas de los cuatro tratamientos se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 28-3:

Tabla 28-3: Prueba de diferencias de temperaturas por tratamiento, a 5 cm de profundidad.

Temperatura (°C)			
Hora	7 am	1 pm	5 pm
H de Kruskal-Wallis	24,086	38,265	30,233
gl	3	3	3
Sig. asintótica	0,000	0,000	0,000
a. Prueba de Kruskal Wallis			
b. Variable de agrupación: Tratamiento			

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

A los tres horarios medidos (7 am, 1 pm y 5 pm), se encontraron diferencias significativas entre las temperaturas en función de los tiempos de solarización, dado que en todos los casos el p-valor fue inferior a 0.05, conforme se muestra en la Tabla 28-3.

Con la finalidad de determinar en donde se concentran las diferencias, se aplicó la prueba HSD Tukey, a partir de la cual se establecen subgrupos que presentan similitudes y diferencias en cuanto a los datos. De esa manera se conocen si los tiempos de solarización inciden o no en la temperatura del suelo. Los subgrupos de los tratamientos según las temperaturas, a 5 cm de profundidad se presentan en la Tabla 29-3:

Tabla 29-3: Subgrupos de los tratamientos según temperaturas, a 5 cm de profundidad.

Temperatura del suelo									
HSD Tukey ^{a,b,c}									
Tratamiento	7 am			1 pm			5 pm		
	N	T (°C)	Subconjunto	N	T (°C)	Subconjunto	N	T (°C)	Subconjunto
T2	48	22,40	A	48	41,73	A	48	31,75	A
T1	72	24,17	B	72	41,88	A	72	32,47	A
T3	72	25,25	B	72	45,01	B	72	35,03	B
T4	96	26,76	C	96	47,79	B	96	37,46	C

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Según la información de la Tabla 29-3, a 5 cm de profundidad y en el horario de las 7 am, se observa que las temperaturas más bajas del suelo corresponden al tiempo de solarización T2 (4 semanas de solarización). En tanto que las temperaturas para el T1 (0 semanas de solarización) y T3 (6 semanas de solarización) son similares. Mientras que las más altas temperaturas se alcanzaron en el T4 (8 semanas de solarización).

Por otra parte, de acuerdo a la Tabla 29-3 a 5 cm de profundidad y en el horario de las 1 pm, se observa que también las temperaturas más bajas del suelo corresponden al tiempo de solarización T2 (4 semanas de solarización), aunque sus valores de temperatura son similares a los alcanzados con el T1 (0 semanas de solarización), por esto ambos pertenecen al mismo grupo. De su lado, el

otro grupo está conformado por las temperaturas de T3 (6 semanas de solarización) y de T4 (8 semanas de solarización), en este último caso se alcanzan las temperaturas más elevadas.

De acuerdo a la Tabla 29-3 a 5 cm de profundidad y en el horario de las 5 pm, se aprecia que las temperaturas más bajas del suelo corresponden al T2 (4 semanas de solarización; 1×10^6 de *Trichoderma*), aunque sus valores de temperatura son similares a los alcanzados con el T1 (0 semanas de solarización), de modo que ambos pertenecen al mismo grupo. Las temperaturas de T3 (6 semanas de solarización) son superiores a las anteriores, pero es inferior a la de T4 (8 semanas de solarización), en cuyo caso se alcanzan las temperaturas más elevadas.

Para mayor detalle de la distribución de los datos, en los Gráficos 5-3, 6-3 y 7-3 se presentan los diagramas de cajas de las temperaturas del suelo a 5 cm de profundidad a las 7 am, 1 pm y 5 pm, respectivamente:

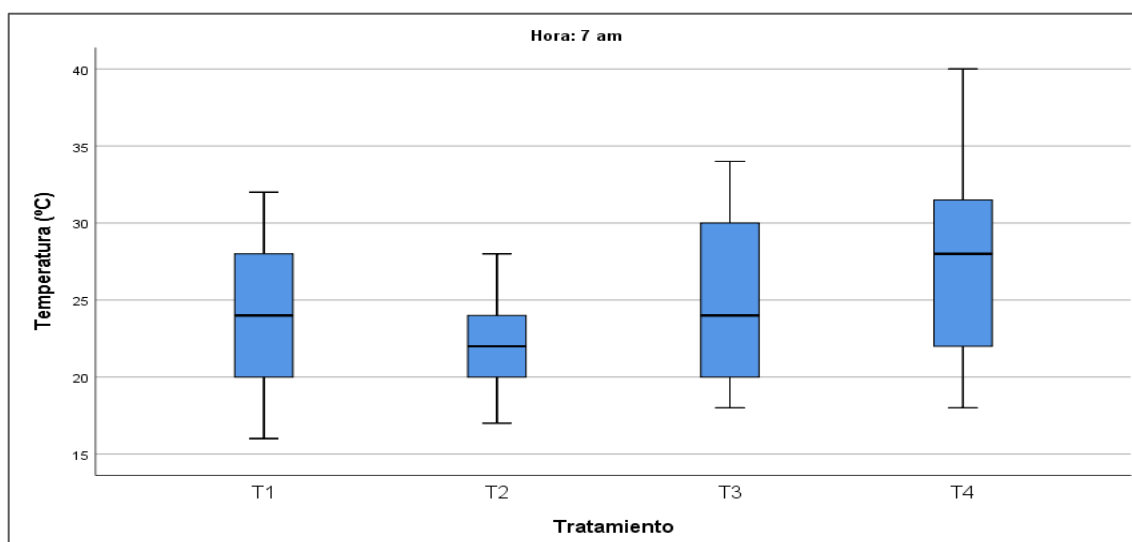


Gráfico 5-3: Diagrama de cajas de las temperaturas por tratamiento, a las 7 am a 5 cm de profundidad.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

En el Gráfico 5-3 se observa que, si bien las temperaturas en T4 a las 7 am son más altas que en los otros casos, sin embargo, también existe una mayor dispersión de los datos (entre 18 y 40 °C).

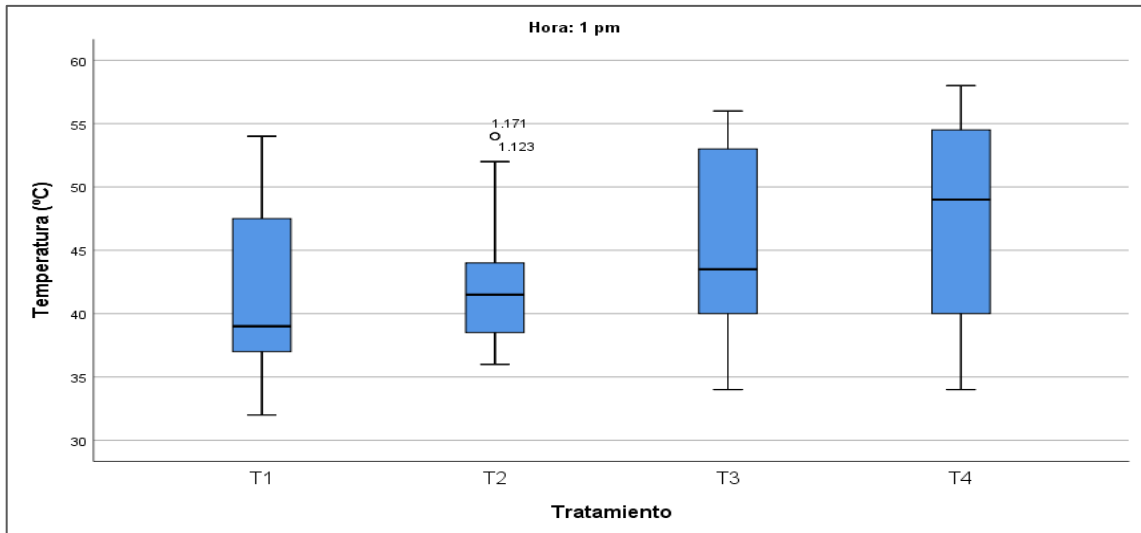


Gráfico 6-3: Temperatura por tratamiento, a las 1 pm a 5 cm de profundidad.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

En el Gráfico 6-3 se observa que los tiempos de solarización T3 y T4 a la 1 pm permitieron alcanzar las temperaturas más elevadas a 5 cm de profundidad.

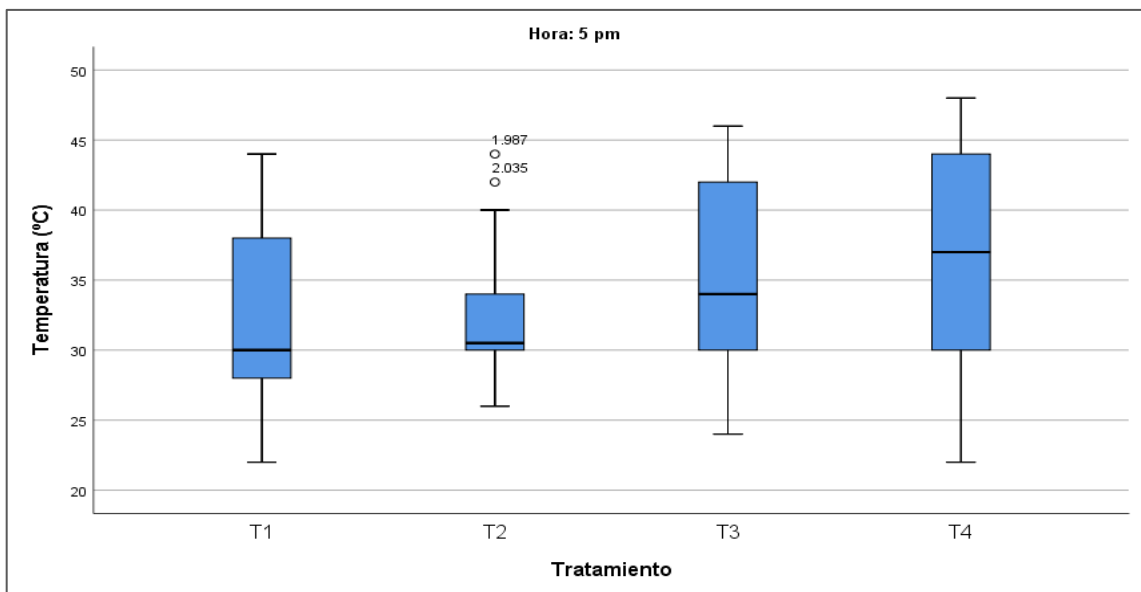


Gráfico 7-3: Temperatura por tratamiento, a las 5 pm a 5 cm de profundidad.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

De acuerdo al Gráfico 7-3 se visualiza que los tiempos de solarización de T4 a la 5 pm permitieron alcanzar las temperaturas más elevadas a 5 cm de profundidad, aunque los valores son muy dispersos (entre 22 y 48 °C).

3.1.2.2 Temperatura a 10 cm de profundidad a las 7 am, 1 pm y 5 pm

En la Tabla 30-3 se muestran los estadísticos descriptivos medias, desviaciones estándar, valores mínimos y valores máximos de las temperaturas del sustrato efectuadas a 10 cm de profundidad, en los horarios de las 7 am, 1 pm y 5 pm. Entre los valores a destacar consta que la máxima temperatura alcanzada fue en el caso del tratamiento T4 (8 semanas de solarización) a la 1 pm con una media de $45,34 \pm 7,36^{\circ}\text{C}$; mientras que la mínima temperaturas registrada correspondió al tratamiento T2 (4 semanas de solarización) con una media de $23,79 \pm 3,19^{\circ}\text{C}$ en el horario de las 7 am.

Tabla 30-3: Estadísticos descriptivos de la temperatura a 10cm de profundidad.

Estadísticos Descriptivos Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)						
Tratamiento	Hora	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
T1	7 am	72	18	34	25,51	4,838
	1 pm	72	30	52	39,50	5,841
	5 pm	72	22	46	34,13	6,331
T2	7 am	48	19	30	23,79	3,195
	1 pm	48	48	32	52	39,13
	5 pm	48	28	47	33,87	3,394
T3	7 am	72	72	19	36	2,676
	1 pm	72	32	54	42,40	6,915
	5 pm	72	28	48	36,83	5,804
T4	7 am	96	19	38	28,44	5,523
	1 pm	96	32	56	45,34	7,361
	5 pm	96	26	50	39,37	7,143

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

A partir de la aplicación de la prueba estadística de diferencias significativas para las temperaturas de los cuatro tratamientos se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 31-3:

Tabla 31-3: Prueba de diferencias de temperaturas por tratamiento, a 10 cm de profundidad.

