

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA



**“EVALUACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES
EN EL CULTIVO DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* [RAF.] Shinnery) EN URCUQUI,
IMBABURA”**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Robin Adrian Villarreal Santander

DIRECTORA:

PhD. Julia Karina Prado Beltrán

Ibarra, 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE
ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum*
[RAF.] Shinnery) EN URCUQUI, IMBABURA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Dra. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

DIRECTOR



FIRMA

Lic. Ima Sumac Sánchez De Céspedes, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004370506
APELLIDOS Y NOMBRES:	Villarreal Santander Robin Adrian
DIRECCIÓN:	Otavalo
EMAIL:	ravillarreal@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	(06) 29162


DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE LISIANTHUS (<i>Eustoma grandiflorum</i> [RAF.] Shinnery) EN URCUQUI, IMBABURA
AUTOR:	Robin Adrian Villarreal Santander
FECHA:	13-10-2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniería Agropecuaria
DIRECTOR	Dra. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de octubre del 2023

EL AUTOR




Robin Adrian Villarreal Santander

C.I.: 104370506

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Robin Adrian Villarreal Santander, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 13 días del mes de octubre del 2023



Dra. Julia Karina Prado Beltrán. PhD

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 13 días del mes de octubre del 2023

Robin Adrian Villarreal Santander “EVALUACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* [RAF.] Shinnery) EN URCUQUI, IMBABURA” Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 13 días del mes de octubre del 2023, 88 páginas.

DIRECTORA: Dra. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar los agentes biológicos en control de enfermedades en el cultivo de Lisianthus [*Eustoma grandiflorum* (RAF.) Shinnery] en Urcuqui, Imbabura. Entre los objetivos específicos se encuentran: 1. Determinar la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo de Lisianthus bajo los tratamientos establecidos. 2. Comparar la flora microbiana del suelo antes y después del desarrollo del experimento. 3. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.



.....

Dra. Julia Karina Prado Beltrán. PhD

Directora de Trabajo de Grado



.....

Robin Adrian Villarreal Santander

Autor

AGRADECIMIENTO

Un gran agradecimiento a nuestro Dios por darme la vida y la fuerza para poder efectuar esta importante meta. Agradezco a mi madre María Graciela S. quien se ha esforzado día tras días para que yo pueda salir adelante, por su amor incondicional y por su continua preocupación por mi bienestar. De igual manera a mis hermanas y hermano por todo el apoyo brindado.

Infinitamente agradezco a mi directora PhD. Julia Prado quien supo guiarme a lo largo de estos años de formación académica con el fin de ser un mejor profesional y persona cada día.

De la misma manera a mis tutores MSc. Ima Sánchez y MSc. Juan Pablo Aragón, quienes compartieron sus conocimientos conmigo, siendo fundamentales en mi formación profesional, estando pendientes de que haga las cosas de la mejor manera.

A la empresa FLORSANI, y al Ing. Francisco Noboa (BIOSEORGANICS) quienes me abrieron las puertas de sus empresas, por brindarme su apoyo y darme la oportunidad de desarrollar mi proyecto de investigación y culminarlo.

Finalmente, a mis amigos por formar parte de momentos importantes a lo largo de mi formación académica y por brindarme su apoyo y su amistad.

MUCHAS GRACIAS A TODOS

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi madre María Graciela quien, con su gran apoyo, esfuerzo y sacrificio, ha sido un pilar fundamental a lo largo de estos años para lograr conquistar esta meta, a mis hermanos Amanda, Vero, Beker y Janina, por siempre tener palabras de apoyo y hacerme sentir que puedo lograr todo lo que me proponga, a mis amigos y a todas las personas que formaron parte de mi desarrollo como estudiante y persona a lo largo de mi transcurso como estudiante universitario.

Villarreal Santander Robin Adrian

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Especificos.....	5
1.5. Hipótesis	5
CAPITULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 Generalidades	7
2.2 Origen y distribución	8
2.2.1 Taxonomia	8
2.3 Morfología.....	9
2.3.1 Hojas	9
2.3.2 Tallo	9
2.3.3 Flores.....	9

2.4 Manejo del cultivo	10
2.4.1 Temperatura	10
2.4.2 Luz y sombra.....	10
2.4.3 Humedad.....	10
2.4.4 Cultivo en invernadero.....	11
2.4.5 Suelo	11
2.4.6 Riego	11
2.4.7 Fertilización	12
2.5 Prácticas culturales	12
2.5.1 Pinzado.....	12
2.5.2 Deshoje	12
2.5.3 Desbotonado	12
2.6 Fenología del cultivo	13
2.6.1 Formación de plántulas	13
2.6.2 Desarrollo del primer entre nudo	13
2.6.3 Inducción floral	13
2.6 Enfermedades del cultivo	14
2.6.1 <i>Fusarium</i> sp.	14
2.6.2 <i>Botrytis cinerea</i>	16
2.6.3 <i>Peronospora sparsa</i> Berkeley.....	17
2.7 Controladores biológicos.....	19
2.7.1 <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai y <i>Trichoderma viride</i> Pers ex S.F Gray	19
2.7.2 <i>Paecilomyces</i> sp.	20
2.7.3 <i>Bacillus</i> sp.	20
2.8 Tipos de control	21
2.9 Marco Legal.....	22

CAPITULO III	24
MARCO METODOLÓGICO	24
3.1 Descripción del área de estudio	24
3.2 Materiales	25
3.3 Métodos	26
3.3.1 Factores en estudio.....	26
3.3.2 Diseño experimental	27
3.3.3 Características del experimento	27
3.3.4 Análisis estadístico.....	29
3.3.5 Variables a evaluar.....	29
3.3.5.1 Flora microbiana del suelo.....	29
3.3.5.2 Incidencia y severidad de <i>B. cinerea</i> y <i>P. sparsa</i> en hojas.....	29
3.3.5.3 Porcentaje de mortalidad de plantas causada por <i>Fusarium</i> sp.	30
3.3.5.4 Rendimiento.....	30
3.3.5.5 Calidad del tallo	30
3.4 Manejo del experimento	31
3.4.1 Preparación del suelo	31
3.4.2 Toma de muestra de suelo.....	31
3.4.3 Trasplante.....	33
3.4.4 Desarrollo del cultivo.....	33
3.4.5 Floración	34
3.4.6 Aplicación de microorganismos.....	34
3.4.7 Cosecha	36
CAPÍTULO IV	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1 Presencia de microorganismos en el suelo	37

4.2 <i>Botrytis</i> sp.....	40
4.1.1 Incidencia.....	40
4.1.2 Severidad.....	41
4.3 <i>Peronospora sparsa</i>	42
4.3.1 Incidencia.....	42
4.3.2 Severidad.....	44
4.4 Mortalidad de <i>Fusarium</i> sp.....	45
4.5 Calidad del tallo.....	47
4.5.1 Longitud del tallo.....	47
4.6 Rendimiento a la cosecha	48
4.8 Costos de producción.....	49
CAPÍTULO V	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
5.1 Conclusiones.....	54
5.2 Recomendaciones	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación taxonómica de lisianthus</i>	8
Tabla 2. <i>Clasificación taxonómica de fusarium</i>	14
Tabla 3. <i>Clasificación taxonómica de Botrytis cinerea</i>	16
Tabla 4. <i>Clasificación taxonómica de Peronospora sparsa</i>	17
Tabla 5. Descripción del área de estudio.....	24
Tabla 6. Descripción de materiales utilizados en el estudio.....	25
Tabla 7. <i>Factores en estudio</i>	26
Tabla 8. <i>Características del experimento</i>	28
Tabla 9. <i>Características de la unidad experimental</i>	28
Tabla 10. Esquema de ADEVA del diseño experimental.....	29
Tabla 11. <i>Presencia de microorganismos en los tratamientos estudiados</i>	38
Tabla 12. Análisis de varianzas del porcentaje de tallos con Botrytis sp.....	41
Tabla 13 <i>Análisis de varianza de la mortalidad de Fusarium sp</i>	45
Tabla 14 <i>Análisis de varianzas de la longitud del tallo</i>	47
Tabla 15 <i>Análisis de varianzas del rendimiento en la producción de lisuanthus</i>	48
Tabla 16. Costos de producción del tratamiento TB.....	50
Tabla 17. Costos de producción del tratamiento TB+B.....	51
Tabla 18. Costos de producción del tratamiento T.....	52
Tabla 19. Análisis B/C de los tratamientos estudiados.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lisianthus, variedad Catalina White	7
Figura 2. Hojas, tallo, flor de Lisianthus	9
Figura 3. Macroconidias y microconidias de Fusarium sp.	15
Figura 4. Daños causados por <i>Peronospora sparta</i> y presencia del signo.....	18
Figura 5. Ubicación geográfica del área de estudio.....	24
Figura 6. Diseño experimental en bloques completos al azar en franjas.....	27
Figura 7. Medición de la longitud del tallo.	31
Figura 8. Toma de las muestras de suelo.....	32
Figura 9. Muestra de suelo de 1 kg.....	32
Figura 10. Trasplante de plántulas de lisianthus.....	33
Figura 11. Productos de los microorganismos utilizados en la investigación.	34
Figura 12. Preparación y aplicación de microorganismos.....	36
Figura 13. Porcentaje de incidencia de <i>Botrytis</i> sp. en hojas después del trasplante.	41
Figura 14. Porcentaje de severidad de <i>Botrytis</i> sp. después del trasplante	42
Figura 15. Porcentaje de incidencia de <i>P. sparsa</i> después del trasplante.....	43
Figura 16. Porcentaje de severidad de <i>P. sparsa</i> después del trasplante.....	44
Figura 17. Porcentaje de mortalidad de <i>Fusarium</i> sp. después del trasplante.	46
Figura 18. Longitud de tallo en centímetros.....	47
Figura 19. Rendimiento de tallos/m ² de los tratamientos estudiados.	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.	65
Anexo 2. Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.	65
Anexo 3. Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.	66
Anexo 4. Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.	66
Anexo 5. Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.	67
Anexo 6. Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.	67
Anexo 7. Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.	68
Anexo 8. Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.	68

“EVALUACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* [RAF.] Shinnery) EN URCUQUI, IMBABURA”

Autor: Robin Adrian Villarreal Santander

*Universidad Técnica del Norte

Correo: ravillarreal@utn.edu.ec

RESUMEN

La flor de verano Lisianthus goza de un gran reconocimiento comercial a nivel mundial, esto debido a su amplia gama de colores. A pesar de lo anterior esta planta se ve afectada en su rendimiento productivo por distintas enfermedades causadas por agentes patógenos. Por lo cual se han desarrollado nuevas formas de mitigación, como es la inoculación de diversos microorganismos benéficos al suelo con el fin de controlar su presencia, con la finalidad de obtener un mejor desarrollo de la planta de una manera amigable con el ambiente. Principalmente el objetivo de este estudio fue evaluar los agentes biológicos en el control de enfermedades en el cultivo de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [RAF.] Shinnery) en Urcuqui, Imbabura, a través de la aplicación de microorganismos como son *Trichoderma* sp., *Bacillus* spp. y *Paecilomyces* sp. aplicados en dos combinaciones TB (*Trichoderma* sp.+*Bacillus* spp.+*Paecilomyces* sp) y TB+B (*Trichoderma* sp.+*Bacillus* spp.+*Paecilomyces* sp+ Biol), en el que se obtuvo que los tratamientos TB y TB+B tuvieron un menor porcentaje de mortalidad a causa de *Fusarium* sp. con una media de 1.45 % y 1.44 % respectivamente con respecto al testigo que tuvo una media de 1.84 %, más no demostró tener un efecto en el control de *Botrytis* sp. y Velloso. Concluyendo que el uso de microorganismos biocontroladores son capaces de disminuir la mortalidad causada por *Fusarium* sp, además de tener un rendimiento similar al Testigo como es el caso del TB+B que presentó una media de 65 tallo /m² que representa el 94.2 % del rendimiento y la del Testigo fue de 67 tallo/m² representando un 95 %.