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)			
Hora	7 am	1 pm	5 pm
H de Kruskal-Wallis	26,784	35,005	31,274
G1	3	3	3
Sig. asintótica	0,000	0,000	0,000
a. Prueba de Kruskal Wallis			
b. Variable de agrupación: Tratamiento			

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

A los tres horarios medidos (7 am, 1 pm y 5 pm), se encontraron diferencias significativas entre las temperaturas en función de los tiempos de solarización, dado que en todos los casos el p-valor fue inferior a 0.05, conforme se muestra en la Tabla 31-3.

Con el propósito de determinar en donde se concentran las diferencias, se aplicó la prueba HSD Tukey, a partir de la cual se establecen subgrupos que presentan similitudes y diferencias en cuanto a los datos. De esa manera se conocen si los tiempos de solarización inciden o no en la temperatura del suelo. Los subgrupos de los tratamientos según las temperaturas, a 10 cm de profundidad se presentan en la Tabla 32-3:

Tabla 32-3: Subgrupos de los tratamientos según temperaturas, a 10 cm de profundidad.

Temperatura del suelo									
HSD Tukey ^{a,b,c}									
Tratamiento	7 am			1 pm			5 pm		
	N	T (°C)	Subconjunto	N	T (°C)	Subconjunto	N	T (°C)	Subconjunto
T2	48	23,79	A	48	39,13	A	48	33,87	A
T1	72	25,51	B	72	39,50	A	72	34,13	A
T3	72	26,76	B	72	42,40	B	72	36,83	B
T4	96	28,44	C	96	45,34	C	96	39,37	C

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

De acuerdo a la información de la Tabla 32-3, a 10 cm de profundidad y en el horario de las 7 am, se observa que las temperaturas más bajas del suelo corresponden al tiempo de solarización T2 (4 semanas de solarización). En tanto que las temperaturas para el T1 (0 semanas de solarización) y T3 (6 semanas de solarización) son similares, por este motivo pertenecen al mismo grupo. Mientras que las más altas temperaturas se alcanzaron en el T4 (8 semanas de solarización).

Por otra parte, de acuerdo a la Tabla 32-3 a 10 cm de profundidad y en el horario de las 1 pm, se observa que también las temperaturas más bajas del suelo corresponden al tiempo de solarización T2 (4 semanas de solarización), aunque sus valores de temperatura son similares a los alcanzados con el T1 (0 semanas de solarización), por esto ambos pertenecen al mismo grupo. Las temperaturas de T3 (6 semanas de solarización) son superiores a las anteriores, no obstante, las temperaturas de T4 (8 semanas de solarización) son significativamente más elevadas que las demás.

Según la Tabla 32-3 a 10 cm de profundidad y en el horario de las 5 pm, se aprecia que las temperaturas más bajas del suelo corresponden al T2 (4 semanas de solarización), aunque sus valores de temperatura son similares a los alcanzados con el T1 (0 semanas de solarización), de modo que ambos pertenecen al mismo grupo. Las temperaturas de T3 (6 semanas de solarización)

son superiores a las anteriores, pero es inferior a la de T4 (8 semanas de solarización), en este último caso se alcanzan las temperaturas más elevadas.

Con el objeto de distinguir con mayor claridad la distribución de los datos, en los Gráficos 8-3, 9-3 y 10-3 se presentan los diagramas de cajas de las temperaturas del suelo a 10 cm de profundidad a las 7 am, 1 pm y 5 pm, respectivamente:

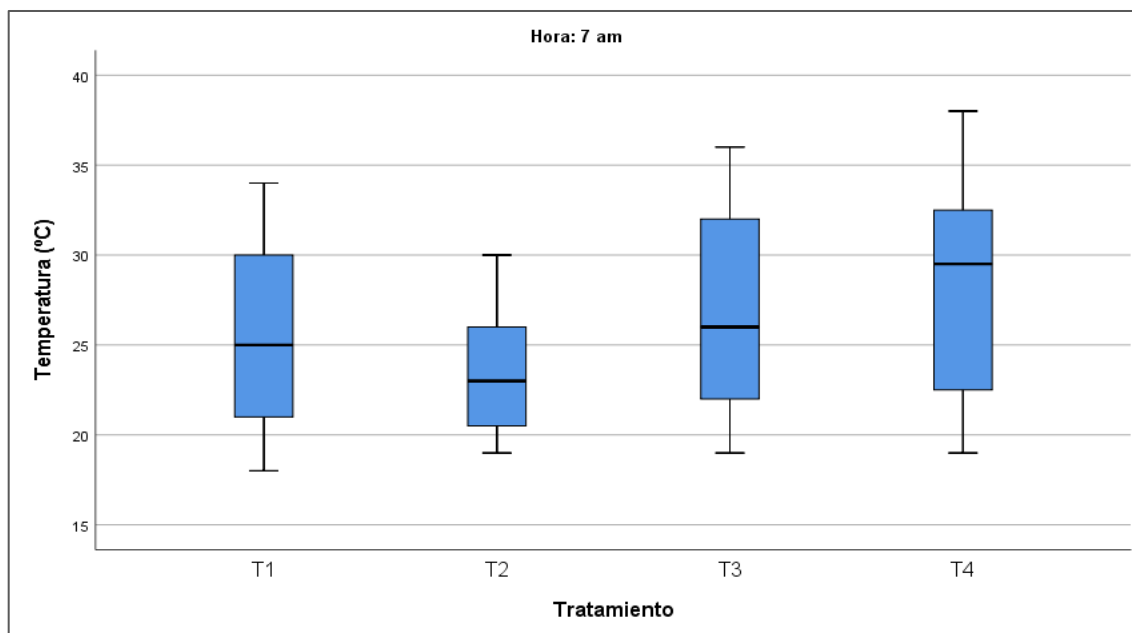


Gráfico 8-3: Temperatura por tratamiento, a las 7 am a 10 cm de profundidad.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

En el Gráfico 8-3 se observa que las temperaturas en T4 a las 7 am son más altas que en los otros casos, aunque presentan una mayor dispersión de los datos (entre 19 y 38 °C).

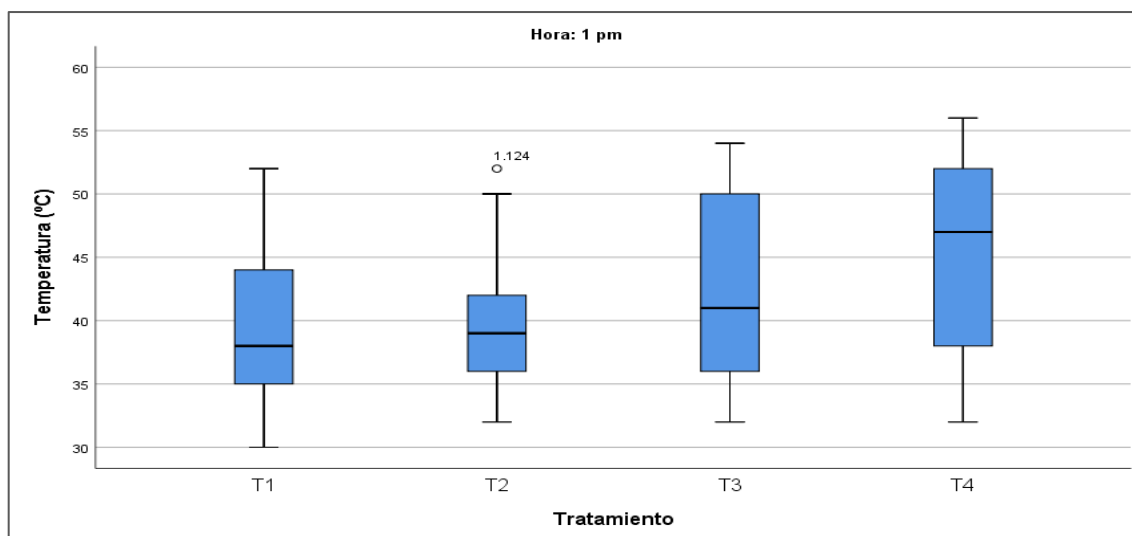


Gráfico 9-3: Temperatura por tratamiento, a las 1 pm a 10 cm de profundidad.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

En el Gráfico 9-3 se observa que el tiempo de solarización T4 a la 1 pm permitió alcanzar las temperaturas más elevadas a 10 cm de profundidad, aunque también se evidencia que los datos son fluctuantes (entre 32 y 56 °C).

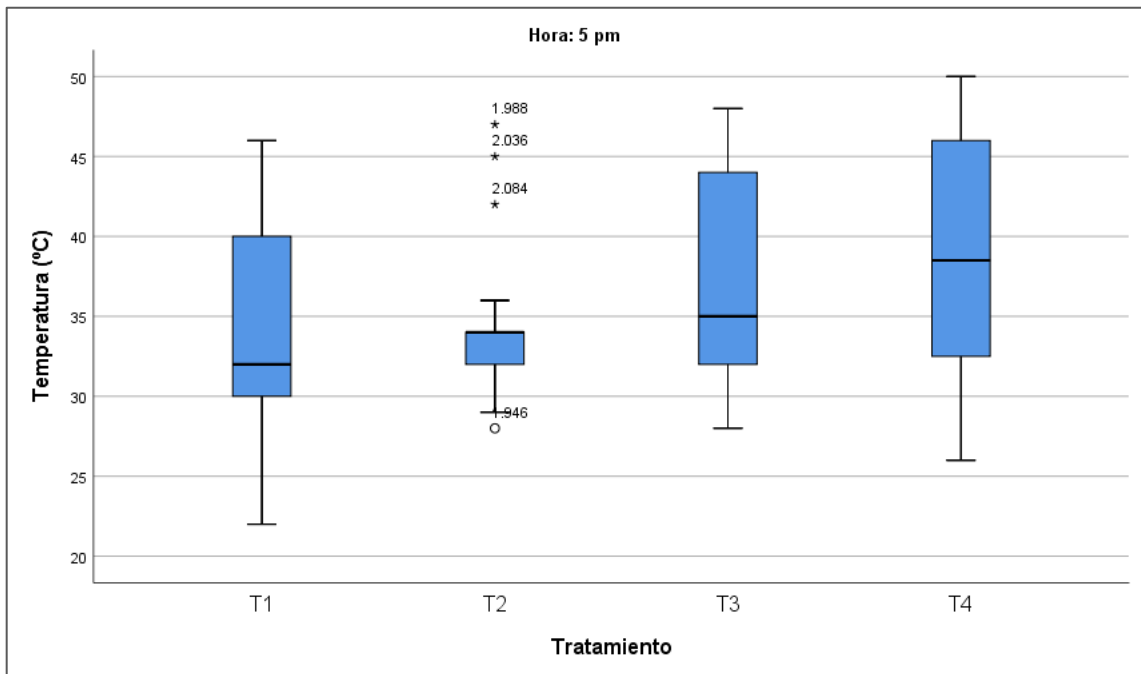


Gráfico 10-3: Temperatura por tratamiento, a las 5 pm a 10 cm de profundidad.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

En el Gráfico 10-3 se observa que el tiempo de solarización T4 a la 5 pm permitió alcanzar las temperaturas más elevadas a 10 cm de profundidad, aunque también se evidencia que los datos son fluctuantes (entre 26 y 50 °C).

3.1.2.3 Temperatura a 15 cm de profundidad a las 7 am, 1 pm y 5 pm

En la Tabla 33-3 se muestran los estadísticos descriptivos medias, desviaciones estándar, valores mínimos y valores máximos de las temperaturas del sustrato efectuadas a 15 cm de profundidad, en los horarios de las 7 am, 1 pm y 5 pm. Entre los valores a destacar consta que la máxima temperatura alcanzada fue en el caso del tratamiento T4 (8 semanas de solarización) a la 1 pm con una media de $41,09 \pm 8,20^{\circ}\text{C}$; mientras que la mínima temperaturas registrada correspondió al tratamiento T2 (4 semanas de solarización) con una media de $25,81 \pm 3,11^{\circ}\text{C}$ en el horario de las 7 am.

Tabla 33-3: Estadísticos descriptivos de la temperatura a 15cm de profundidad.

Estadísticos Descriptivos Temperatura (°C)						
Tratamiento	Hora	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
T1	7 am	72	19	36	26,90	4,798
	1 pm	72	26	48	35,76	6,410
	5 pm	72	22	44	32,56	5,929
T2	7 am	48	20	32	25,81	3,106
	1 pm	48	26	48	34,08	4,237
	5 pm	48	26	42	32,19	3,057
T3	7 am	72	21	38	28,51	5,246
	1 pm	72	28	50	38,18	7,184
	5 pm	72	28	46	35,37	5,504
T4	7 am	96	20	40	30,28	5,611
	1 pm	96	28	53	41,09	8,199
	5 pm	96	28	48	37,76	6,109

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

A partir de la aplicación de la prueba estadística de diferencias significativas para las temperaturas de los cuatro tratamientos se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 34-3:

Tabla 34-3: Prueba de diferencias de temperaturas por tratamiento, a 15 cm de profundidad.

Temperatura (°C)			
Hora	7 am	1 pm	5 pm
H de Kruskal-Wallis	26,229	29,776	39,205
gl	3	3	3
Sig. asintótica	0,000	0,000	0,000
a. Prueba de Kruskal Wallis			
b. Variable de agrupación: Tratamiento			

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

A los tres horarios medidos (7 am, 1 pm y 5 pm), se encontraron diferencias significativas entre las temperaturas en función de los tiempos de solarización, dado que en todos los casos el p-valor fue inferior a 0.05, conforme se muestra en la Tabla 34-3.

Para determinar en donde se concentran las diferencias, se aplicó la prueba HSD Tukey, a partir de la cual se establecen subgrupos que presentan similitudes y diferencias en cuanto a los datos. De esa manera se conocen si los tiempos de solarización inciden o no en la temperatura del suelo. Los subgrupos de los tratamientos según las temperaturas, a 15 cm de profundidad se presentan en la Tabla 35-3:

Tabla 35-3: Subgrupos de los tratamientos según temperaturas, a 15 cm de profundidad.

Temperatura del suelo									
HSD Tukey ^{a,b,c}									
Tratamiento	7 am			1 pm			5 pm		
	N	T (°C)	Subconjunto	N	T (°C)	Subconjunto	N	T (°C)	Subconjunto
T2	48	25,81	A	48	34,08	A	48	32,19	A
T1	72	26,90	A	72	35,76	A	72	32,56	A
T3	72	28,51	B	72	38,18	B	72	35,37	B
T4	96	30,28	C	96	41,09	C	96	37,76	B

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Según la información de la Tabla 35-3, a 15 cm de profundidad y en el horario de las 7 am, se observa que las temperaturas más bajas del suelo corresponden al tiempo de solarización T2 (4 semanas de solarización), aunque las temperaturas de T1 (0 semanas de solarización) son similares, por lo cual ambas pertenecen al mismo grupo. En el siguiente grupo se encuentra T3 (6 semanas de solarización) cuyas temperaturas a 15 cm son superiores a las de T1 y T2. Sin embargo, las temperaturas más altas corresponden a T4 (8 semanas de solarización).

Por otra parte, de acuerdo a la Tabla 35-3 a 15 cm de profundidad y en el horario de las 1 pm, se observa que también las temperaturas más bajas del suelo corresponden al tiempo de solarización T2 (4 semanas de solarización), aunque sus valores de temperatura son similares a los alcanzados con el T1 (0 semanas de solarización), por esto ambos pertenecen al mismo grupo. Las temperaturas de T3 (6 semanas de solarización) son superiores a las anteriores. Sin embargo, las temperaturas de T4 (8 semanas de solarización) son significativamente más elevadas que las demás.

De acuerdo a la Tabla 35-3 a 15 cm de profundidad y en el horario de las 5 pm, se aprecia que las temperaturas más bajas del suelo corresponden al T2 (4 semanas de solarización), aunque sus valores de temperatura son similares a los alcanzados con el T1 (0 semanas de solarización), de modo que ambos pertenecen al mismo grupo. Por otra parte, las temperaturas de T3 (6 semanas de solarización) son superiores a las anteriores y ligeramente inferiores a las de T4 (8 semanas de solarización), aunque en este caso T3 y T4 pertenecen al mismo grupo.

Con la finalidad de diferenciar más ampliamente la distribución de los datos, en los Gráficos 11-3, 12-3 y 13-3 se presentan los diagramas de cajas de las temperaturas del suelo a 15 cm de profundidad a las 7 am, 1 pm y 5 pm, respectivamente:

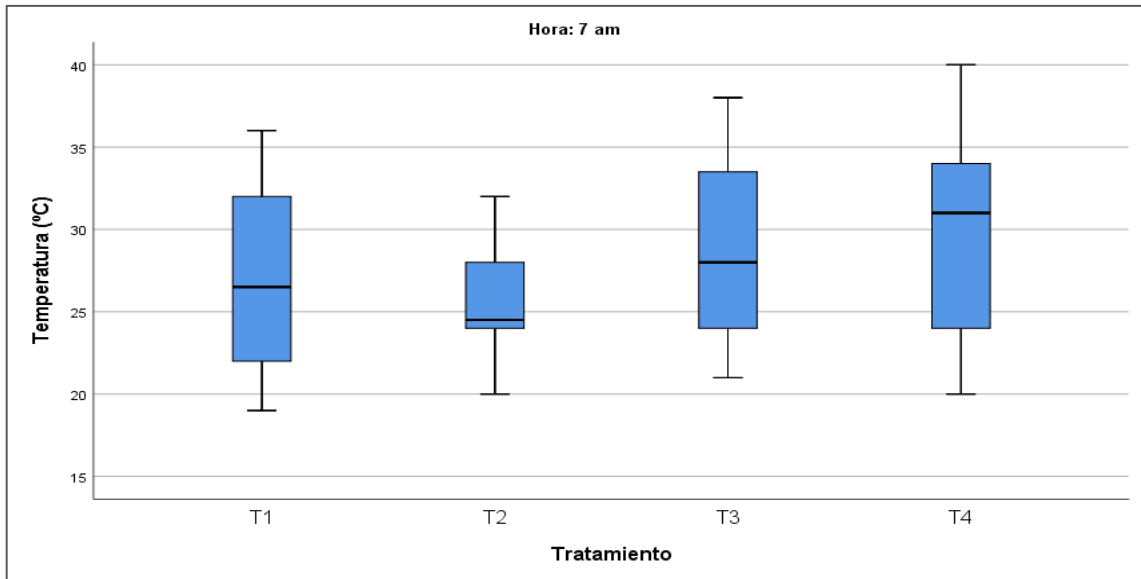


Gráfico 11-3: Temperatura por tratamiento, a las 7 am a 15 cm de profundidad.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

En el Gráfico 11-3 se observa que el tiempo de solarización T4 a las 7 am permitió alcanzar las temperaturas más elevadas a 15 cm de profundidad, aunque también se evidencia que los datos son bastante dispersos (entre 20 y 40 °C).

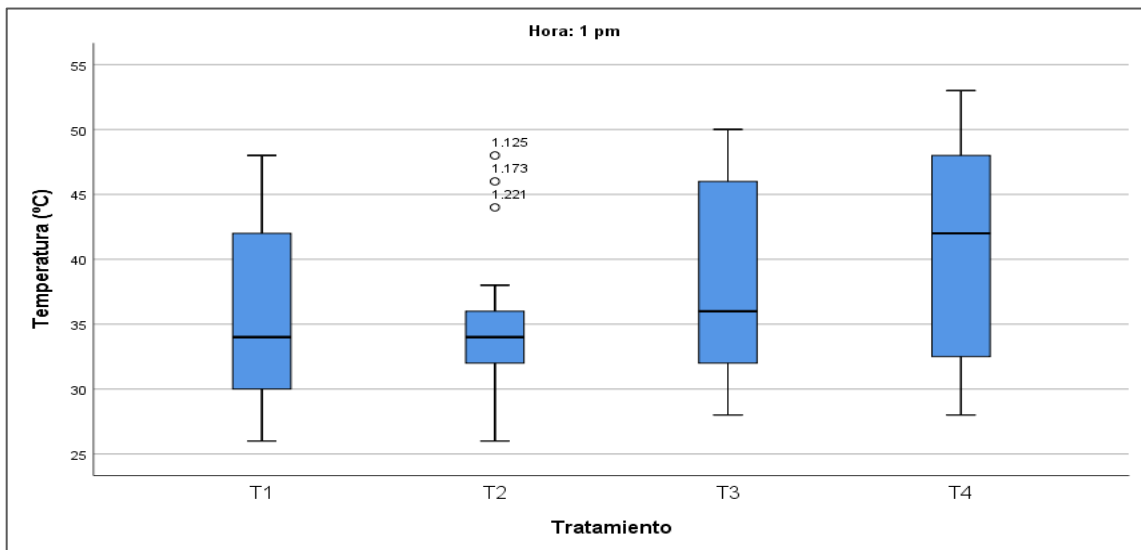


Gráfico 12-3: Temperatura por tratamiento, a las 1 pm a 15 cm de profundidad.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

En el Gráfico 12-3 se observa que el tiempo de solarización T4 a la 1 pm permitió alcanzar las temperaturas más elevadas a 15 cm de profundidad, aunque también se evidencia que los datos son bastante dispersos (entre 28 y 53 °C).

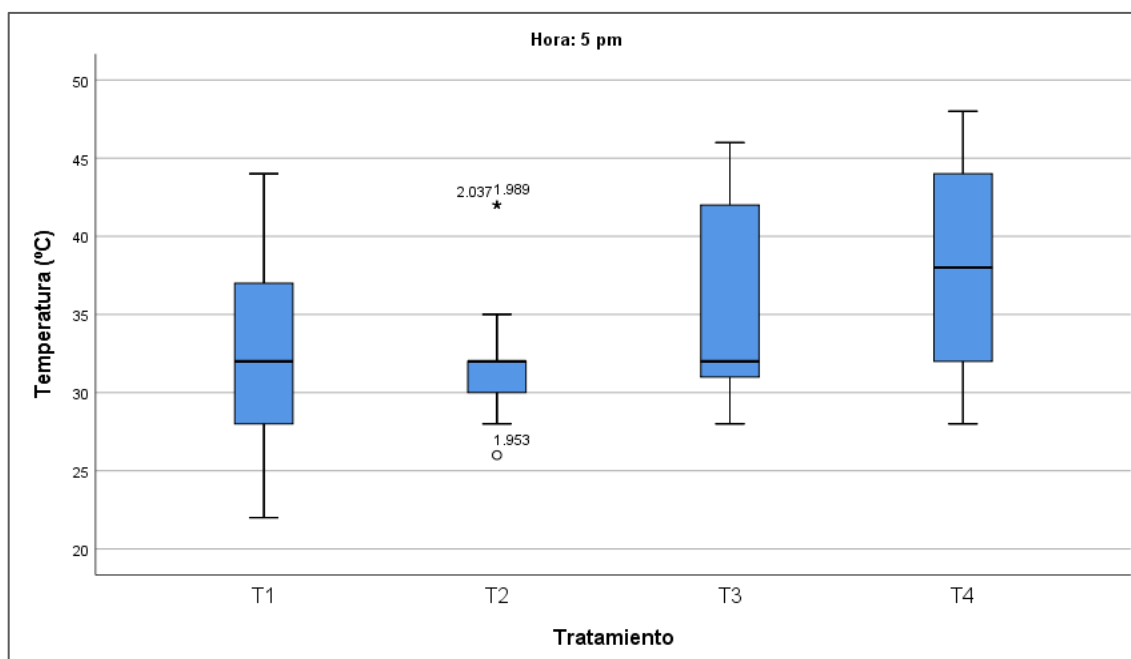


Gráfico 13-3: Temperatura por tratamiento, a las 5 pm a 15 cm de profundidad.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Según la información del Gráfico 13-3 se observa que los tiempos de solarización T3 y T4 a las 5 pm permitieron alcanzar las temperaturas más elevadas a 15 cm de profundidad, también se evidencia que los datos son bastante dispersos T3 (entre 28 y 46 °C) y T4 (entre 28 y 48 °C). Otro detalle importante es que la mediana de las temperaturas de T3 es notoriamente inferior a la media, en tanto que para el caso de T4 la media y mediana son muy cercanas.