Palabras clave: Lisianthus, inoculación, biocontroladores, rendimiento, mortalidad.

"EVALUATION OF BIOLOGICAL AGENTS IN THE CONTROL OF DISEASES IN THE CULTIVATION OF LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* [RAF.] Shinnery) IN URCUQUI, IMBABURA"

Autor: Robin Adrian Villarreal Santander

*Universidad Técnica del Norte

Correo: ravillarreal@utn.edu.ec

ABSTRACT

The Lisianthus summer flower enjoys worldwide commercial recognition due to its wide range of colours. In spite of this, this plant is affected in its productive yield by various diseases caused by pathogenic agents. Therefore, new ways of mitigation have been developed, such as the inoculation of different beneficial microorganisms to the soil in order to control their presence, with the aim of obtaining a better development of the plant in an environmentally friendly way. The main objective of this study was to evaluate the biological agents in the control of diseases in the Lisianthus crop (*Eustoma grandiflorum* [RAF.] Shinnery) in Urcuqui, Imbabura, through the application of microorganisms such as *Trichoderma* sp, *Bacillus* spp. and *Paecilomyces* sp. applied in two combinations TB (*Trichoderma* sp.+*Bacillus* spp.+*Paecilomyces* sp) and TB+B (*Trichoderma* sp.+*Bacillus* spp. +*Paecilomyces* sp+ Biol), in which it was obtained that the treatments TB and TB+B had a lower percentage of mortality due to *Fusarium* sp. with a mean of 1.45 % and 1.44 % respectively with respect to the control which had a mean of 1.84 %. But it did not prove an effect on the control of *Botrytis* sp. and downy mildew. Finally, it is concluded that the use of biocontrol microorganisms are able to reduce the mortality caused by *Fusarium* sp, as well as having a yield similar to the control, as in the case of TB+B which had an average of 65 stem/m² representing 94.2 % of the yield and that of the control was 67 stem/m² representing 95 %.

Keywords: *Lisianthus*, *inoculation*, *biocontrollers*, *yield*, *mortality*.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La industria de la floricultura ha experimentado un rápido crecimiento y ha demostrado un gran potencial para el cultivo y la exportación en mercados internacionales (Gómez y Egas, 2014). En el año 2021, Ecuador según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2022) registró un total de 6,962 hectáreas de flores cosechadas, lo que representa un incremento del 41.23% en comparación con el año 2020, cuando se cosecharon 4,931 hectáreas de flores. De este total, el 19.89% se destinó a la producción de flores de verano, que incluyen variedades como *Gypsophila* con un 2.7%, *Hypericum* con un 1.2%, Girasoles con un 1.5% y otras flores con áreas de cultivo más pequeñas, que en conjunto representan el 12.8%, entre las que se encuentra el *Lisianthus*.

Lisianthus se ha sembrado de manera intensa en todo el mundo en los últimos años para satisfacer las demandas crecientes de estas flores (Zhou et al., 2019). Esta variedad es cultivada como flor de corte o como planta de maceta, principal mente en los países de Holanda, Japón y estados Unidos, este cultivo floral es realmente nuevo en el mercado internacional (Thiruvengadam y Yang, 2009). Se comercializa en una gran variedad de colores, convirtiéndola en una de las diez especies con mayor demanda a nivel mundial (Maldonado y Contreras, 2005).

A pesar de la importancia de este cultivo, existen patógenos a los cuales *Lisianthus* es susceptible, entre las más comunes se encuentran: el Moho gris causado por *Botrytis* sp., pudrición del tallo y la corona producida por *Fusarium* sp., además de otros microorganismos infecciosos que atacan a esta planta como: *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp. y *Peronospora sparsa* Berkeley (Harbaugh, 2007). El control principal es la aplicación de agroquímicos especialmente en la desinfección del suelo, para ello se emplea agrocelone que se encuentra conformado por 1-3 dicloropropeno y cloropicrina la cual se considera eficiente en el control de hongos, pero se encuentra prohibida por la Unión Europea como plaguicida con fines agrícolas debido a los efectos cancerígenos (Rokunuzzaman et al., 2016).

Esto ha hecho que se busquen otras alternativas de manejo integrado para para reducir su daño, entre las que existe el componente del control biológico como una opción para el manejo de fitopatógenos, dentro de los enemigos naturales podemos encontrar microorganismos como los hongos y las bacterias que contribuyen a reducir el daño por enfermedades, además de proporcionar una alternativa ambiental segura y estable que su contraparte (Sabaté et al., 2020).

A nivel mundial, los microorganismos antagonistas resultan de mucha importancia en la supresión de fitopatógenos, siendo las especies de *Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp. las que se destacan como las más usadas para el control biológico de patógenos fúngicos presentes en los suelos, presentando diferentes mecanismos de acción (Infante et al., 2009). Al igual que los hongos, las bacterias contribuyen al control de enfermedades, como son las especies del género *Bacillus* que han demostrado tener una amplia actividad antagónica contra diversos microorganismos causantes de enfermedades de diferentes cultivos agrícolas, una de sus características más importantes es su capacidad de producir una gran variedad de antibióticos con posibilidades de inhibir el crecimiento de agentes infecciosos (Villarreal et al., 2018).

Además, existen varios agentes antagónicos que son usados en la agricultura a manera de controladores biológicos por su gran potencial, este es el caso de los hongos del género *Paecilomyces* debido a que estos presentan actividades inhibitorias contra patógenos causantes de enfermedades en diversos cultivos (Homthong et al., 2016). Un estudio realizado por Piedra (2007) reveló que *Paecilomyces* sp. puede llegar a ser un potencial controlador biológico de nematodos, llegando a infectar los huevos y reduciendo así la densidad poblacional debido a que estos presentan características nematófagas.

Por otro lado, el uso de biofertilizantes y bioestimulantes líquidos son efectivos para promover actividades fisiológicas, además de que ayudan a estimular el desarrollo de las plantas, debido a que estos producen hormonas vegetales que disminuyen considerablemente la cantidad de fertilizantes a emplearse, siendo útiles en diversas áreas agro productivas, llegando a ser elaborados sin mucha dificultad mediante procesos de fermentación con desechos orgánicos de origen animal y vegetal (Guanopatín, 2012). Estos cuentan con múltiples propiedades como fuente de nutrientes, fitorregulador de crecimiento al contener fitohormonas que aceleran la formación del follaje, entre otros beneficios que presentan (Guanopatín, 2012).

1.2. PROBLEMA

Uno de los grandes problemas que atraviesa el cultivo de *Lisianthus*, es la disminución de la productividad por enfermedades causadas por la presencia de microorganismos patógenos, teniendo pérdidas agrícolas masivas (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2013). Las pérdidas de productividad a causa de *Fusarium* sp. pueden llegar a ser desde un 60 hasta un 86 % en plantas ornamentales (Basallote et al., 2016). Por otra parte, las pérdidas de producción a causa de *P. sparsa* causante del Mildiu veloso pueden alcanzar entre el 10 y 12 % anualmente (Salgado et al., 2018).

En el Ecuador, como en los principales países productores de flores, las enfermedades radiculares son las de mayor importancia, debido a su fácil propagación, su rápida diseminación y el costo que implica su control (Acurio, 2010).

Existen diferentes factores que afectan la producción de *Lisianthus*, uno de los principales es el ataque de fitopatógenos que disminuyen su rendimiento, las enfermedades de este cultivo son causadas por agentes patogénicos, entre ellos está *Botrytis* sp. causante de la podredumbre gris, *Fusarium* sp. responsable de provocar la pudrición del tallo, además de damping off en propagación y *P. sparsa* B., causando el Mildiu Velloso (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2013). Las enfermedades ocasionadas por estos microorganismos patógenos son muy frecuentes en los cultivos bajo condiciones de invernadero, especialmente cuando prevalecen factores como el exceso de riego y la alta humedad (Álvarez-Romero et al., 2013).

Estas afecciones han resultado en pérdidas económicas significativas, representando un desafío considerable para los productores de flores (Álvarez et al., 2020). Debido al uso constante de fungicidas, estos agentes fitopatógenos han desarrollado resistencia a los productos químicos. La dependencia en gran medida de los tratamientos con agroquímicos para su control no solo plantea riesgos para la salud humana, sino que también contribuye al incremento de la contaminación ambiental (Cong et al., 2019).

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se han creado nuevos métodos y técnicas de mitigación que permitan disminuir la presencia de las enfermedades sin afectar al ambiente, dentro de estas estrategias, se encuentra el uso de microorganismos antagonistas, a este tipo de manejo se lo conoce como control biológico (Castro, 2016).

La inoculación de diversos microorganismos benéficos al suelo trae consigo múltiples beneficios importantes para el desarrollo de las plantas, como la supresión de varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades, la estimulación al crecimiento, incrementando las capacidades de absorción de nutrientes, agua y las actividades fotosintéticas, mayor disponibilidad de nutrientes, mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, incremento de la floración, obteniendo de esta manera un inmenso número de aplicaciones en el área agrícola (Morocho y Mora, 2019).

Entre estos agentes benéficos se encuentran los hongos del género *Trichoderma*, desarrollándose varios estudios para evaluar la efectividad del hongo antagonista, en el caso de Merchán-Gaitán et al, (2014), en su investigación mencionan que la eficacia de *Trichoderma* sp. frente a *Botritis* sp. tiene un efecto antagónico logrando combatir la enfermedad provocada por el patógeno. Los hongos antagónicos tienen la capacidad de ejercer un efecto inhibitor sobre diferentes microorganismos patogénicos.

Entre estos agentes destacan los del género *Trichoderma* como agente de control biológico, caracterizándose por su comportamiento saprofito, el éxito de *Trichoderma harzianum* Rafai., *Trichoderma viride* Pers., al ser controladores biológicos se debe a su alta reproductividad, su gran adaptabilidad a condiciones ambientales desfavorables, su fuerte agresividad contra fitopatógenos y promoción del crecimiento en las plantas. Los hongos de los géneros *Paecilomyces* actúan al contacto directo con los nematodos, produciendo enzimas que diluyen la cutícula y penetran al interior del nematodo, siendo potenciales controladores de los mismos, por otra parte, las bacterias del género *Bacillus* actúan mediante la producción de antibióticos que inhiben la proliferación de patógenos.