En resumen, al comparar el efecto que producen los distintos tiempos de solarización T1, T2, T3 y T4 en la temperatura del suelo a nivel de vivero forestal donde se encuentran las plántulas de *Eucalyptus globulus*, se destaca que el tratamiento más eficaz fue el T4 (8 semanas de solarización), en vista de que permitió alcanzar las temperaturas más elevadas en el suelo para las tres profundidades observadas 5, 10 y 15 cm e independientemente de los tres horarios observados 7 am, 1 pm y 5 pm. Sin embargo, cabe destacar que para la profundidad de 5 cm a la 1 pm el T3 (6 semanas de solarización) permitió obtener un efecto similar. De igual manera para la profundidad de 15 cm a las 5 pm el T3 también ocasionó un efecto similar al de T4 respecto a las temperaturas alcanzadas.

3.1.3 Altura del *Eucalyptus globulus*

A partir del método de solarización para el control físico de organismos fitopatógenos del suelo, con el hongo *Trichoderma harzianum*, se procedió a medir las alturas de las plántulas de *Eucalyptus globulus* alcanzadas a los 15, 30 y 45 días. Los estadísticos descriptivos de las alturas de las plántulas de eucalipto se presentan en la Tabla 36-3:

Tabla 36-3: Estadísticos descriptivos de la altura del eucalipto según el tiempo de solarización.

Estadísticos Descriptivos Altura (cm)						
Tratamiento	Días	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
T1	15 días medición	30	0,5	1,7	1,030	0,2693
	30 días medición	29	0,9	3,2	1,917	0,5549
	45 días medición	24	1,9	4,8	2,971	0,7658
T2	15 días medición	30	0,7	1,5	1,117	0,2350
	30 días medición	30	1,3	3,1	2,160	0,4423
	45 días medición	27	2,1	4,5	3,256	0,6969
T3	15 días medición	30	0,7	1,5	1,160	0,2238
	30 días medición	27	1,2	2,9	2,204	0,5302
	45 días medición	22	2,1	4,3	3,241	0,7314
T4	15 días medición	30	0,9	1,5	1,223	0,1775
	30 días medición	30	1,6	3,1	2,360	0,3616
	45 días medición	24	2,3	4,6	3,492	0,5897

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

A continuación, se muestra el diagrama de cajas para la altura de las plántulas clasificada por tratamiento a los 15 días:

Diagrama de cajas Altura por Tratamiento a los 15 días

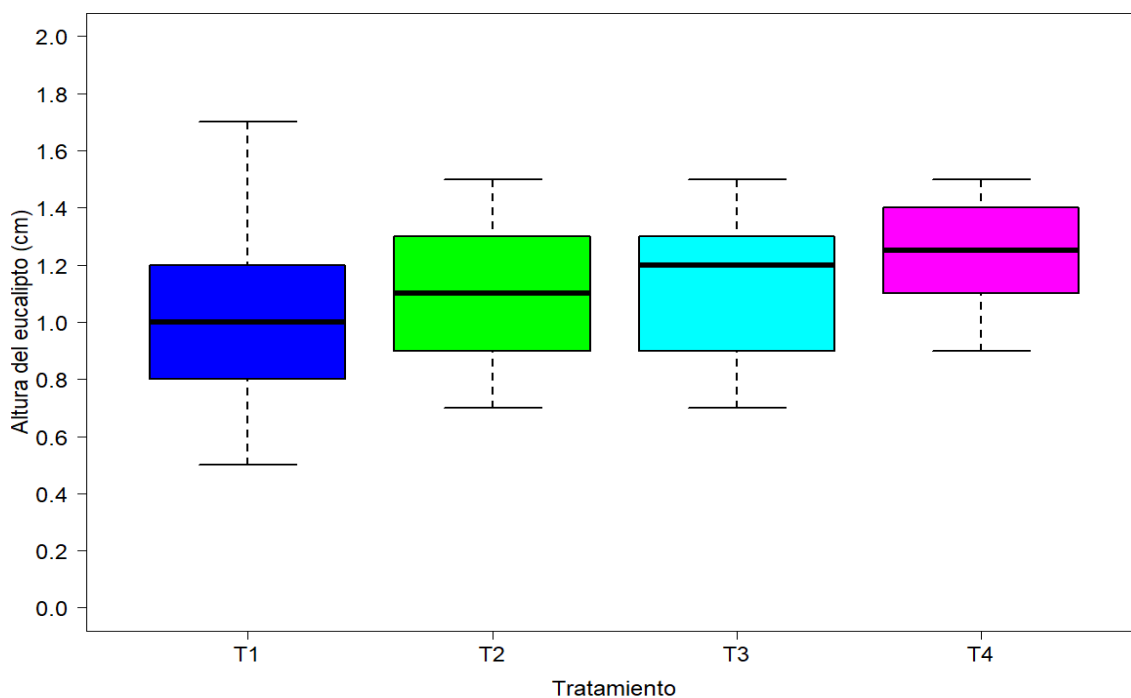


Gráfico 14-5: Diagrama de cajas de la altura por tratamiento, a los 15 días de solarización.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

En el Gráfico 14-5 se visualiza que, a los 15 días, las diferencias se concentran en las alturas de las plántulas de *Eucalyptus globulus* de los tratamientos T1 (0 semanas de solarización; 0 gramos de *Trichoderma*) y T4 (8 semanas de solarización; 1×10^6 de *Trichoderma*).

Con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre las alturas de las plántulas de *Eucalyptus globulus* para los cuatro tipos de tratamientos implementados, se aplicó la prueba estadística no paramétrica H de Kruskal-Wallis. Los resultados se muestran en la Tabla 37-3 mostrada a continuación:

Tabla 37-3: Prueba de diferencias de alturas por tratamiento, a 15 días medición.

Altura del eucalipto (cm)	
Días	15 días
H de Kruskal-Wallis	10,831
Gl	3
Sig. Asintótica	0,01268
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: Tratamiento	

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Conforme la información de la Tabla 37-3, las significancias asintóticas son de 0,01268. Lo que representa que a los 15 días existieron diferencias significativas ($p\text{-valor} < 0,05$) entre las alturas de las plántulas de *Eucalyptus globulus* en función del tipo de tratamiento.

A continuación, se muestra el diagrama de cajas para la altura de las plántulas clasificada por tratamiento a los 30 días:

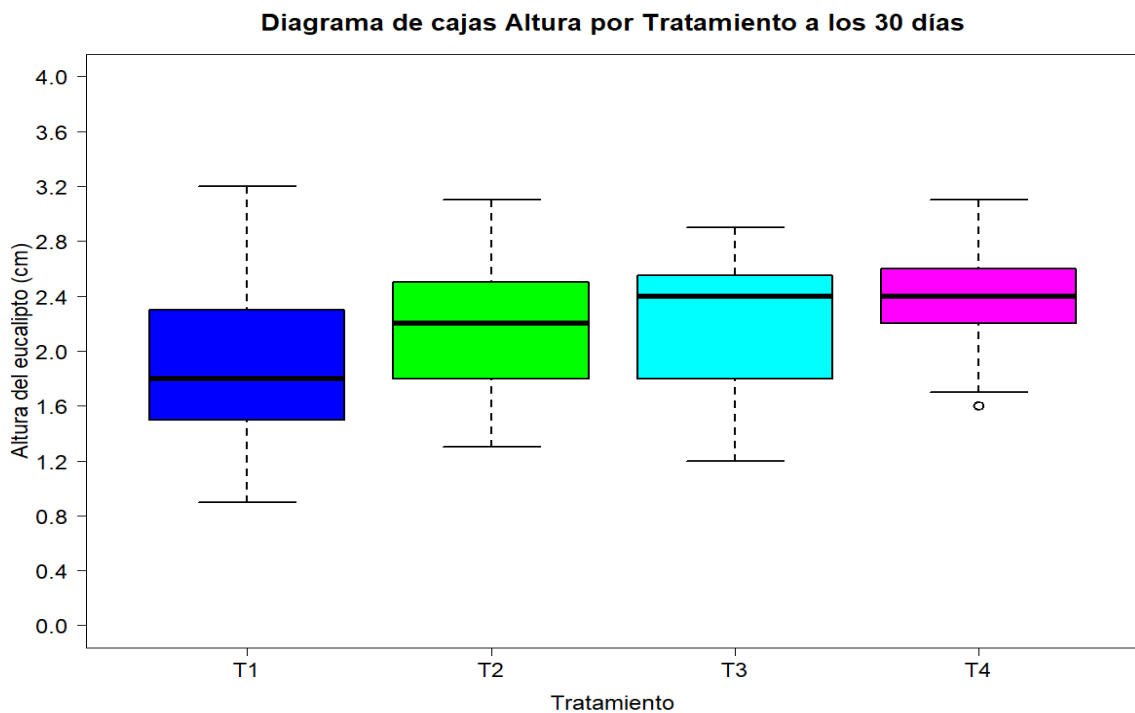


Gráfico 15-5: Diagrama de cajas de la altura por tratamiento, a los 30 días de solarización.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

En el Gráfico 15-5 se visualiza que, a los 30 días, las diferencias se concentran en las alturas de las plántulas de *Eucalyptus globulus* de los tratamientos T1 (0 semanas de solarización; 0 gramos de *Trichoderma*) y T4 (8 semanas de solarización; 1×10^6 de *Trichoderma*).

Los resultados de la prueba estadística de diferencias significativas entre las alturas de las plántulas de *Eucalyptus globulus* a los 30 días de solarización, para los cuatro tipos de tratamientos implementados se presentan en la Tabla 38-3:

Tabla 38-3: Prueba de diferencias de alturas por tratamiento, a 30 días de medición.

Altura del eucalipto (cm)	
Días	30 días
H de Kruskal-Wallis	11,499
Gl	3
Sig. Asintótica	0,00931
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: Tratamiento	

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

De acuerdo a la información de la Tabla 35-3, las significancias asintóticas son de 0,00931. Lo que representa que a los 30 días existieron diferencias significativas ($p\text{-valor} < 0,05$) entre las alturas de las plántulas de *Eucalyptus globulus* en función del tipo de tratamiento.

Por último, se presenta el diagrama de cajas para la altura de las plántulas clasificada por tratamiento a los 45 días:

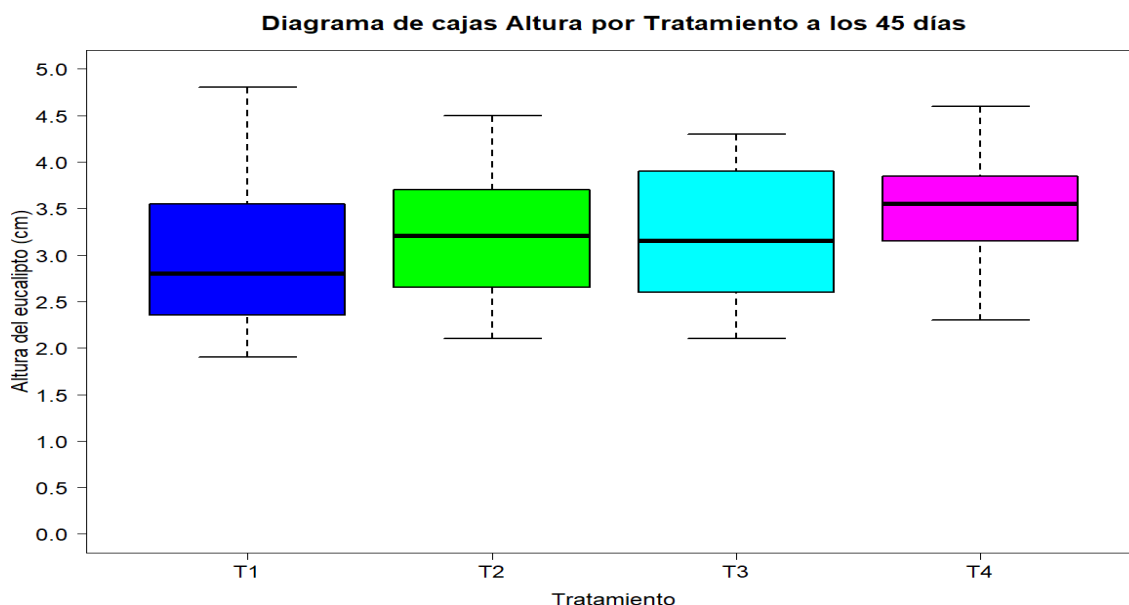


Gráfico 16-5: Diagrama de cajas de la altura por tratamiento, a los 45 días de solarización.