La finalidad de esta investigación es evaluar la efectividad del control biológico frente a las enfermedades causadas por *Fusarium* sp., *Botrytis cinerea* y *P. sparsa* mediante el uso de microorganismos antagonistas de los géneros *Trichoderma*, *Paecilomyces* y *Bacillus* con el fin de reducir las pérdidas del cultivo por el ataque de patógenos y la reducción de los costos de producción por la aplicación de agroquímicos. La presente investigación se realizó en colaboración con la Florícola Florsani, en donde se evaluó la efectividad del control biológico ante la presencia *Fusarium* sp., *B. cinerea* y *P. sparsa* en el cultivo de *Lisianthus* mediante la aplicación de microorganismos benéficos, entre los que se emplearon son: *T. harzianum* R., *T. viride* P., *Paecilomyces* sp. y *Bacillus* sp., otorgados por la empresa BIOSEB ORGANICS, este trabajo investigativo se desarrolló en el cantón Urcuquí.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar los agentes biológicos en el control de enfermedades en el cultivo de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* [RAF.] Shinnery) en Urcuquí, Imbabura.

1.4.2. Objetivos Especificos

- Determinar la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo de *Lisianthus* bajo los tratamientos establecidos.
- Comparar la flora microbiana del suelo antes y después del desarrollo del experimento.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.5.Hipótesis

- **Ho:** Ninguno de los tratamientos utilizados tiene efecto en el control de las enfermedades causadas por *Fusarium* sp., *B. cinérea* y *P. sparsa* en el cultivo de *Lisianthus*.
- **Ha:** Al menos uno de los tratamientos utilizados presenta un efecto significativo a la hora de controlar las enfermedades causadas por *Fusarium* sp., *B. cinérea* y *P. sparsa* en el cultivo de *Lisianthus*.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades

Liseanthus es una planta herbácea perteneciente a la familia de las Gentinaceae, estas flores son de ciclo bianual, pero son cultivadas como anuales (Londero et al., 2007). Este es un cultivo de verano no tradicional que es cultivada como flor de corte que en los últimos años ha presentado un gran crecimiento dentro de los mercados florícolas, además cuenta con una belleza que llama la atención de los consumidores, debido a la gran variedad de colores y por presentar una larga vida en florero (Papone et al., 2011).

Se han ganado una gran reputación en los mercados internacionales a pesar de ser delicadas y difíciles de cultivar (Díaz, 2017). Esta flor puede adaptarse a condiciones de baja humedad relativa y temperaturas extremas, debido a su hábitat natural, se han desarrollado varios programas de mejora, llegándose a obtener nuevas variedades, con nuevos colores (Figura 1) (De La Riva et al., 2013).

Figura 1.

Lisianthus, variedad Catalina White



Fuente: G-Fresh (2017).

2.2 Origen y distribución

Lisianthus es una flor originaria de la región sur de los Estados Unidos, y se encuentra principalmente en las praderas de Nebraska, Texas, Colorado y el norte de México (Da Silva, 2015). Esta especie fue reintroducida en forma de híbrido F1 por una empresa privada a principios de la década de 1980, presentando un aspecto nuevo y mejorado, y se introdujo en Japón y Europa en la década de 1930. En la actualidad, esta flor se cultiva principalmente en Estados Unidos, Europa y Japón (Díaz, 2017).

2.2.1 Taxonomía

Según el Departamento de Botánica, Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM, 2013), Lisianthus tiene la siguiente clasificación taxonómica (tabla 1):

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de lisianthus.

	Taxonomía
Reino	Plantae
División	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Gentianales
Familia	Gentianaceae
Género	<i>Eustoma</i>
Especie	<i>Eustoma grandiflorum</i> (Raf.) Shinners

Fuente: IBUNAM (2013)

2.3 Morfología

2.3.1 Hojas

Las flores de *Lisianthus* presentan hojas simples, típicamente de formas ovaladas, pero otras tienen formas lanceoladas, siendo más grandes en la parte basal que en la parte superior del tallo floral (Padrón et al., 2021).

2.3.2 Tallo

Este es un tallo herbáceo que no desarrolla espinas y presentando un color verde azulado, tiene una longitud de 40 a 80 cm y un diámetro que va desde los 0.6 a 0.7 cm (González, 2015).

2.3.3 Flores

Las flores de *Lisianthus* son simples y tienen pedúnculos largos que miden entre 6 y 10 cm de diámetro. Estas flores se presentan en una amplia variedad de colores, incluyendo blanco, rosa y diversas combinaciones. Además, tienen diferentes tamaños y formas. El cáliz consta de 5 sépalos verdes con rasgos filiformes que pueden adquirir una ligera coloración azul o rosa a que la flor se desarrolla, lo que anticipa el color que tendrá la flor antes de alcanzar su pleno crecimiento (Figura 2) (González, 2015).

Figura 2.

Hojas, tallo, flor de Lisianthus.



Fuente: Villanueva et al. (2021)

2.4 Manejo del cultivo

2.4.1 Temperatura

En las fases iniciales de crecimiento, es fundamental mantener las temperaturas del cultivo alrededor de 25 °C durante el día y 10 °C en la noche hasta que emerjan dos pares de hojas verdaderas. En condiciones de altas temperaturas, la planta tiende a formar rosetas, lo que se manifiesta por la ausencia de alargamiento de los entrenudos a partir del cuarto par de hojas (Shimoyama et al., 2003).

2.4.2 Luz y sombra

Según lo señalado por Ramoa (2016), es fundamental proporcionar a la *Lisianthus* niveles adecuados de luz, que oscilen entre 4000 y 6000 p.c. Esto es crucial para estimular la formación de un mayor número de botones florales. Sin embargo, es importante destacar que cuando los niveles de luz superan estos rangos óptimos, puede tener el efecto contrario de acortar la longitud de los tallos de las flores. En tales situaciones, se vuelve necesario emplear sombreados adecuados para corregir estos problemas y mantener un desarrollo saludable de la planta.

2.4.3 Humedad

Lisianthus, una planta floral, es particularmente susceptible a los problemas causados por niveles elevados de humedad, ya que esto propicia un entorno propicio para el desarrollo de microorganismos patógenos del suelo. Entre los más comunes se encuentran los hongos, como *Fusarium* sp. y *Botrytis* sp. (Shimoyana et al., 2003). Estos patógenos pueden causar daños significativos en la planta, lo que subraya la importancia de mantener condiciones de humedad adecuadas para prevenir problemas fitopatológicos y asegurar un cultivo saludable de *Lisianthus*.

2.4.4 Cultivo en invernadero

Como lo menciona Cajilema (2006), el cultivo de *Lisianthus* en invernaderos ofrece la ventaja de poder producir estas flores en momentos y regiones geográficas que de otro modo no serían apropiados. Sin embargo, es importante destacar que, para garantizar un cultivo exitoso, es fundamental que los invernaderos cumplan con una serie de condiciones específicas. Estas condiciones incluyen la correcta transmisión de la luz para favorecer el crecimiento de las plantas, la ventilación adecuada para mantener un ambiente saludable y la altura de las estructuras, entre otros aspectos. El uso de invernaderos se ha convertido en una práctica crucial para la producción exitosa de *Lisianthus*, permitiendo su cultivo en diversas condiciones y regiones.

2.4.5 Suelo

El suelo debe ser preparado con esmero, lo que implica la remoción de tierra hasta una profundidad de 60 a 80 centímetros. Es crucial que el suelo cuente con un sistema de drenaje eficiente y una adecuada aireación para favorecer el crecimiento saludable de las plantas. Además, se recomienda llevar a cabo procesos de desinfección del suelo, como lo señala Cajilema (2006). En cuanto al pH del suelo, es de vital importancia que sea ligeramente básico, con un valor óptimo alrededor de 6.7. Mantener este nivel de pH es esencial para asegurar el desarrollo adecuado de las raíces, lo que a su vez contribuye a un crecimiento exitoso de las plantas, como lo menciona Harbaugh (2007). La preparación del suelo desempeña un papel fundamental en el cultivo del *Lisianthus* y puede marcar la diferencia en la obtención de flores sanas y de alta calidad.

2.4.6 Riego

En el primer mes posterior al trasplante, se debe aplicar riego de forma breve pero frecuente, preferiblemente mediante un sistema de riego por goteo. Conforme el cultivo crece, se aconseja reducir gradualmente el suministro de agua, especialmente en la fase final de alargamiento y

apertura de los botones florales, con el propósito de lograr una altura uniforme en estos, según lo sugerido por Shimoyana et. al. (2003).

2.4.7 Fertilización

Esta planta no requiere grandes cantidades de nutrientes, para su buen desarrollo se recomienda la utilización de fertilizantes a base de nitrato de calcio, haciéndole ganar resistencia al cultivo, además de generar tallos más fuertes (Blevins, 2007). La fertilización se aplica juntamente con el agua de riego, en los primeros estadios del cultivo, los requerimientos nutricionales son nitrógeno y calcio, conforme este se va desarrollando las necesidades de potasio incrementan (Medina, 2015).

2.5 Prácticas culturales

2.5.1 Pinzado

El pinzado consiste en romper la dominancia apical del cultivo cuando este presenta varios nudos, esta práctica demanda una mayor concentración de fertilizantes, desarrollando nuevos brotes laterales que podrían convertirse en flores (Maldonado y Contreras, 2005). Se debe tener en cuenta la estación para la realización del trabajo, debido a que puede llegar a retrasar la floración si esto se realiza en una época inadecuada (Blok et al, 2007).

2.5.2 Deshoje

Esta práctica disminuye el desarrollo de *Botrytis* sp. en el cultivo, el deshoje proporciona ventilación a nivel del cuello evitando el exceso de humedad, al ejecutarlo se debe dejar las dos primeras hojas, debido a que estas se encargan de la elaboración de azúcares (Maldonado y Contreras, 2005).

2.5.3 Desbotonado

Esta es una práctica efectuada con la finalidad de mejorar la calidad de la vara y aumentar la altura de la planta en el corte. El desbotonado consiste en eliminar el primer botón floral,

llegando a obtener mayor apertura de flores al mismo tiempo (Maldonado y Contreras, 2005). Si esto se hace cuando el tallo no haya logrado completar su máximo nivel de desarrollo, desencadena daños (Blok et al, 2007).

2.6 Fenología del cultivo

La fenología del cultivo se divide en tres etapas fundamentales: formación de la plántula, desarrollo del primer entre nudo e inducción floral (Maldonado y Contreras, 2005).

2.6.1 Formación de plántulas

Estas deben contar con tres o cuatro hojas verdaderas y ser trasplantadas después de 3 meses de desarrollo con un sistema radicular bien formado (Díaz, 2017).

2.6.2 Desarrollo del primer entre nudo

En esta segunda etapa se produce el crecimiento de las hojas y del tallo, llegando la planta a crecer 60 cm, además de aparecer tallos secundarios (Maldonado y Contreras 2005). Fenológicamente tiene una duración de treinta días donde al final se presentan los primeros botones florales (Castillo et al., 2017).

2.6.3 Inducción floral

En esta última etapa se observa el engrosamiento de los botones y su desarrollo, es crucial regar evitando la saturación del suelo, una vez abierta el segundo botón se debe cortar la primera para que la apertura de las demás flores sea homogénea, durante el tiempo que dura, se denotan cambios de color de los botones hasta que logran abrirse totalmente (Maldonado y Contreras, 2005). El ciclo total de *Lisianthus* desde el momento de su trasplante es de 90 a 120 días, claramente dependiendo de las épocas en que se plantaron y de las variedades (Gómez y Egas, 2014).

2.6 Enfermedades del cultivo

Las enfermedades que afectan al cultivo del *Lisianthus* incluyen principalmente a las causadas por hongos patógenos. Estas enfermedades representan una amenaza significativa para la producción, ya que su impacto puede ser devastador, incluso conduciendo a la muerte de las plantas, como menciona Wolcan (2001). Es esencial abordar eficazmente las enfermedades fúngicas en el cultivo de *Lisianthus* para garantizar una producción saludable y sostenible de estas flores tan apreciadas.

2.6.1 *Fusarium* sp.

El género *Fusarium* es un grupo de hongos filamentosos distribuido ampliamente en las plantas y en el suelo, convirtiéndose en un gran problema porque generan metabolitos tóxicos, empleando diversas formas de infección, las enfermedades causadas por este tipo de agentes están entre los factores que aumentan las pérdidas en los rendimientos del *Lisianthus* (Tapia, 2014). La clasificación taxonómica de *Fusarium* según el Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas se muestra en la (tabla 2):

Tabla 2.

Clasificación taxonómica de fusarium.

Taxonomía	
Reino	Fungi
División	Ascomycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Nectriaceae
Género	<i>Fusarium</i>

Fuente: Tapia (2014)

Los patógenos del género *Fusarium* causan la marchitez de la planta, infectan y provocan una decoloración oscura de las raíces y de la base del tallo, estos microorganismos se diseminan a través del xilema, provocando que las hojas se amarillen y se marchitan por completo y llegando a causar la muerte, a medida que la enfermedad progresa se producen masas blancas de esporas en los tallos, además pueden causar amortiguaciones antes y después de la emergencia (Ortiz et al., 2022). Cuando la flor ya se encuentra infectada es recomendable eliminarla debido a que casi nunca se logra recuperar (Zhou et al., 2019).

La enfermedad inicia con el desarrollo de las hifas o con la germinación de las clamidosporas (Pérez et al., 2018). En ausencia de tejido hospedante vivo, el patógeno puede sobrevivir como clamidosporas en la planta previamente colonizado y en el suelo, estas estructuras son muy resistentes debido a que pueden llegar a vivir por más de diez años, la infección se produce a manera de respuesta a los exudados de las raíces primarias y secundarias, después del brote, las hifas se adhieren y penetran directamente en la epidermis del hospedero por heridas autogénicas, antrópicas o por nematodos, una vez dentro se mueve hacia el tejido vascular por colonización intercelular de los vasos del xilema, invadiéndolos cuando están maduros, *Fusarium* sp. los coloniza por crecimiento del micelio o por transporte pasivo, ocasionando un asentamiento rápido y muy discontinuo, logrando atacar a todo el sistema radicular, provocando de esta manera la muerte de la planta (Figura 3) (Ortiz et al., 2022).

Figura 3.

Macroconidias y microconidias de Fusarium sp.



Fuente: Rodríguez (2015)

2.6.2 *Botrytis cinerea*

La clasificación taxonómica de *B. cinerea* se encuentra establecida de la siguiente manera por el Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas (2008), como se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3.

Clasificación taxonómica de Botrytis cinerea.

	Taxonomía
Reino	Fungi
División	Ascomycota
Clase	Leotiomycetes
Orden	Helotiales
Familia	Sclerotiniaceae
Género	<i>Botrytis</i>
Especie	<i>Botrytis cinerea</i>

Fuente: Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas (2008)

El tizón, también conocido como moho gris y causado por *B. cinerea*, se manifiesta en el *Lisianthus* con la aparición inicial de pequeñas manchas decoloradas en los pétalos, las cuales se expanden rápidamente, dañando la flor en su totalidad. Esta enfermedad produce lesiones de color marrón, que son claramente visibles en las hojas. Por otro lado, en los tallos, las lesiones también son de color marrón y pueden aumentar en tamaño, llevando al marchitamiento y eventual destrucción del tejido. Estas lesiones suelen ser localizadas y pueden tomar una forma concéntrica alrededor del tallo, lo que resulta en debilitamiento y, en ocasiones, la rotura del tallo. El micelio del hongo *Botrytis* se compone de un conjunto de filamentos tabicados llamados hifas, que se multiplican de manera vegetativa (Romero et al., 2018).

Es importante destacar que esta enfermedad, causada por diversas especies del género *Botrytis*, puede afectar tanto los brotes como las flores del *Lisianthus*, generando daños directos. Además, puede propagarse a los tallos, donde las lesiones pueden extenderse y provocar debilitamiento y rotura. El desarrollo óptimo de este hongo se produce en climas fríos, donde las temperaturas entre 18 y 23 °C favorecen su ciclo de vida. En estas condiciones, el hongo germina, crece, forma esporas y libera conidios para su reproducción (Restrepo, 2020).

2.6.3 *Peronospora sparsa* Berkeley

Este patógeno causante del Mildiu Velloso es un microorganismo biótrofo o también conocido como parásito obligado que conforma el grupo de los Oomycetes, siendo estos organismos miceliares muy semejantes a los hongos (Álvarez-Romero et al., 2013). A continuación, se presenta la clasificación taxonómica completa, mostrada en la Tabla 4:

Tabla 4.

Clasificación taxonómica de Peronospora sparsa.

	Taxonomía
Reino	Chromista
División	Stramenopiles
Clase	Oomycota
Orden	Peronosporales
Familia	Peronosporaceae
Género	<i>Peronospora</i>
Especie	<i>Peronospora sparsa</i> Berkeley

Fuente: Álvarez-Romero et al. (2013)

Esta enfermedad puede afectar a las plántulas y a su vez al cultivo, el patógeno infecta rápidamente el tejido en desarrollo de yemas y brotes causando retrasos en el crecimiento de las plantas, los síntomas en las hojas se muestran como manchas amarillentas pequeñas que se agranda y se vuelven de color marrón (Ortiz et al., 2022).

Los esporangios germinan sobre el hospedante formando un tubo germinativo y a su vez desarrollan un apresorio, a medida que progresa la infección, los cambios de los patrones de translocación, permeabilidad de la célula y niveles hormonales del hospedero tipifican una interacción biotrófica, diferentes nutrientes se trasladan de las hojas a nuevas zonas de daños originadas por lesiones localizadas (Álvarez-Romero et al., 2013).

El Mildiu Velloso causado por *P. sparsa* Berkeley (Figura 4), ataca a todas las partes aéreas de las plantas, sus primeros síntomas se presentan sobre las hojas con manchas marrones, esta enfermedad es uno de los grandes problemas fitosanitarios, ocasionando pérdidas en la producción al disminuir la calidad de los tallos e incrementar los costos de estos (Álvarez et al., 2020).

Figura 4.

Daños causados por Peronospora sparsa y presencia del signo.



Fuente: Riis (2020).

Las estrategias aplicadas para el control de patógenos se centran en la detección e inspección de microorganismos, que tradicionalmente se realiza observando los síntomas de las enfermedades (Viera et al., 2020). Además de esta aproximación, se han desarrollado prácticas preventivas para reducir la presencia de estas enfermedades. Esto incluye la utilización de variedades de cultivos genéticamente resistentes a los patógenos, así como la implementación de prácticas agronómicas como la rotación de cultivos con especies que no son hospedantes de dichos patógenos. También, la desinfección de suelos y semillas es una estrategia efectiva (Cano,

2011). La eliminación de residuos contaminados de la superficie del suelo también se ha demostrado eficaz para reducir el nivel de fitopatógenos en la agricultura (Viera et al., 2020).

La combinación de estas estrategias contribuye significativamente a la prevención y el control de enfermedades causadas por patógenos en los cultivos, lo que a su vez puede mejorar la salud y la producción de las plantas. Estas medidas son esenciales para mantener la sanidad de los cultivos y reducir las pérdidas económicas asociadas a las enfermedades.

2.7 Controladores biológicos

El término control biológico fue creado a inicios del siglo XIX, cuando un grupo de naturistas de diversos países reseñaron la importancia de los organismos entomófagos en la naturaleza, con el empleo de este mecanismo se intenta restablecer el perpetuado equilibrio ecológico, mediante la utilización de seres vivos y sus metabolitos con el fin de mitigar los daños causados por plagas o enfermedades (Badii y Abeu, 2006).

En la actualidad se desarrollan agentes de control biológico, organismos vivos como bacterias, insectos, hongos y virus que reducen la población de plagas y enfermedades en los cultivos, los hongos de manera particular despiertan el interés de estudio por su papel en la supresión de insectos y patógenos, este un componente vital en la agricultura sustentable y sostenible que preserve los recursos y el ambiente (Guédez et al., 2008). La Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) define al control biológico como “la utilización de organismos vivos o de sus productos, para evitar o reducir las pérdidas o daños causados por los organismos nocivos”.

2.7.1 *Trichoderma harzianum* Rifai y *Trichoderma viride* Pers ex S.F Gray

Son hongos cuya importancia radica principalmente en su capacidad de adaptación y producción de metabolitos, compuestos promotores de crecimiento vegetal, enzimas, y compuestos volátiles, entre otros, estos microorganismos son utilizados como agentes de control biológico contra fitopatógenos debido a sus varios mecanismos de acción, destacando el microparasitismo, la antibiosis, la competencia por espacios y nutrientes (Hernández et al., 2019).

El ciclo de vida de *Trichoderma* sp. inicia desde que el organismo crece y se empieza ramificar sus hifas de aproximadamente de 5 a 10 μ de diámetro, luego de ello ocurre la esporulación asexual, en donde las esporas son liberadas en grandes cantidades, además suelen formularse clamidosporas unicelulares, llegando a fusionarse entre dos o más (Hernández et al., 2019).

2.7.2 Paecilomyces sp.

Es un hongo que controla fitonematodos, este biocontrolador parásita huevos, quistes y adultos de, causándoles la muerte o evitando que completen su ciclo de vida, *Paecilomyces* sp. en ausencia de enemigos naturales puede sobrevivir como un microorganismo saprofito en el suelo, también son patógenos de ciertos insectos, pero su mayor relevancia radica en el control de nematodos debido a que causa una alta tasa de mortalidad de estos organismos (Morocho y Mora, 2019). Estos hongos al estar en contacto con los nematodos produce carcacas denominadas conidias las cuales son las que se encargan de realizar el efecto controlador de aquellos organismos, fijándose en la parte externa del individuo, germinando tiempo después y produciendo unas estructuras especializadas, penetrando en el cuerpo diluyendo su cutícula, en su interior *Paecilomyces* sp. toma los nutrientes de su hospedero afectando el sistema nervioso y se reproduce masivamente invadiéndolos en su totalidad causando su muerte (Castro, 2016).

2.7.3 Bacillus sp.

Entre las características de este género de bacterias, destaca su crecimiento el cual puede ser aerobio o anaerobio facultativo en ciertas ocasiones, presentan una morfología bacilar, bacterias gran positivas, su crecimiento se da en pH neutros (Corrales et al., 2018). Una de sus capacidades que más destaca es la de producir endosporas como mecanismos de resistencia a diferentes tipos de estrés, la presencia de estas estructuras le otorgan al género *Bacillus* la capacidad de prevalencia y diseminación en diversos ecosistemas, se forman durante la segunda fase del ciclo de vida, en el que se encuentra conformado por dos etapas, la primera, la bacteria se desarrolla de forma exponencial por medio de fisión binaria, la otra comienza en una estrategia de supervivencia a varios factores de estrés a los que puede estar sometido, de esta manera se da inicio a la formación de la endospora, implicando la división celular asimétrica,

formando dos compartimientos el de la célula madre y la inmersión de la preespora la cual será engullida formando una célula en el interior de la de la madre. (Villarreal et al., 2018).