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

Por su parte, en el Gráfico 16-5, a los 45 días, no existen diferencias significativas entre las alturas de las plántulas de *Eucalyptus globulus* para ninguno de los tratamientos.

Los resultados de la prueba estadística de diferencias significativas entre las alturas de las plántulas de *Eucalyptus globulus* a los 45 días de solarización, para los cuatro tipos de tratamientos implementados se presentan en la Tabla 39-3:

Tabla 39-3: Prueba de diferencias de alturas por tratamiento, a 45 días de medición.

Altura del eucalipto (cm)	
Días	45 días
H de Kruskal-Wallis	6,577
Gl	3
Sig. Asintótica	0,08669
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: Tratamiento	

Realizado por: Toaquiza Vásquez, María, 2020.

De acuerdo a la información de la Tabla 36-3, las significancias asintóticas son de 0,08669 (p-valor > 0,05), por lo tanto, a los 45 días ya no se observan diferencias significativas entre las alturas de las plántulas según el tratamiento llevado a cabo.

Adicionalmente se destaca que a los 30 días existieron algunas plántulas de *Eucalyptus globulus* que no sobrevivieron (4 unidades, 3,33%), mientras que a los 45 días se incrementó la cantidad de plántulas que no sobrevivieron (23 unidades, 19,17%).

3.2 Discusión

El proceso de solarización es importante para la desinfección ecológica del suelo, con el objeto de eliminar los agentes nocivos para el desarrollo de las plantas como los fitopatógenos, en este sentido Martínez (2007) determinó que el tiempo de solarización más apropiado para eliminar los propágulos de hongos como los del género *Fusarium* es a los 45 días de solarización y en las profundidades de 10, 20 y 30 cm. Una solarización inferior o igual a 14 días no tiene un control eficiente sobre los hongos. Por su parte, en la presente investigación se consideraron tratamientos a 4, 6 y 8 semanas de solarización, siendo que los mejores resultados en términos de desinfección de los fitopatógenos se alcanzaron a la semana 8 (56 días), lo que implica que exista una concordancia con el estudio referenciado.

En el caso de los organismos benéficos encontrados en el sustrato solarizado, en el presente estudio se observó un incremento del número de colonias por muestra respecto de la situación antes de la solarización, lo cual concuerda con lo expuesto por (López, 2004) citado por (González, 2017), quien da a conocer que el proceso de solarización “estimula el crecimiento de micorrizas y otros organismos benéficos”, un fenómeno que se debe al enriquecimiento del medio gracias a la disminución de las células patógenas. Particularmente respecto al género *Trichoderma* se observó que aparecieron colonias como efecto del proceso de solarización, a diferencia de los grupos de control y sin solarización, para encontrar una explicación a este comportamiento cabe mencionar a Jerónimo (2007), quien destaca que dicho género tiene la capacidad de sobrevivir a la radiación solar. Adicionalmente se destaca el hecho de que los organismos benéficos tienen la capacidad de sobrevivir a elevadas temperaturas, como lo destaca Jerónimo (2007), quien señala que dichos microorganismos son termófilos, que crecen a temperaturas que fluctúan entre 45 y 70°C.

Por otra parte, respecto a los microorganismos patógenos, se verificó que existió una disminución de la presencia de las especies *Aspergillus nidulans* y el *Aspergillus sp.* en el grupo experimental con respecto a la incidencia en las muestras sin solarización y en el grupo testigo (Anexo V y Gráfico 1-3). El tratamiento T4 (8 semanas de solarización) fue el más eficaz. Un estudio referente que expone la contribución del método de solarización con *T. harzianum* para el control de fitopatógenos como los del género *Fusarium* es el desarrollado por Slivan y Chet (1993) en el crecimiento de tomates; esto coincide con el resultado obtenido en la presente investigación, ya que se identificó la existencia de 0,3 colonias de *Fusarium* por muestra en el grupo experimental a diferencia de las 2,3 colonias por muestra del grupo testigo, lo que evidencia una buena capacidad de control de agentes patógenos por parte del método de solarización. También se puede reseñar a los investigadores Zaldúa y Sanfuentes (2010), quienes demostraron que las cepas de *Clonostachys* y *Trichoderma* son capaces de controlar hongos patógenos.

Con relación a las temperaturas del suelo es pertinente considerar el estudio desarrollado por Castro (2000) sobre la evaluación del proceso de solarización para el control de hongos y malezas en lechugas. En dicho estudio la autora midió las temperaturas del suelo a profundidades de 5, 10 y 15 cm y en los horarios de las 8 am, 1 pm y 3 pm, durante 4, 8 y 12 semanas. Los mayores registros de temperatura se alcanzaron a 5 cm de profundidad y a las 3 pm, sin que existan diferencias significativas en relación al tiempo de solarización, en términos generales las diferencias con respecto a los suelos no solarizados fueron de unos 10 °C. Sin embargo, en el presente estudio los resultados difieren del referido en cuanto las temperaturas según el tiempo de solarización, ya que sí existieron diferencias significativas, siendo más altas a las 8 semanas, además de que la profundidad no fue relevante (5, 10 y 15 cm presentaron temperaturas similares) y los picos se alcanzaron a las 1 pm.

Existen estudios que exponen los efectos que tiene el *T. harzianum* sobre otras especies distintas al *Eucalyptus globulus*. Camargo y Ávila (2013) indican que la aplicación de *Trichoderma sp.* comercial en el cultivo de arveja permite un mejoramiento en su capacidad de crecimiento y desarrollo, lo que repercute en las características fisiológicas tales como: germinación, área foliar, peso y longitud de raíz. Sandoval, López, Bonilla y Oliva (2003) destacan que la aplicación de biopreparado de *T. harzianum* combinado con la solarización del suelo para el control de patógenos del suelo tiene un efecto benéfico en las plantas de clavel y ornamentales; a los 15 días de tratamiento el registro de plantas muertas en los grupos tratados fue del 15% versus el 54,8% en las no tratadas.

En la revisión bibliográfica no se encontraron referentes para contraste en cuanto a la altura que alcanzan las plantas de *Eucalyptus globulus* sometidas a un proceso de solarización con *Trichoderma*. En el presente caso, a los 45 días se observó que no existieron diferencias significativas entre las alturas de las plantas de la muestra, es decir que aquellas que fueron solarizadas y las que no alcanzaron una altura similar. A pesar de que las diferencias de altura no fueron ostensibles entre los tratamientos realizados, sin embargo, *Trichoderma* como tal sí fue beneficioso dado que contribuyó a la supervivencia de las plantas. Al contrastar estos resultados con el de otros estudios similares, es necesario puntualizar que el mismo método de solarización llevado a cabo en plántulas de *Pinus radiata* en vivero genera un incremento significativo en el vigor de las plántulas producidas, en el caso de la altura permite aumentar entre el 11 y 20% la longitud (Donoso, Lobos y Rojas, 2008); el porcentaje de crecimiento es más elevado aún en las plántulas de maracuyá, en cuyo caso se puede alcanzar un aumento entre el 17 y el 39% del tamaño de la longitud del tallo (Cubillos, Valero y Mejía, 2009).

CONCLUSIONES

Al concluir con la investigación y luego de analizar e interpretar los resultados obtenidos, se detalla que:

Los microorganismos presentes en el suelo antes y después de la solarización fueron observados mediante análisis de laboratorio. A partir de la identificación molecular se determinó que, en el caso de las muestras sin solarizar, destacan los *Aspergillus* con 14 colonias por cada muestra y el *Geosmithia* sp. con 3 colonias. En el sustrato de las muestras solarizadas los hongos *Aspergillus* tuvieron 2,6 colonias por muestra que fue el único valor que excede de 1. Por su parte, en el caso del grupo testigo los fitopatógenos más representativos fueron los *Aspergillus* con 4,7 colonias por muestra, los *Clonostachys* con 3 colonias y *Fusarium* con 2,3 colonias.

Se observó una disminución de las colonias de fitopatógenos en las muestras sometidas al proceso de solarización respecto a la situación inicial, especialmente en el caso de las especies *Aspergillus nidulans*, *Geosmithia* sp. *Scedosporium boydii*, *Actinomucor elegans* y *Spicellum ovalisporum*. Mientras que, en el caso de microorganismos benéficos, se observó el apareamiento de especies como *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma longibrachiatum*, *Clonostachys rosea*. Comparativamente entre la solarización versus la no solarización, los mejores resultados corresponden al suelo de las plantas de *Eucalyptus globulus* sometidas al proceso de solarización que presentó menor cantidad de fitopatógenos, así como buenas condiciones para el desarrollo de microorganismos benéficos.

Se evidenció la existencia de diferencias significativas entre las temperaturas del suelo según el tiempo de solarización, siendo más altas las registradas a las 8 semanas. La profundidad del suelo no fue relevante, ya que a 5, 10 y 15 cm se presentaron temperaturas similares, mientras que la hora del día sí tuvo un efecto en los valores alcanzados, destacándose los picos de temperatura de la 1 pm. El valor más alto registrado fue de 47,79 °C.

La altura de las plantas de *Eucalyptus globulus* no se vió influenciada por el tipo de tratamiento de solarización realizado, ya que estadísticamente se demostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ejecutados. El mayor valor alcanzado fue de 4,8 m de altura a los 45 días de solarización. En cuanto a la sobrevivencia del *Eucalyptus globulus* a los 15 días fue del 100%, a los 30 días del 96,7% y a los 45 días se alcanzó el 80,8%.

RECOMENDACIONES

Aplicar la solarización del suelo conjuntamente con la inoculación de *Trichoderma harzianum* durante los meses del año que sean calurosos, con la finalidad de potencializar la capacidad de desinfección de los agentes fitopatógenos.

Asegurarse de que el riego inicial sea abundante y que la penetración del agua sea profunda, de modo que el suelo se encuentre completamente húmedo. Los riegos posteriores no son recomendables, ya que pueden contribuir en el enfriamiento del suelo. De la misma manera la cubierta de plástico debe mantenerse bien cerrada para mantener la humedad durante el proceso de desinfección.

Evitar la reinfección en la capa superficial del suelo, para lo cual es necesario abstenerse de realizar labores profundas luego del tratamiento de solarización.

Desarrollar estudios complementarios destinados al desarrollo de experimentos para la desinfección de hongos del género *Aspergillus* en la siembra de *Eucalyptus globulus*, dado que en el presente estudio se determinó que este tipo de fitopatógenos fue el de mayor incidencia.

Se recomienda hacer estudios sobre los géneros *Clonostachys* como biocontroladores de fitopatógenos y *Purpureocillium* en actividad antagónica sobre nematodos parásitos, dado que son hongos beneficios que ayudan a controlar fitopatógenos del suelo.

Realizar pruebas de antagonismo de las colonias de microorganismos que se encuentren en estudios similares, con la finalidad de determinar si se trata de agentes patógenos o benéficos, ya que a partir del estudio realizado se evidenció que es un aspecto importante a tener en cuenta para la interpretación de los resultados obtenidos.

Glosario

Benéficos. Hace el bien o ayuda a los seres humanos, animales o plantas (Farlex 2020)

Colonias. Conjunto o agrupación de microorganismos nacidos de un mismo germen que posee características propias. (Farlex 2020)

Eucalipto. Individuo de una especie del género *Eucalyptus*, de la familia *Myrtaceae*, que comprende unas 1.000 estirpes diferenciables, de variadas formas de vida, desde matas rastreras hasta árboles que superan los 100 metros de talla (Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2020).

Fusarium. Es un género de hongos filamentosos que se encuentran distribuidos en plantas y suelo, se denominan oportunistas debido a la capacidad que tiene para crecer, estos producen toxinas que son dañinas para los animales y humanos (Tapia & Amaro, 2014)

Hongos. Organismos microscópicos en general. Se clasifican dentro del reino Fungi, aunque claramente se diferencian de las plantas en que no tienen tejidos conductores, sino que su cuerpo vegetativo (micelio) está formado de filamentos alargados y ramificados, recibiendo cada uno de ellos el nombre de hifa, aunque también existen no filamentosos (Arenas, 2018: p. 58).

Inoculación. Es la introducción, voluntaria o no, de un organismo que tiene la capacidad de producir una enfermedad en otro organismo (Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2020).