En las etapas posteriores esta será recubierta por capas protectoras, seguida de la deshidratación y maduración, para que finalmente la madre se lisa mediante muerte celular liberando de esta manera a la endospora (Corrales et al., 2018). Las bacterias del género *Bacillus* han presentado una gran actividad antagónica contra múltiples microorganismos fitopatógenos, entre los principales métodos que presentan estos individuos para evitar el establecimiento y el desarrollo de agentes patogénicos, se encuentran la formación y excreción de toxinas, antibióticos, enzimas líticas, sideróforos y además inducen a la resistencia sistémica de las plantas (Villarreal et al., 2018).

2.8 Tipos de control

Así como existen varios tipos de enfermedades que presentan diferentes características, se han desarrollado de igual manera distintas estrategias de control que se ajusten a las circunstancias, estas difieren entre sí por los resultados obtenidos a corto o largo plazo, por el enemigo natural y por su liberación o manipulación, entre estos controles tenemos: el clásico, el aumentativo y el conservatorio (Villacide y Corley, 2012).

El control biológico clásico se caracteriza por la introducción de un enemigo natural con el fin de establecerse permanentemente y controle a la plaga de forma sostenida a través del tiempo, la similitud del clima de donde es originario la especie enemiga y el lugar de liberación favorece positivamente el establecimiento del agente controlador (Villacide y Corley, 2012).

En el control biológico aumentativo se desarrollan dos estrategias que son las liberaciones inundativas y las inoculativas, teniendo como objetivo el aumentar la abundancia de los enemigos naturales que ya se encuentran presentes en área afectada, en el primer caso los individuos liberados participan de forma directa en la mitigación produciendo una reducción de la plaga o una extinción local, con respecto a las inoculativas el tamaño del enemigo natural permite que su descendencia controle a la población de la plaga, conllevándola a una liberación periódica, buscando con este método la regulación del insecto de una manera más persistente con el tiempo (Salas y Salazar, 2003).

Por último, el control biológico conservativo implementa varias formas de protección, en varios casos con la implementación de una sola de estas medidas no se llega a controlar eficientemente a una plaga por lo cual es conveniente desarrollar de manera simultánea más de un método con el fin de mitigar la población, por ejemplo, diversos métodos se han desarrollado para el manejo del hábitat para ofrecer a los enemigos naturales diversas fuentes de alimento artificiales o autóctono (Villacide y Corley, 2012).

2.9 Marco Legal

La investigación se enfoca en leyes que incentivan el desarrollo de la producción nacional, incrementándola y consolidando estrategias en la economía del país, tal y como se encuentra estipulado en el Capítulo VI, Sección Primera de la Constitución de la República del Ecuador, 2008. Formas de organización de la producción y su gestión Art 319.- “El estado promueve varias formas de producción que aseguren el buen vivir de la población, fomentándola para que pueda satisfacer la demanda interna y garantice una activa participación del Ecuador en el contexto internacional”.

El Capítulo II, Sección Segunda, de la Constitución de la República del Ecuador de 2008, en su Artículo 14, establece el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y equilibrado desde una perspectiva de sostenibilidad y *sumak kawsay*. Además, declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, así como la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

La adopción de agentes biológicos en el control de enfermedades en el cultivo de *Lisianthus* no solo tiene beneficios agronómicos, como el control de patógenos, sino que también tiene implicaciones económicas significativas. Estos beneficios económicos radican en los ahorros directos relacionados con la reducción del uso de pesticidas químicos, que suelen ser costosos y pueden representar una carga financiera para los agricultores. Además, el uso de agentes biológicos puede brindar beneficios a largo plazo al reducir los riesgos asociados con la exposición a químicos, minimizar los costos ambientales y, al mismo tiempo, capitalizar las

oportunidades de mercado que demandan productos agrícolas sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

En este contexto, el análisis económico desempeña un papel fundamental al cuantificar y evaluar los costos y beneficios de la adopción de agentes biológicos en la agricultura. Proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas, permitiendo a los agricultores y responsables de políticas evaluar la rentabilidad, los impactos financieros y ambientales, y las implicaciones a largo plazo de estas prácticas. En última instancia, contribuye a la promoción de un desarrollo agrícola más sostenible y alineado con los principios de conservación y equilibrio ecológico establecidos en la Constitución ecuatoriana.

CAPITULO III

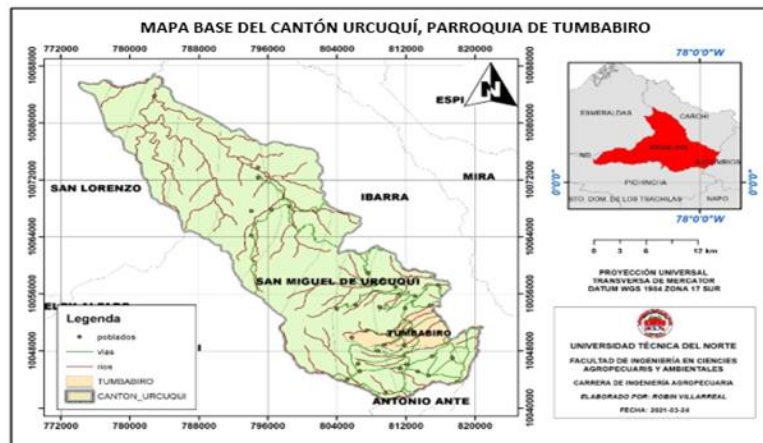
MARCO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó en la provincia de Imbabura, en el cantón Urcuquí, específicamente en la parroquia de Tumbabiro, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5.

Ubicación geográfica del área de estudio



Fuente: GAD Urcuquí (2020).

La descripción del área donde se realizó el estudio, se describe en la siguiente (tabla 5).

Tabla 5.

Descripción del área de estudio.

Ubicación	Descripción
Provincia	Imbabura
Catón	San Miguel de Urucuquí
Parroquia	Tumbabiro
Altitud	2224 m.s.n.m
Latitud	0° 25' 13''N
Longitud	78° 11' 50'' O
Temperatura	14-19 °C
Precipitación media anual	1626 mm
Tipo de suelo	Franco arcilloso

Fuente: GAD Urucuquí (2020).

3.2 Materiales

Los materiales utilizados en el desarrollo de la investigación se encuentran descritos en la tabla 6.

Tabla 6.

Descripción de materiales utilizados en el estudio.

Materiales	Equipos	Insumos	Software
Libreta de campo	Computadora	<i>Trichoderma viride</i> + <i>Trichoderma harzianum</i>	Infostat
Botas de caucho	Sistema de riego	<i>Paecilomyces</i>	Base de datos de Excel
Traje de fumigación	Cámara fotográfica	<i>Bacillus</i>	
	Bombas de fumigar	Agroselonhe Biol Catalina White,	

3.3 Métodos

Esta investigación tuvo la finalidad de evaluar la efectividad del control biológico ante la presencia de las enfermedades causadas por *Fusarium* sp., *B. cinerea* y *P. sparsa* en el cultivo de *Lisianthus* en la Finca Florsani ubicada en la parroquia de Tumbabiro, en el cantón de Urcuquí. Empleando un diseño experimental de Bloques Completos al Azar en Franjas.

3.3.1 Factores en estudio

En este trabajo investigativo se estableció un factor, que estuvo determinado por los tipos de tratamientos, como se muestra en la tabla 7 a continuación.

Tabla 7.

Factores en estudio.

Factores	Detalle
F1: Tipo de tratamiento	<ul style="list-style-type: none">• Biológico• Biológico más biol• Testigo

A continuación, una breve descripción de la conformación de los tratamientos utilizados en la investigación.

F1: Tipo de Tratamientos

Biológico = T1 (*Trichoderma viride* + *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces* sp. y *Basillus* sp.)

Biológico más biol = T2 (*Trichoderma viride* + *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces* sp. *Bacillus* sp. y Biol)

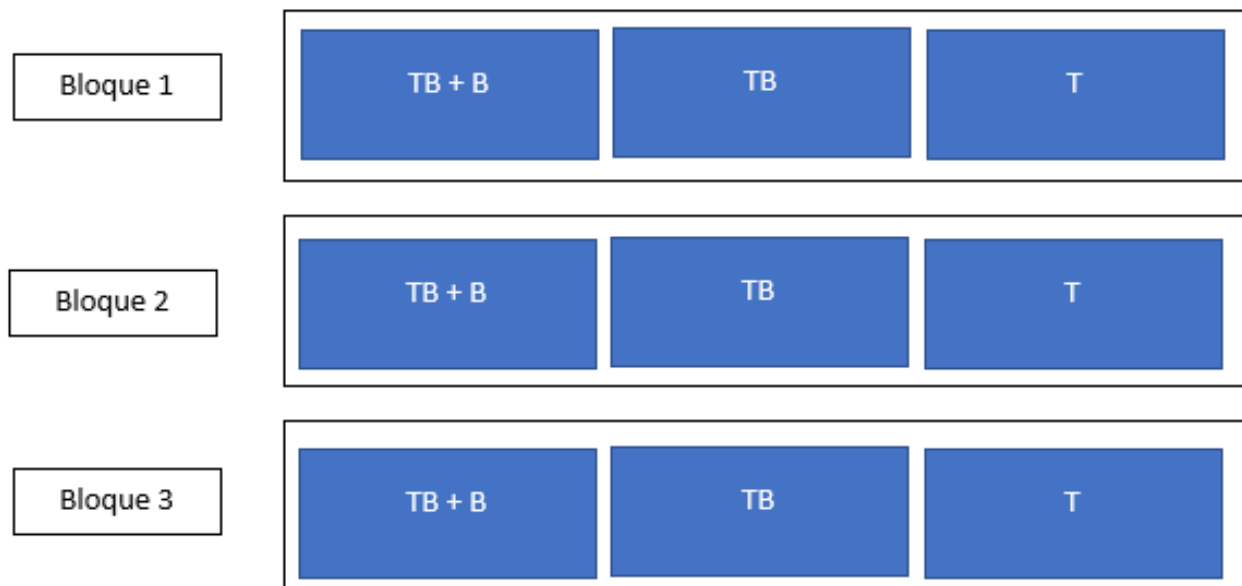
Testigo = T3 (Control realizado por la florícola Florsani)

3.3.2 Diseño experimental

Para evaluar la efectividad del control biológico en las enfermedades causadas por *Fusarium* sp., *B. cinerea* y *P. sparsa* en el cultivo de *Lisianthus* se implementó un Diseño en Bloque Completos al Azar en Franjas como se muestra en la figura 6.

Figura 6.

Diseño experimental en bloques completos al azar en franjas.



3.3.3 Características del experimento

El estudio experimental conto con un área estimada de 162 m², extensión que se encontraba dividida entre los tres bloques, con un total de nueve unidades experimentales. A continuación, en la tabla 8 se especifican las características del experimento.

Tabla 8.*Características del experimento.*

Datos	Características
Bloques	3
Tratamientos	3
Unidades experimentales	9
Área total del experimento	162 m ²
Número total de plantas	11340

Las características de la unidad experimental se encuentran especificadas en la siguiente tabla:

Tabla 9.*Características de la unidad experimental.*

Datos	Medidas
Área	18 m ²
Largo	24 m
Ancho	0.75 m
Camino	0.35 m
Distancia de siembre entre plantas	15 cm
Distancia de siembra entre hileras	3.5 cm
Número de plantas por unidad experimental	1260
Parcela neta	548

3.3.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos que se obtuvieron de los tres tipos de controles en las enfermedades de *Lisianthus* se utilizó el software INFOSTAT a través de un análisis de varianzas con pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$) y análisis de datos no paramétricos con pruebas de Friedman según corresponda el caso. En la tabla 10 se muestra el esquema de la ADEVA del diseño del experimento.

Tabla 10.

Esquema de ADEVA del diseño experimental.

<hr/>	
Fuentes de Variación	GL
<hr/>	
Bloques	2
Tipos de control	2
Error experimental	4
Total	8

3.3.5 Variables a evaluar

En el siguiente apartado se muestran las variables evaluadas en el transcurso del estudio:

3.3.5.1 Flora microbiana del suelo

Para la comparación de la flora microbiana del suelo se realizó un análisis microbiológico del suelo en laboratorio mediante una muestra de un kilogramo. Este análisis permitió obtener información acerca de los microorganismos presentes en el suelo.

3.3.5.2 Incidencia y severidad de *B. cinerea* y *P. sparsa* en hojas

Para determinar la incidencia y severidad de las enfermedades se tomó en cuenta la parcela neta, donde se procedió a muestrear 60 plantas por unidad experimental, 9 muestras por planta, que se dividirán en 3 hojas inferiores, 3 hojas intermedias y 3 hojas superiores. La incidencia hace referencia al porcentaje de flores afectadas con respecto al total de flores monitoreadas (Agrofy News, 2020).

$$\% \text{ incidencia hojas} = \frac{N^{\circ} \text{ hojas afectadas}}{N^{\circ} \text{ Hojas monitoreadas}} \times 100$$

Con respecto a la severidad corresponde al porcentaje de afectación dada por el signo que presentan los órganos como manchas, esporulación de las enfermedades. (Agrofy News, 2020).

$$\% \text{ Severidad hoja} = \frac{N^{\circ} \text{ de hojas afectadas}}{(N^{\circ} \text{ Hojas monitoreadas})} \times 100$$

Para determina la incidencia de *Botrytis* en el tallo se tomó en cuenta el número de tallos afectadas con respecto al total cosechado.

$$\% \text{ Incidencia tallo} = \frac{N^{\circ} \text{ tallos afectadas}}{N^{\circ} \text{ tallos monitoreadas}} \times 100$$

3.3.5.3 Porcentaje de mortalidad de plantas causada por *Fusarium* sp.

El porcentaje de mortalidad se determinó con el total de plantas muertas con respecto al total de plantas trasplantadas.

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{N^{\circ} \text{ plantas muertas por cama}}{N^{\circ} \text{ plantas totales}} \times 100$$

3.3.5.4 Rendimiento

Para la evaluación del rendimiento del *Lisianthus* se contabilizó en el número de tallos cosechados por metro cuadrado, con el fin de realizar una comparación entre los diferentes tratamientos y determinar qué tratamiento es más eficiente.

3.3.5.5 Calidad del tallo

Se determinó la calidad del tallo del *Lisianthus* tomando en cuenta la longitud del mismo (figura 7), los cuales fueron determinados en el momento de la cosecha. Mientras el largo del tallo sea mayor la calidad es más alta.

Figura 7.

Medición de la longitud del tallo.



3.4 Manejo del experimento

Para la realización del experimento se realizaron las siguientes actividades:

3.4.1 Preparación del suelo

Se comenzó realizando una esterilización del suelo con Agrocelhone, que a su vez contaba con una capa de cascarilla de arroz, después de esterilizar, este se deja reposar durante 15 días y se revolvió para evitar intoxicaciones de las plántulas. Posteriormente se procedió a la realización de las camas de 25 cm de alto, estas camas deben de estar lo más removidas posibles para evitar la compactación y los encharcamientos. Posterior a ello 2 días antes del trasplante se realizó a la primera aplicación de los microorganismos mediante una aplicación drench para los controles 1 y 2 con las dosis antes mencionadas, con respecto al tercer control se lo manejó conforme lo ha ido desarrollando la florícola.

3.4.2 Toma de muestra de suelo

Se tomaron 21 submuestras por tratamiento, las cuales fueron homogenizadas para obtener así una muestra de un kilogramo, el muestreo se lo realizó cada 20 días, la primera muestra se tomó 15 días después de la desinfección con Agrocelhone. Esta muestra contó con información

específica como: localización de la finca, cultivo, nombre del cliente y área muestreada, como se muestra en la figura 8 y 9.

Figura 8.

Toma de las muestras de suelo



Figura 9.

Muestra de suelo de 1 kg.



En la fase de laboratorio, las pruebas que se realizaron para el aislamiento de hongos fueron en medios de cultivo PDA, fueron incubados a una temperatura de 27 °C durante 72 horas y en los aislamientos de bacterias se utilizó agar bacteriológico, durante 24 horas fueron sometidos a un proceso de incubación de 37 °C. Para la determinación de las unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g) se prepararon diluciones seriadas.

3.4.3 Trasplante

Sobre la cama de cultivo se colocó una malla de rafia dejándonos una densidad de 70 plantas por metro cuadrado (figura 10), durante el desarrollo del cultivo se fue subiendo esta malla para que sirva de soporte de las flores hasta la altura de los botones.

Figura 10.

Trasplante de plántulas de lisianthus.



3.4.4 Desarrollo del cultivo

El desarrollo vegetativo comenzó desde el día 30 al 60, es recomendable mantener el suelo con bastante humedad, a partir de los 60 días el desarrollo de la planta empieza hacer sombra sobre la cama donde está establecida, en esta etapa de desarrollo el cultivo es muy susceptible por lo que el riego debe de ser realizado con mucho cuidado para evitar altos índices de mortalidad. Después de los 90 días empieza con la formación de botones, la planta alcanza un buen desarrollo, en esta etapa del cultivo los riegos se redujeron al mínimo realizándolos con menos frecuencia.

3.4.5 Floración

Al inicio de la floración aparece un botón el cual es eliminado con la finalidad de uniformizar la floración y tener de 2 a 3 flores abiertas al mismo tiempo debido a que en la cosecha es lo que se busca para darle una mejor presentación al paquete.

3.4.6 Aplicación de microorganismos

La aplicación de los microorganismos estuvo determinada por una aplicación semanal con intervalos de 7 días por cada tipo de control, estas aplicaciones se realizaron durante 12 semanas, una vez comenzada con la cosecha se dejó de realizar las aplicaciones. El método de aplicación y las dosis que se utilizaron fueron realizadas de la siguiente forma.

Figura 11.

Productos de los microorganismos utilizados en la investigación.



- **Tratamiento biológico**

Semana 1:

[*Trichoderma viride* + *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces* sp. *Bacillus* sp. a una dosis de (8 cc/ 18 m² Semana 1) de cada uno de los microorganismos]

Semana 2, 5, 8, 11:

Trichoderma viride + *Trichoderma harzianum*, a una dosis de (4 cc/18 m²)

Semana 3, 6, 9, 12:

Paecilomyces a una dosis de (4 cc/18 m²)

Semana 4, 7, 10:

Bacillus sp. (4 cc/18 m²)

- **Tratamiento biológico + biol**

Semana 1:

[*Trichoderma viride* + *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces* sp. *Bacillus* sp. a una dosis de (8 cc/24 m) de cada uno de los microorganismos + Biol (200 cc/18 m²)]

Semana 2, 6, 10:

Trichoderma viride + *Trichoderma harzianum*, a una dosis de (4 cc/18 m²)

Semana 3, 7, 11:

Paecilomyces sp. a una dosis de (4 cc/18 m²)

Semana 4, 8, 12:

Bacillus sp. a una dosis de (4 cc/18 m²)

Semana 5, 9:

Biol a una dosis de (200 cc/18 m²)

Figura 12.

Preparación y aplicación de microorganismos.



3.4.7 Cosecha

El corte de los tallos de Lisianthus se realizó pasado las 13 semanas, no se debe cosechar cuando presenta demasiadas flores abiertas, debido a que se puede producir daños durante la manipulación y el transporte y su duración de vida en florero es menor.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presencia de microorganismos en el suelo

Como se muestra en la Tabla 11, a los 0 días existió presencia de *Fusarium* sp. y *Trichoderma* sp. en los tres tratamientos, teniendo en cuenta que la primera muestra de suelo se tomó 15 días después de la desinfección con Agrocelhone. Cabe destacar que a lo largo de los 80 días *Trichoderma* sp. es el único microorganismo que se encuentra presente en los tres tratamientos, esto se debe a la compatibilidad con los fungicidas como lo menciona Muiño et al. (2001) en su investigación, donde realizó ensayos con los fungicidas metalaxil y oxiclورو de cobre fueron compatibles con diferentes sepas de este microorganismo si causar mortalidad.

En el caso de *Paecilomyces* sp. no se encuentra presente en el Testigo, pero si en el TB y TB+B a los 40 y 80 días. Por otra parte, *Bacillus* sp. fue el único agente biológico que no se encontró en los análisis de suelo realizados, esto se debe a la incompatibilidad del microorganismo con los fungicidas utilizados como lo mencionan Eeden y Korsten (2004) que el efecto de la aplicación de oxiclورو de cobre en aguacate sobre la habilidad antagonista de este biocontrolador se ve mermada debido a que inhibe el crecimiento del microorganismo, razón por la cual *Bacillus* spp. no se encontró en los análisis de suelo.

Lo que respecta a los microorganismos patógenos se encontraron dos, el primero *Fusarium* presentándose a los 0 y 80 días en el testigo, a los 0, 60, 80 días en el TB y en el TB+B a los 0, 20 y 60 días tomadas las muestras. El segundo *Cladosporium* sp. apareciendo en el TB en los días 60 y 80, para el TB+B solo se presenta a los 40 días, caso contrario al testigo donde este patógeno de no se presentó.

Tabla 11.*Presencia de microorganismos en los tratamientos estudiados*

Dds	Nivel	<i>Fusarium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Paecilomyces</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Trichoderma</i>
0	Testigo	✓	X	X	X	✓
20	Testigo	X	X	X	X	✓
40	Testigo	X	X	X	X	✓
60	Testigo	X	X	X	X	✓
80	Testigo	✓	X	X	X	✓
0	TB	✓	X	X	X	✓
20	TB	X	X	X	X	✓
40	TB	X	X	✓	X	✓
60	TB	✓	✓	X	X	✓
80	TB	✓	✓	✓	X	✓
0	TB+B	✓	X	X	X	✓
20	TB+B	✓	X	X	X	✓
40	TB+B	X	✓	✓	X	✓
60	TB+B	✓	X	X	X	✓
80	TB+B	X	X	✓	X	✓

Nota: TB+B(Tratamiento biológico con biol); TB(Tratamiento biológico)

Para determinar el número de unidades formadoras de colonias (ufc), se realizaron diluciones seriadas en el caso de la primera muestra tomada a los 0 días, con código BSB-2288, presentó 2.0×10^8 ufc/g de bacterias, 6.3×10^5 ufc/g de hongos y 3.7×10^6 ufc/g de actinomicetes. En los tres tratamientos se presentaron los mismos resultados (Anexo 1).