Microorganismos. Es un organismo animal o vegetal microscópico (Farlex 2020).

Patógeno. Ser vivo microscópico que se alimenta a nivel celular de las plantas (Arenas, 2018: p. 53).

Penicillium. Son mohos que se desarrollan en granos, paja, frutas, cueros etc. Estos mohos producen deterioro y toxinas. (Vilca, 2014.)

Solarización. Cobertura hermética del suelo húmedo con plástico transparente UV, durante un tiempo determinado. Es un proceso hidrotérmico que se produce en suelos humedecidos cubiertos con plásticos y expuestos a la radiación solar durante los meses más cálidos del año (Arbolea, 2018: p. 1).

Trichoderma. Es un hongo que se encuentra en todos los suelos, muchas especies se caracterizan por ser simbiotes vegetales avirulentos oportunistas (Farlex 2020).

BIBLIOGRAFÍA

ABU, B. *Solarización del suelo. Estudio FAO: Producción y protección vegetal N° 120* [blog]. 2004. [Consulta: 05 de agosto del 2020]. Disponible: <http://www.fao.org/3/y5031s0g.htm>

ADEFOR. *Comportamiento de especies forestales del género Eucalyptus* [blog] Caja marca, Perú: Ediciones cultural peruana. (1995). [Consulta: 2020-08-05]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4876/1/33T0147.pdf>

AGRIOS, G. *Fitopatología agrícola*. Segunda edición. Departamento de Fitopatología Universidad de Massachusetts. Limusa, México (2005). [Consulta: 2020-08-05]. Disponible en: <https://libreria-limusa.com/producto/fitopatologia-2a-ed/>

ANDRADE, C. Evaluación del efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* para el control de marchitez en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en el cantón Pillaro, provincia de Tungurahua. (trabajo de titulación) (pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador 2012 [Consulta: 5 noviembre 2020]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/234577291.pdf>

ARBOLEYA, J. *Solarización: Una técnica de manejo integrado de maleza y plagas en horticultura*. Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA. Montevideo - Uruguay. 2018. [Consulta: 2020-08-05]. Disponible en: <http://bvc.ceaatitlan.org.gt/317/>

ARENAS, A. *Fitopatología*. Segunda edición. Editorial Síntesis S.A España. 2018. [Consulta: 2020-08-05]. Disponible en: <https://www.sintesis.com/data/indices/9788490772829.pdf>

ARIAS, E., & PIÑEROS, P. Aislamiento e identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de los páramos de guasca y cruz verde [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. 2008. pp. 1-58. [Consulta: 2020-08-05]. Disponible en: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis226.pdf>

BERENGUER, J. Estudio de la microflora fúngica, cepas toxigenicas y presencia de aflatoxinas en las principales especias comerciales españolas (trabajo de titulación) (Doctorado) Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. 2015 [Consulta: 2020-12-03]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/52079/1/5306071893.pdf>

CAMARGO, D., & ÁVILA E. “Efectos del *Trichoderma* sp. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum*)” *Ciencia y Agricultura* [en línea]. 2014, 11(1), pp. 91-100. [Consulta: 06 de noviembre del 2020]. Disponible: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/3492/3112

CASTRO, R. Evaluación de la solarización para el control de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) De By, y malezas en lechuga (*Lacuta sativa* L.) [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador 2000.

CHÁVEZ, M. Producción de *Trichoderma* sp. y evaluación de su efecto en cultivo de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*). [En línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado). Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias, Microbiología Industrial. Bogotá, Colombia 2006. [Consulta: 2020-08-05]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8312/tesis286.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHILUIZA, B. Efecto de la biofumigación con *Brassica Carinata* y de la solarización sobre nematodos (*Meloidogyne incógnita*) en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*) (trabajo de titulación) (pregrado) Universidad Técnica de Ambato, Cevallos-Ecuador. 2017 [Consulta: 5 noviembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25051/1/Tesis-153%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20467.pdf>

CHIRIBOGA, H. *Protocolos para formulación y aplicación de bio insumo*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) [en línea]. (San Lorenzo. Paraguay). 2015. [Consulta: 06 de noviembre del 2020]. Disponible: <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/2203>

COPPOLA, M., & otros. 2017. “*Trichoderma harzianum* enhances tomato indirect defense against aphids”. *Insect Science* [en línea], 2017 24(6) pp. 1025- 1033 [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 17447917. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1744-7917.12475>

CUBILLOS, J., VALERO, N., & MEJÍA, L. “*Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis*. var. *flavicarpa* Degener)” *Agronomía Colombiana* [en línea] 2009, 27(1), pp. 81-86 [Consulta: 16 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Juan_Cubillos-Hinojosa/publication/337893886_Trichoderma_harzianum_como_promotor_del_crecimiento_vegetal_del_maracuya_Passiflora_edulis_var_flavicarpa_Degener/links/5df0fa964585159aa4753

13b/Trichoderma-harzianum-como-promotor-del-crecimiento-vegetal-del-maracuya-Passiflora-edulis-var-flavicarpa-Degener.pdf

DE MEDEIROS, H., & otros. 2017. “Tomato progeny inherit resistance to the nematode *Meloidogyne javanica* linked to plant growth induced by the biocontrol fungus *Trichoderma atroviride*”. *Scientific Reports* [en línea], 2017 7(1), pp. 1-13 [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 20452322. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/srep40216>

EBRAHIMI, L. “Identification of some fungi accompanying the scab symptoms in Iran”. *Mycologia Iranica* [en línea], 2016 3(1) pp. 25-37 [Consulta: 5 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Leila_Ebrahimi2/publication/324965732_Identification_of_some_fungi_accompanying_the_scab_symptoms_in_Iran/links/5aed68a0aca2727bc004fed4/Identification-of-some-fungi-accompanying-the-scab-symptoms-in-Iran.pdf

DONOSO, E., LOBOSA, G., & ROJAS, N. “Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* en vivero”. *Bosque (Valdivia)* 2008, 29(1) pp. 52-57. [Consulta: 16 noviembre 2020]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-92002008000100006&script=sci_arttext&tlng=n

DRUZHININA, I., & otros “Massive lateral transfer of genes encoding plant cell wall-degrading enzymes to the mycoparasitic fungus *Trichoderma* from its plant-associated hosts”. *PLoS genetics* [en línea], 2018 14(4), [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 1553-7404. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29630596>.

DRUZHININA, I. SHELEST, E. & KUBICEK, C. “Novel traits of *Trichoderma* predicted through the analysis of its secretome”. *FEMS Microbiology letters* [en línea], 2012 337(1), pp. 1-9 [Consulta: 10 noviembre 2020] Disponible en: <https://academic.oup.com/femsle/article/337/1/1/599853>

ECUADOR FORESTAL. *Ficha técnica N° 10 Eucalipto*. [blog]. 2010. [Consulta: 06 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/EUCALIPTO.pdf>

ECUADOR FORESTAL. *Ficha Técnica No. 15 Eucalyptus Globulus Labill* [blog]. 2013. [Consulta: 06 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-15-eucalyptus-globulus-labill/>

ELMORE, C. *Range of pest controlled by solarization and their heat sensibility* [blog]. (1997). [Consulta: 06 de noviembre de 2020]. Disponible en:

<http://dspace.hebron.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/519/Thesis%20Final-Riziq%2027112014..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

EL SEMILLERO. *Producción tradicional. Sustratos para la germinación* [blog]. [Consulta: 06 de noviembre de 2020]. Disponible en: http://elsemillero.net/nuevo/semillas/produccion_tradicional.html

ELSHARKAWY, M., & otros “Induction of systemic resistance against Cucumber mosaic virus in *Arabidopsis thaliana* by *Trichoderma asperellum* SKT-1”. *Plant Pathology Journal* [en línea], 2013 29(2), pp.193-200 [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 15982254. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4174775/>

FARLEX *The free dictionary Pronósticos* [blog] 2020. [Consulta: 16 noviembre 2020]. Disponible en: <https://es.thefreedictionary.com/colonias>

FERNÁNDEZ, E., & LABRADA, R. *Solarización del suelo. Estudio FAO: Experiencias en el uso de la solarización en Cuba* [blog]. 1995. [Consulta: 06 de noviembre del 2020]. Disponible: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Methyl_Bromide/sol_al.pdf

GARCIA, H., & otros. “Caracterización morfológica y molecular de cepas nativas de *Trichoderma* y su potencial de biocontrol sobre *Phytophthora infestans*”. *Revista mexicana de fitopatología* [en línea], 2017 35(1) pp. 58-79 [Consulta: 5 noviembre 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33092017000100058&script=sci_arttext

GÓMEZ, L., & otros. *Uso de la solarización como tratamiento de desinfección de suelo para semilleros de frutales y hortalizas en clima frío moderado* [en línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Centro Tecnológico de Frutales CDTF. Manizales, Colombia, 2000. [Consulta: 06 de noviembre del 2020]. Disponible: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16777/40979_26578.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GONZÁLEZ E. *Uso del método de solarizado en producción de pino; vivero municipalidad de San José Pinula (2013 - 2015) (trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad Rafael Landívar Aplicada, Guatemala 2017* [Consulta: 2020-12-03]. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/publijrcifuentes/TESIS/2018/06/17/Gonzalez-Edgar.pdf>

JERÓNIMO, H. *Solarización de suelos para el control de malezas, hongos y nematodos, causantes de enfermedades y reducción del rendimiento en cultivos agrícolas (trabajo de titulación) (Pregrado) Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila 2007*

[Consulta: 2020-12-03]. Disponible en:
<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/448/1/Herminia%20Jeronimo%20Antonio.pdf>

HERMOSA, R., & otros. “The contribution of Trichoderma to balancing the costs of plant growth and defense”. *International Microbiology* [en línea], 2013 16(2), pp. 69-80 [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 16181905. Disponible en:
https://d1wqtxtslxzle7.cloudfront.net/45811001/The_contribution_of_Trichoderma_to_balan20160520-1961-gpj3gh.pdf?1463767432=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DThe_contribution_of_Trichoderma_to_balan.pdf&Expires=1608069795&Signature=fAz6pc73LHZe8DpYe-bVot2X2jjE2buzSiIICiUWL3MJZw9gus5uhY6AzZQ~sy7CnZ0H9yriPL1ki29QOmKNA6RhCAzLgb1lxioada2-e255KXnfg6iS3gmZmZ5fSmOaa8oFCRkfm03IJPAmLAIL3cvN6Daqg8IFE8hCOldZzGrSAIt-MNPTMOF85-ashzDG5hCXnljNpFORql4iweIG~6F9UihMv4nqWnGV0m1TAQ7oWyrvv2z3-pkl0bkkXv5dtBHPv7qKP3JcgHvegX4h0WBK-psfE2IvjZJ4Om8BHAVLg9ged3qCpbfs5hWgw6v0iP~EouG06ruLaRlV9pXkQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

HUGHES, K., BRIDGE, P., & CLARK, M. “Tolerance of Antarctic soil fungi to hydrocarbons”. *Science of the Total Environment* [en línea] 2007 372(2-3) pp. 539-548 [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 00489697. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969706006966>

INAMHI *Pronósticos* [blog] 2020. [Consulta: 16 noviembre 2020]. Disponible en:
<http://186.42.174.241/InamhiPronostico/>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO *Penicillium spp. Ficha de agentes biológicos* [blog] 2016. [Consulta: 10 noviembre 2020]. Disponible en:
<https://www.insst.es/documents/94886/353749/Penicillum+spp+2017.pdf/57121544-9157-4bbe-a6eb-b394c83bf9e1>

JIMÉNEZ, J. Evaluación de la intensidad y duración del control de malezas en una plantación comercial de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), de 0 a 1 año en la hacienda Santa María de aglomerados Cotopaxi S.A, de la parroquia Mulaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Ingeniería Forestal. Riobamba, Ecuador. 2015. [Consulta: 2020-11-06].

JUELA, T. Caracterización de las propiedades físicas de la madera de *Eucalyptus saligna* Smith en la provincia de Loja. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Universidad Nacional de Loja., Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Ingeniería Forestal. Loja, Ecuador. 2015. [Consulta: 2020-11-06].