En la segunda muestra tomada a los 20 días el testigo con código BSB-2289, presentó 9.0×10^8 ufc/g de bacterias, 1.8×10^4 ufc/g de hongos y actinomicetes siendo estos menores a los presentados por el Tratamiento biológico BSB-2290, que fueron de $9,9 \times 10^8$ ufc/g bacterias, 9.0×10^4 ufc/g de hongos y 2.1×10^5 ufc/g. El Tratamiento biológico + biol BSB-2292, fue el que mayor número de ufc presento siendo estos 1.0×10^9 ufc/g de bacterias, 6.3×10^5 ufc/g de hongos y 9.0×10^5 ufc/g actinomicetes (Anexo 1 y 2).

A los 40 días en la que se tomó la tercera muestra el Tratamiento biológico + biol BSB-2310, fue el que mayor número de ufc presentó en el caso de bacterias y actinomicetes con 6.3×10^8 ufc/g y 6.3×10^6 ufc/g respectivamente, en el caso de los hongos las ufc fue de 5.0×10^5 ufc/g menor al presentado por el Tratamiento biológico BSB-2309, con 5.4×10^5 ufc/g, para las baterías fue de 4.5×10^8 ufc/g y en los actinomicetes fue 3.0×10^6 . Finalmente, el Testigo BSB-2308, presento la menor población de microorganismos con 1.4×10^8 ufc/g de bacterias, 2.7×10^4 ufc/g de hongos y 1.2×10^6 ufc/g actinomicetes (Anexos 3 y 4).

La cuarta muestra tomada a los 60 días el Testigo BSB-2306, presentó mayor población de microorganismos que a los 40 días con 9.0×10^8 ufc/g de bacterias, 3.6×10^5 ufc/g de hongos y 5.9×10^6 ufc/g actinomicetes, por otra parte, la del Tratamiento biológico BSB-2307, fue de 9.0×10^8 ufc/g de bacterias, 9.0×10^5 ufc/g de hongos y 2.8×10^6 ufc/g actinomicetes. Por último, el Tratamiento biológico + biol BSB-2322, mostró un aumento de microorganismos con 8.1×10^8 ufc/g de bacterias, 7.2×10^5 ufc/g de hongos y una disminución de los actinomicetes 2.7×10^6 ufc/g con respecto a los resultados obtenidos en la muestra anterior (Anexos 5 y 6).

Finalmente, la quinta muestra tomada a los 80 días en al caso del Testigo BSB-2320, la población de microorganismos fueron de 9.2×10^8 ufc/g de bacterias, 2.7×10^5 ufc/g de hongos y 2.3×10^5 ufc/g actinomicetes, los resultados del Tratamiento biológico BSB-2321, fueron 7.2×10^8 ufc/g de bacterias, 3.0×10^5 ufc/g de hongos y 1.5×10^6 ufc/g actinomicetes y el Tratamiento biológico + biol 9.0×10^8 ufc/g de bacterias, 6.3×10^5 ufc/g de hongos y 2.0×10^6 ufc/g actinomicetes (Anexos 7 y 8).

Para el Testigo, en el caso de las bacterias la población fue mayor a los 80 días con 9.2×10^8 ufc/g de bacterias a los 0 días los resultados fueron 2.0×10^8 ufc/g. Por otra parte, con los que

respecta a los hongos y actinomicetes los resultados de la última muestra fueron menores que al inicio.

En el Tratamiento biológico, la población de bacterias fue mayor a los 80 días que a los 0 días, caso contrario a los resultados obtenidos en hongos y actinomicetes siendo menores en la última muestra y mayores en la primera. Por otra parte, el Tratamiento biológico + biol presento una mayor población de bacterias a los 80 días que a los 0 días, en el caso de los hongos los resultados a los 0 y 80 días son iguales con 6.3×10^5 ufc/g y la población de actinomicetes fue mayor en la primera muestra a los 0 días.

4.2 *Botrytis* sp.

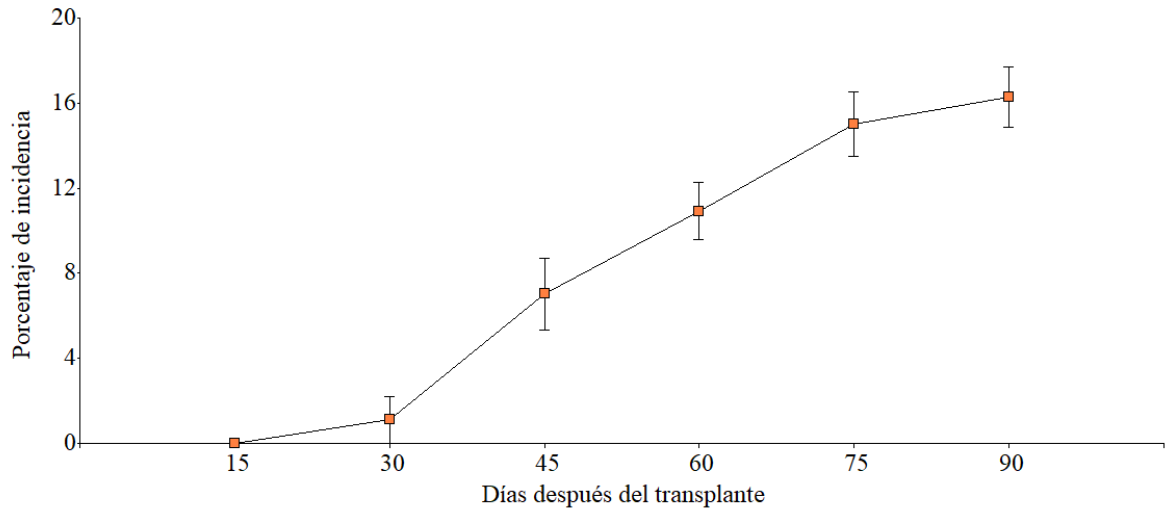
4.1.1 Incidencia

El análisis de datos no paramétricos con las pruebas de Friedman, indican que no existe una interacción ni un efecto de tratamiento ($H=0.32$; $p=0.3679$) y existe una diferencia en tiempo ($H=38.85$; $p<0.0001$). En la Figura 13 se puede observar a medida que pasa el tiempo se va teniendo un incremento de incidencia de *Botrytis* sp. teniendo un 0% a los 15 días, 3.33% a los 30, a los 45 días la incidencia es del 7.78%, del 10% a los 60, del 15.56% a los 75 y finalmente a los 90 días el porcentaje es de 17.22%. Estos valores difieren completamente a los obtenidos por Toral (2019) que en su estudio evaluó el control biológico de *Botrytis* sp. mediante la utilización de *Bacillus* sp. en plantas de fresa y tomate llegando a reducir la incidencia de la enfermedad hasta en un 65%, caso contrario al de este estudio donde la aplicación de microorganismos no tuvo un efecto.

En la investigación realizada por Merchán et al. (2014) en la que se evaluó el efecto de *Trichoderma harzianum* y *T. lignorum* en el control de *Botrytis cinerea* en plantas de fresa, en el cual la incidencia de la enfermedad alcanzó un 33% y de un 60% en el testigo.

Figura 13.

Porcentaje de incidencia de Botrytis sp. en hojas después del trasplante.



Nota: C.V: 87.77%

La Tabla 12, el análisis de varianzas determinó que para la variable porcentaje de tallos con botrytis, el nivel (GL= 2; F= 3,94; P= 0,1134) no presenta diferencia significativa al existir tan solo el 1% de diferencia, obteniendo así que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 12.

Análisis de varianza del porcentaje de tallos con Botrytis sp.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad del error	F-value	p-value
Nivel	2	4	3,94	0,1134

Nota: C.V: 26.36

4.1.2 Severidad

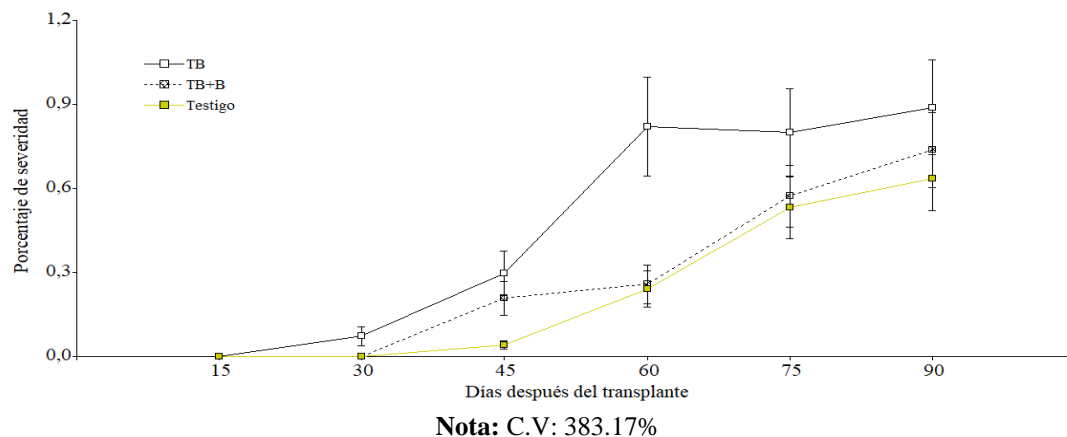
En el análisis de datos no paramétricos con pruebas de Friedman, muestran que existen una interacción entre los días posterior al trasplante y los niveles de aplicación (H=41.11; p= >0.0451). La Figura 14, muestra que a los 15 días transcurridos después del trasplante no se

presentó severidad en los tres tratamientos, a los 30 días el TB tuvo 0.07% de severidad a diferencia de los otros dos tratamientos que siguen manteniendo su tendencia. El TB a los 45 días aumento a 0.30%, el TB+B 0.21% y el Testigo a 0.04%. A los 60 días TB incrementa a 0.82% al igual que TB+B y el Testigo con 0.26 y 0.24% respectivamente.

El TB a los 75 días muestra una disminución al 0.80%, caso contrario con el TB+B que aumenta a 0.57% y el Testigo a 0.53%. Finalmente, a los 90 se da un crecimiento, el TB a 0.89%, el TB+B a 0.74% y el Testigo a 0.64%. Cabe mencionar que a lo largo de los 90 días el porcentaje de severidad de los tres tratamientos no sobrepasa el 1%. Los resultados obtenidos difieren a los de Toral (2019) donde logro reducir los daños hasta en un 60 % en plantas de fresa y tomate mediante la utilización de *Bacillus* spp. en el control de *Botrytis* sp.. Por otra parte, Merchán et al., (2014) mediante la utilización *Trichoderma harzianum* y *T. lignorum* lograron reducir en un 32% los daños de las plantas.

Figura 14.