KESWANI, C., & otros “Unraveling the efficient applications of secondary metabolites of various *Trichoderma* spp”. *Applied microbiology and biotechnology* [en línea], 2014. 98(2), pp. 533-544 [Consulta: 10 noviembre 2020] Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00253-013-5344-5>

KOLARIK, M., & otros “A complex of three new white-spored, sympatric, and host range limited *Geosmithia* species”. *Mycological research* [en línea], 2005 109(12) pp. 1323-1336 [Consulta: 5 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/mycological-research/article/abs/complex-of-three-new-whitespored-sympatric-and-host-range-limited-geosmithia-species/9B90BE401123FDA8520E0DB510C08503>

KUBICEK, C.P., & otros. “Comparative genome sequence analysis underscores mycoparasitism as the ancestral life style of *Trichoderma*”. *Genome Biology* [en línea], 2011 12(4), [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 1474-760X. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/gb-2011-12-4-r40>

LESLIE, J., & SUMMERELL, B. *The fusarium laboratory Manual* segunda edición [en línea] Asia: Blackwell publish Ltd. 2008 [Consulta: 5 noviembre 2020]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Yu3cBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=The+fusarium+laboratory+Manual+&ots=3L_b1JVk2s&sig=BSZjDkF6idZVEBhexoZGLp2-Y7E#v=onepage&q=The%20fusarium%20laboratory%20Manual&f=false

LIRA, R. *Control ecológico de malezas y enfermedades del suelo. Serie agricultura orgánica num.15* [blog]. 2017 [Consulta: 5 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/control-ecologico-de-malezas-y-enfermedades-del-suelo>

MADERAME. *La madera de eucalipto: Características y principales usos.* [blog]. [Consulta: 06 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://maderame.com/enciclopedia-madera/eucalipto/>

MARTÍNEZ, B., & otros. “*Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos” *Revista Protección Vegetal* [en línea]. 2013, (Cuba), 28(1), pp. 1-11. [Consulta: 06 de

noviembre del 2020]. Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1010-27522013000100001.

MARTÍNEZ, J. Evaluación de la Solarización para el control de patógenos del suelo. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Universidad autónoma Agraria, Antonio Narro, México 2007. [Consulta: 06 de septiembre del 2020]. Disponible: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5561/T16475%20MARTINEZ%20HIDALGO,%20JOSE%20MANUEL%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

MEYER, M., MAZARO, S., & SILVA, J. *Trichoderma: uso na agricultura*. [en línea]. Brasilia-Brasil: Embrapa Soja-Livro científico (ALICE), 2019 ISBN 978-85-7035-943-8. [Consulta: 10 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Gustavo_Bezerra2/publication/339031401_Uso_do_Trichoderma_na_cultura_do_arroz/links/5e39b52c458515072d800b99/Uso-do-Trichoderma-na-cultura-do-arroz.pdf

MONTOYA, O. *El eucalipto y sus características* [en línea]. Madrid: España Editorial Mundi-Prensa Libros S.A. [Consulta: 11 de septiembre de 2020]. Disponible en: https://www.todostuslibros.com/libros/el-eucalipto_978-84-7114-547-5

MORÁN, E., & otros. “The ThPG1 endopolygalacturonase is required for the *Trichoderma harzianum*-plant beneficial interaction”. *Molecular Plant-Microbe Interactions* [en línea], 2009 22(8), pp. 1021-1031 [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 08940282. Disponible en: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/MPMI-22-8-1021>

NOLAS, V. Manual técnico para la producción de *Trichoderma* spp., como fungicida biológico en la sociedad cooperativa “Equipo de composteo de Atuxco ECOMATUX S. C. de R. L. de C.V., en Atuxco, Puebla. [blog] 2010. [Consulta: 16 noviembre 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/tobystone1983/2-manual-tecnicotrichoderma>

ORRALA, M. Control biológico de oídio (*Podosphaera fusca* F.) y *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* F.) en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.) en la comuna río verde, provincia de santa elena [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias Agrarias, La Libertad - Ecuador. (2013). [Consulta: 11 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/894/ORRALA%20DOM%20c3%8dNGUEZ%20MARIANELA-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PIONTELLI, E., & VIVAR, V., “Notas Micológicas X: *Spicellum ovalisporum* y *Rhizopus lyococcus* dos nuevos aislamientos desde Avena sativa en Chile” Boletín micológico [en línea], 2010 25 pp. 9-14 [Consulta: 5 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Piontelli_Eduardo/publication/318002588_NOTAS_MICOLOGICAS_X_Spicellum_ovalisporum_Y_Rhizopus_lyococcus_DOS_NUEVOS_AISLAMIENTOS_DESDE_Avena_sativa_EN_CHILE/links/5988b346a6fdcc75625a5db9/NOTAS-MICOLOGICAS-X-Spicellum-ovalisporum-Y-Rhizopus-lyococcus-DOS-NUEVOS-AISLAMIENTOS-DESDE-Avena-sativa-EN-CHILE.pdf

PISCO, J. Eficiencia preliminar de aislamientos de *Trichoderma* sp. como promotor de crecimiento vegetativo y controlador biológico de *Sclerotium rolfsii* en fríjol 'chaucha' (*Phaseolus vulgaris* L.) (trabajo de titulación) (pregrado) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María-Perú 2012 [Consulta: 5 noviembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/152/AGR-595.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PRADO, J., & BARROS, S. *Eucalyptus Principios de silvicultura y manejo* [blog]. Santiago de Chile - Chile: INFOR : CORFO, 1989. [Consulta: 06 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/946>.

RECHE, J. *Enfermedades de las hortalizas en vivero*. Madrid: España Servicio de extension agraria 1991. [Consulta: 06 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://bintangkudeeya.blogspot.com/2018/02/descargar-plagas-y-enfermedades-de-las.html>

RIVAS, F. Evaluación de solarización y tres dosis de *Trichoderma harzianum* Rifai para el control de complejo *Damping off*, *Fusarium spp*, *Phyitium spp*, en lechuga (*Lactuca sativa*). [En línea] (Trabajo de titulación). (Postgrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ingeniería Forestal, Riobamba Ecuador. 2001. [Consulta: 2020-08-05].

SALAZAR, C., & LEÓN, A. “Características morfológicas de especies de *Aspergillus* asociadas a infecciones en humanos”. *Hechos Microbiológicos* [en línea], 2012 3(2) pp. 93-96 [Consulta: 11 noviembre 2020]. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/hm/article/view/18741>

SAMANIEGO, L., & otros. “Aislamiento, identificación y evaluación de cepas autóctonas de *Trichoderma* spp. antagonistas de patógenos del suelo”. *Revista de protección vegetal* [en línea]. 2018 33(3), ISSN: 2224-4697. [Consulta: 06 de noviembre del 2020]. Disponible: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v33n3/2224-4697-rpv-33-03-e02.pdf>

SAMUELS, G. “Trichoderma: Systematics, the sexual state, and ecology”. *Phytopathology* [en línea]. 2006 96(2), pp. 195-206 [Consulta: 10 noviembre 2020] Disponible en: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/phyto-96-0195>

SAMUELS, G., & otros. “The *Trichoderma koningii* aggregate species”. *Studies in Mycology*, [en línea] 2006 56(1) pp. 67-133 [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 01660616. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016606161460138X>

SAMUELS, G., & otros. “Trichoderma species associated with the green mold epidemic of commercially grown *Agaricus bisporus*” *Mycologia* [en línea], 2002 94(1), pp. 146-170. [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 0027-5514. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15572536.2003.11833257>.

SCHOCH, C., & otros. *NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools* [blog]. Oxford, 2020 [Consulta: 10 noviembre 2020] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi>

SHORESH, M., HARMAN, G., & MASTOURI, F. “Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents”. *Annual Review of Phytopathology* [en línea], 2010 48(1), pp. (21-43) [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 00664286. Disponible en: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-phyto-073009-114450>

SIVAN, A., & CHET, I. “Integrated control of fusarium crown and root rot of tomato with *Trichoderma harzianum* in combination with methyl bromide or soil solarization”. *Crop Protection* [en línea] 1993, 12(5) pp. 380-386. [Consulta: 16 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/026121949390082T>

SKOLMEN, R., & LEDIG, T. *Silvics of North America: Eucalyptus globulus Labill bluegum eucalyptus* [en línea]. Número 654 de *Agriculture handbook*. University of Minnesota. Hardwoods: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1990. [Consulta: 06 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://books.google.es/books?id=YqksAQAAMAAJ&dq=Eucalyptus+globulus+Labill.+Skolmen,+Roger%3B+Ledig,+Thomas&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES. *Eucalipto* [blog]. 2020. [Consulta: 06 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://secforestales.org/content/eucalipto>

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES. Inoculación [blog]. 2020. [Consulta: 06 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://secforestales.org/search/node/inoculaci%C3%B3n>

TAPIA, C., & AMARO J. “Genero fusarium” Revista Chilena de infectología [en línea] 2014, 31 (1) pp. 85-86 [Consulta: 16 noviembre 2020]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0716-10182014000100012&script=sci_arttext&tlng=en

VALDÉS, E. “Caracteres principales, ventajas y beneficios agrícolas que aporta el uso de *Trichoderma* como control biológico.” Revista Agroecosistema [en línea]. 2014, (Cuba), 2(1), pp. 254-264. [Consulta: 06 de noviembre del 2020]. Disponible: https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/40/pdf_24.

VALDIVIEZO, J. Optimización del uso del agua en la producción de plantones de *Eucalyptus globulus Labill* en Antabamba y Abancay Departamento de Apurímac. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales, Ingeniería Forestal. Lima, Perú. 2011. [Consulta: 2020-11-06].

VARGAS, W., & otros. “Dimerization controls the activity of fungal elicitors that trigger systemic resistance in plants”. The Journal of biological chemistry [en línea], 2008 283(28), pp. 19804-15. [Consulta: 10 noviembre 2020] ISSN 0021-9258. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18487198>.

VILCA, L. "Evaluación de la concentración de penicillium en el tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L) de la variedad yungay en diferentes tiempos de fermentación. (trabajo de titulación) (pregrado) Universidad Nacional Huancavelica. 2014. [Consulta: 16 noviembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/88/TP%20-%20UNH%20AGROIND%20%200006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VILLEGAS, M. *Trichoderma Pers. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible* [blog]. 2005. [Consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Trichoderma_pers._Caracter%C3%ADsticas_generales_y_su_potencial_biol%C3%B3gico_en_la_agricultura_sostenible.

VINCES, E. Selección de aislados nativos de *Purpureocillium* spp y materiales orgánicos en el control del nematodo *Meloidogyne* incógnita (Kofoid & White) Chitwood en tomate. (trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 2019 [Consulta: 2020-12-03]. Disponible en:

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21660/1/EDITA%20LUCIA%20VINCES%20VIDAL.pdf>

VOGEL, A. *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto). [blog]. 2018. [Consulta: 06 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.avogel.es/enciclopedia-de-plantas/eucalyptus-globulus.php>

WADAS, J., GUERRINI, I., & CURY, J. “Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato”. Revista Árvore [en línea]. 2007, 31(5), pp. 835- 843. ISSN: 1806-9088. [Consulta: 06 de noviembre del 2020]. Disponible: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622007000500007&script=sci_arttext






WEINDLING, R., “Trichoderma lignorum as a parasite of other soil fungi”. Phytopathology, 1932 22(8), pp. 837-845 [Consulta: 10 noviembre 2020] Disponible en: [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjt55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1958940](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjt55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1958940)

ZALDÚA, S., & SANFUENTES, E. “Control of botrytis cinerea in *Eucalyptus globulus* mini-cuttings using *Clonostachys* and *Trichoderma* strains” Chilean Journal of Agricultural Research [en línea]. 2010, 70(4), pp. 576-582. [Consulta: 20 de agosto del 2020]. Disponible: https://www.researchgate.net/profile/Eugenio_Sanfuentes/publication/262506221_Control_de_Botrytis_cinerea_en_miniestacas_de_Eucalyptus_globulus_Utilizando_Cepas_de_Clonostachys_y_Trichoderma/links/55686af608aefcb861d403fa.pdf


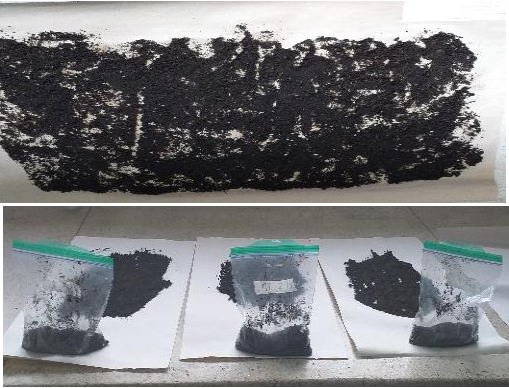
ZEILINGER, S., & otros. “Secondary metabolism in Trichoderma - Chemistry meets genomics”. Fungal biology reviews [en línea] 2016 30(2) pp. 74-90 [Consulta: 10 noviembre 2020] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1749461316300082>

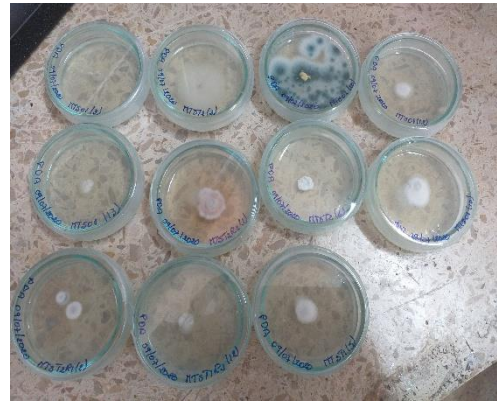
ANEXOS

ANEXO A: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE CAMPO.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO		
Colocacion de sustrato	Inoculación de <i>Trichoderma harzianum</i>	
		
Toma de altura de plantas	Riego a parcelas	
		

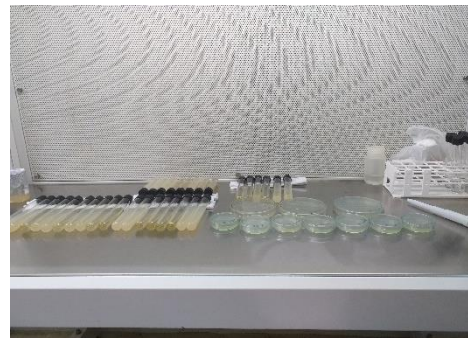
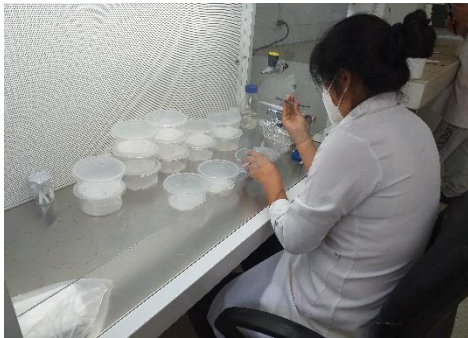
ANEXO B: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE LABORATORIO.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE LABORATORIO		
Secado de muestras	Preparación de materiales para el aislamiento	
		
Muestras en agitación orbital	Transferencia a los blancos de dilución	
		
Crecimiento de colonias de la muestra antes de solarizar	Colonias individuales	




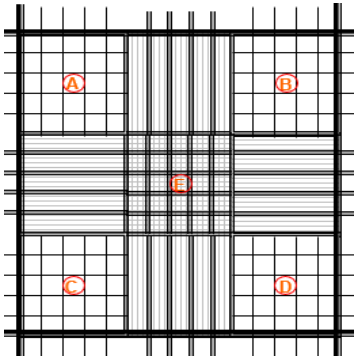


Microcultivo

Conservacion de cepas



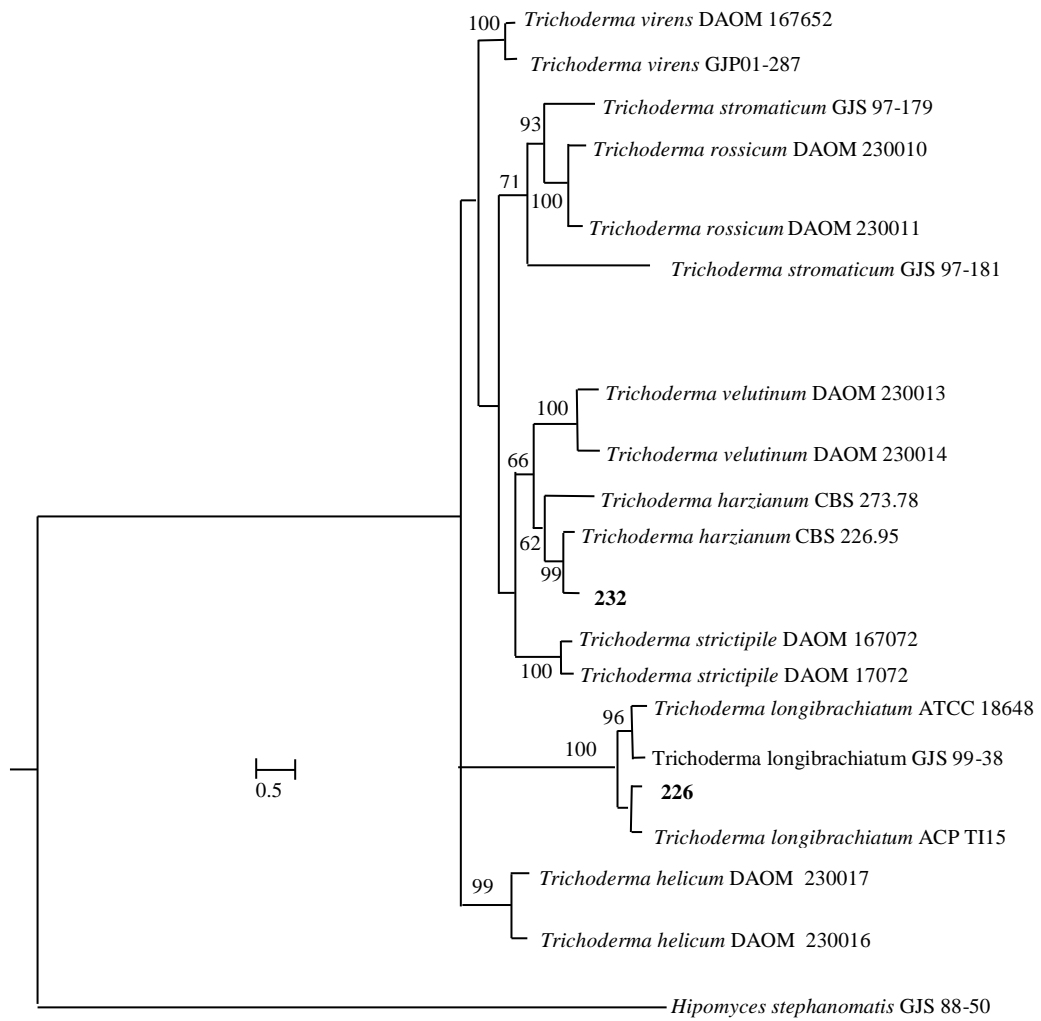
ANEXO C: PROPAGACIÓN DE *Trichoderma harzianum* PARA EL INOCULO.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE LABORATORIO		
Preparación de la suspensión de esporas	Cámara de Neubauer	
	 	

ANEXO D: RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN MOLECULAR.

Especie	Producto amplificado	% identidad	N° Accesoión
<i>Scedosporium boydii</i>	EF1 728F/986R	93,39*	EF151410.1
<i>Aspergillus nidulans</i>	EF1 728F/EF2	97.56	BN001302.1
<i>Actinomucor elegans</i>	EF1 728F/EF2	98.05	AY628338.1
<i>Geosmithia sp.</i>	EF1 728F/986R	94,12*	KR135515.1
<i>Spicellum ovalisporum</i>	EF1 728F/986R	78,61	EU445373.1
<i>Aspergillus fumigatus</i>	EF1 728F/EF2	97.52	XM_745295.2
<i>Clonostachys sp.</i>	EF1 728F/986R	99.18	KY586229.1
<i>Aspergillus terreus</i>	EF1 728F/EF2	99.37	XM_001212188.1
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	EF1 728F/EF2	99.80	MH208265.1 HG931270.1
<i>Fusarium clavum</i>	EF1 728F/986R	98.23	MT104578.1
<i>Clonostachys rosea</i>	EF1 728F/EF2	99.54	KX185001.1
<i>Purpureocillium lilacinum</i>	EF1 728F/986R	99.66	MK503783.1
<i>Penicillium adametzii</i>	EF1 728F/EF2	88.10*	JN626139.1
<i>Fusarium solani</i>	EF1 728F/EF2	100	MH300508.1
<i>Trichoderma harzianum</i>	EF1 728F/EF2	100	MK050521.1
<i>Aspergillus nidulans</i>	EF1 728F/EF2	95.75*	BN001302.1

ANEXO E: ÁRBOL GENEALÓGICO DE *Trichoderma*

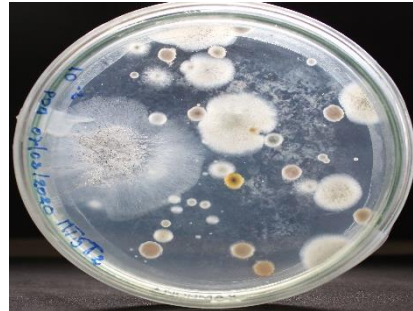
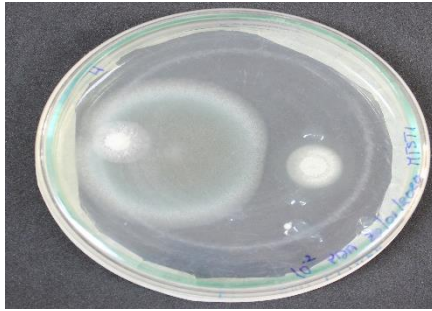


ANEXO F: RESULTADOS DE LAS DILUCIONES SERIADAS DE CADA TRATAMIENTO.

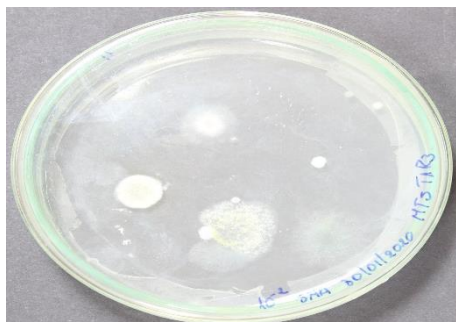
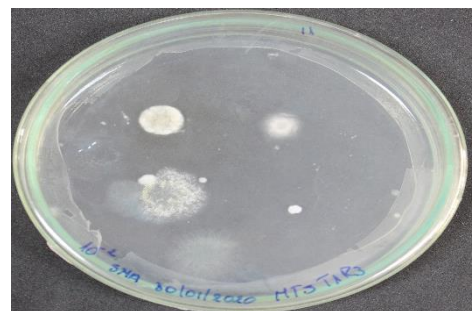
REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE LABORATORIO



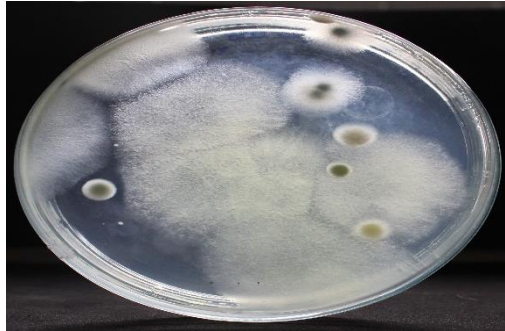
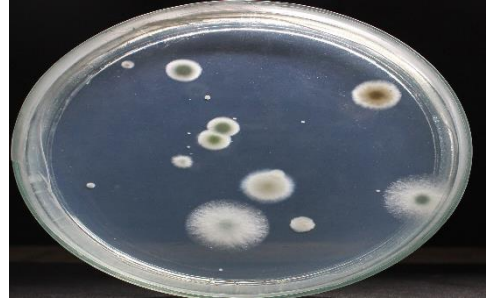
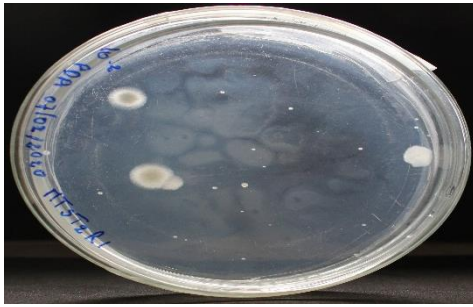
Tratamiento 1: 0 semanas de solarización



Tratamiento 2: 4 semanas de solarización



Tratamiento 3: 6 semanas de solarización



Tratamiento 4: 8 semanas de solarización