Porcentaje de severidad de Botrytis sp. después del trasplante



4.3 *Peronospora sparsa*

4.3.1 Incidencia

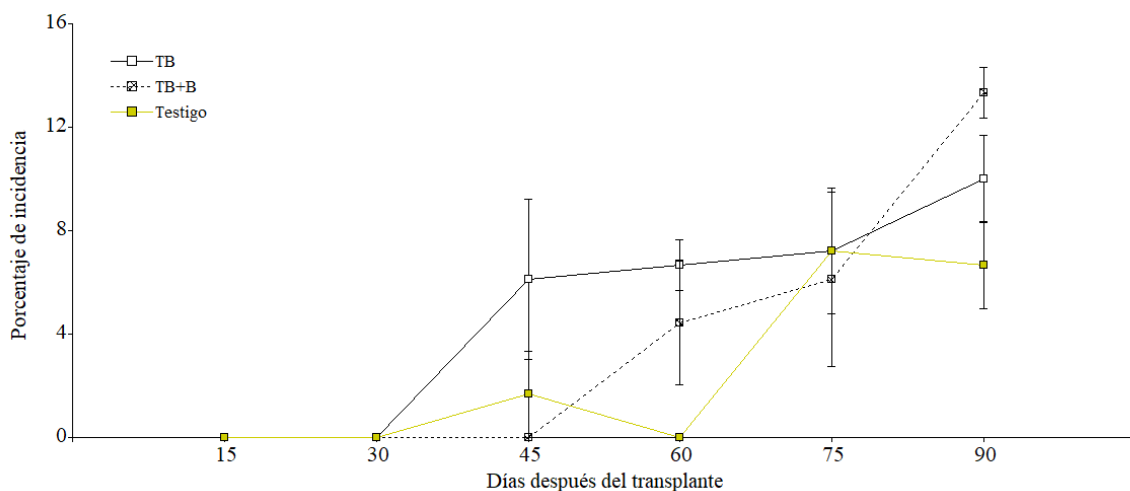
En el análisis de datos no paramétricos con pruebas de Friedman, muestran que existen una interacción entre los días posterior al trasplante y los niveles de aplicación ($H=34.79$; $p=$

0.0008). En la Figura 15, se observa que durante los 15 y 30 días posteriores al trasplante no se presentó incidencia de *P. sparsa*, a diferencia que a los 45 días se da un incremento del Testigo y TB del 1.67 y 6.11 respectivamente. A los 60 días el TB creció a 6.67%, no obstante, el TB+B aumento a 4.44% de incidencia, además de que el Testigo presento una disminución al 0%.

Nuevamente a los 75 días el TB presento un incremento de 7.22% con respecto a los 60 días, caso contrario con el Testigo que fue el que mayor incremento presento llegando a un 7.22%, el TB+B fue el que menos incidencia presento en estos días con un 6.11%, en los 90 días el TB+B vuelve a presentar un incremento de 13.33% superando a TB que tuvo 10% de incidencia y el Testigo termino con el 6.67%.

Figura 15.

Porcentaje de incidencia de *P. sparsa* después del trasplante.



Nota: C.V: 123%

Estos resultados no se asemejan a los obtenidos por Yáñez y López (2018) los cuales evaluaron la efectividad de la aplicación de *Bacillus* sp., Mulch y *Trichoderma* spp. con el fin de controlar la incidencia de *P. sparsa* en cultivos de lechuga, cuyos resultados de la aplicación de *Bacillus* sp.+Mulch+*Trichoderma* spp. fueron de 3.25% a los 15 días, 4.25% a los 30 días y de 5.50% a los 45 días siendo valores inferiores a los obtenidos en esta investigación al termino de los 90 días.

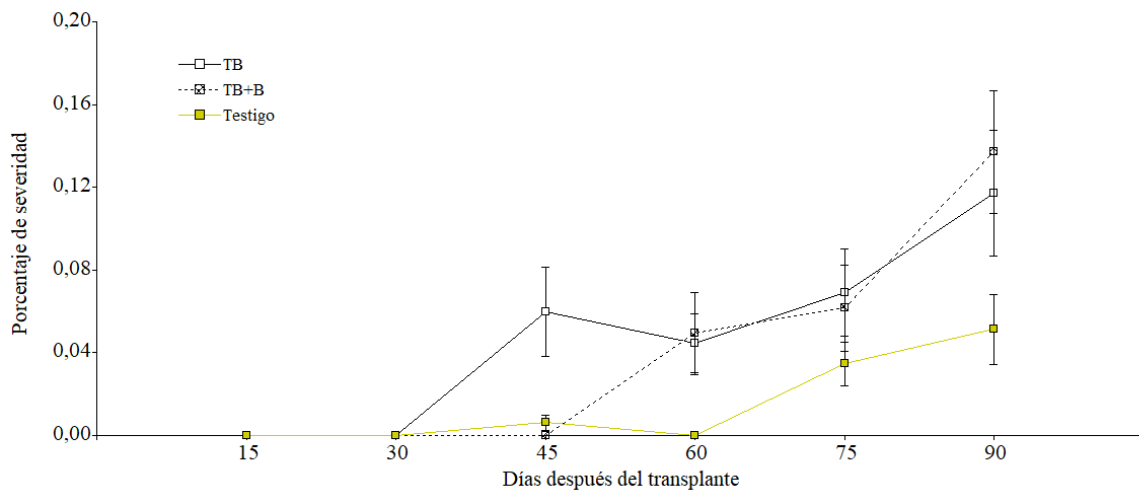
4.3.2 Severidad

En el análisis de datos no paramétricos con pruebas de Friedman, muestran que existen una interacción entre los días posterior al trasplante y los niveles de aplicación ($H=16,32$; $p=0,0433$). En la Figura 16, se puede observar que a los 15 y 30 días posteriores al trasplante no se presentó *P. sparsa*. A diferencia de los 45 días, en donde el TB es el que presenta mayor severidad con diferencia del 0.06% con respecto a los otros tratamientos.

Para los 60 días, el TB se reduce al 0.04% y el TB+B se incrementa al 0.05% llegando a hacer superiores al Testigo que presenta 0 % de severidad. Subsiguientemente a los 75 días el TB y TB+B se incrementa 0.07 y 0.06 por ciento, en el caso del Testigo su aumento fue de 0.03%, siendo los tres tratamientos similares. Finalmente, a los 90 días se incrementan los tres tratamientos siendo el TB y TB+B superiores con 0.12 y 0.14% con respecto al Testigo que presento 0.05% de severidad.

Figura 16.

Porcentaje de severidad de P. sparsa después del trasplante.



Nota: C.V: 591.66 %

4.4 Mortalidad de *Fusarium* sp.

En la Tabla 13, el análisis de varianzas determina que para la variable mortalidad de fusarium, la interacción dds: nivel (GL=10; F=5.05; P=0.0002) presenta diferencia significativa denotando que si existe una interacción entre las dos variables trabajando de manera conjunta.

Tabla 13

Análisis de varianza de la mortalidad de Fusarium sp.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad del error	F-value	p-value
Dds	5	34	80.24	<0.0001
Nivel	2	34	3.30	0.0492
dds:nivel	10	34	5.05	0.0002

Nota: C.V:62.10%

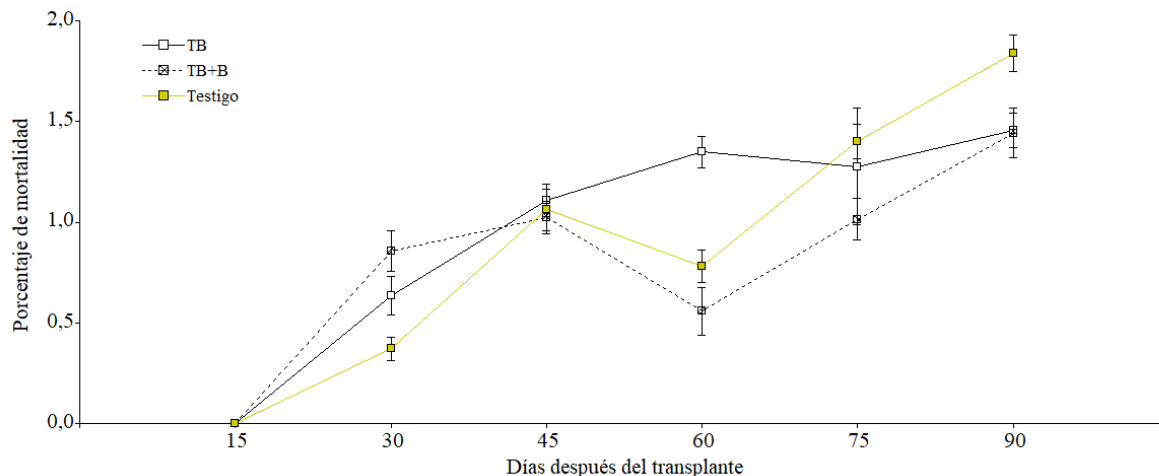
En la Figura 17, se muestra que la mortalidad no se presentó a los primeros 15 días en los tres tratamientos, no obstante, esto cambia a los 30 días llegando a darse que el TB+B presenta 0.86% seguido de TB con 0.64% y por último el T con 0.37%.

Con respecto a los 45 días los tres tratamientos presentan un incremento de 1.11% para TB, 1.02% del TB+B y 1.06% en el Testigo siendo similares los tres. Para los 60 días, T y TB+B muestran una disminución a 0.78 y 0.56% respectivamente, en el caso del TB se incrementa a 1.35%.

A los 75 días el TB tiende a disminuir a 1.28%, por otra parte, el Testigo y el TB+B incrementa a 1.40 y 1.02% respectivamente siendo similares los tres. Por último, a los 90 días los tres tratamientos tienden a incrementarse siendo el Testigo el que presenta mayor mortalidad con 1.84%, el TB y el TB+B presentaron valores muy similares de 1.45 y 1.44%. Destacando que el porcentaje de mortalidad en los tres tratamientos no sobrepasa el 2%.

Figura 17.

Porcentaje de mortalidad de Fusarium sp. después del trasplante.



Cabe destacar que los tratamientos TB y TB+B presentaron menor mortalidad de *Fusarium* con respecto al Testigo, Por otra parte, Silva (2018) en su investigación, evaluó el efecto antagónico combinado de *Trichoderma spp.* y *Bacillus spp.* contra *Fusarium oxysporum* en uvilla, llegando a obtener más del 50% de inhibición del patógeno. En su uso individual como lo menciona Constanza *et al.* (2011) *Bacillus spp.* presenta efectos biocontroladores inferiores al 50% bajo condiciones de invernadero sobre *Fusarium spp.* en romero. Estos resultados son inferiores a los obtenidos en esta investigación, que se logró alcanzar mortalidades de 1.45 y 1.44% en los tratamientos TB y TB+B.

En otro estudio, Ureba (2016) encontró que, utilizando la aplicación de enmiendas y solarización, reduce de manera significativa la mortalidad de *Fusarium sp* en un porcentaje del 86 al 99%, semejantes a los obtenidos en este estudio. Evitando así en uso de desinfectantes químicos como el Agrocelone que está formado por ingredientes activos que su utilización se encuentra prohibida en la Unión Europea y USA.

4.5 Calidad del tallo

La calidad del tallo en este caso se encuentra determinada por la longitud del tallo cosechado o largo de la vara.

4.5.1 Longitud del tallo

En la Tabla 14, el análisis de varianzas determina que para la variable longitud del tallo, la variable nivel (GL=2; F=295.78; P=<0.0001) presenta diferencia significativa.

Tabla 14

Análisis de varianzas de la longitud del tallo.

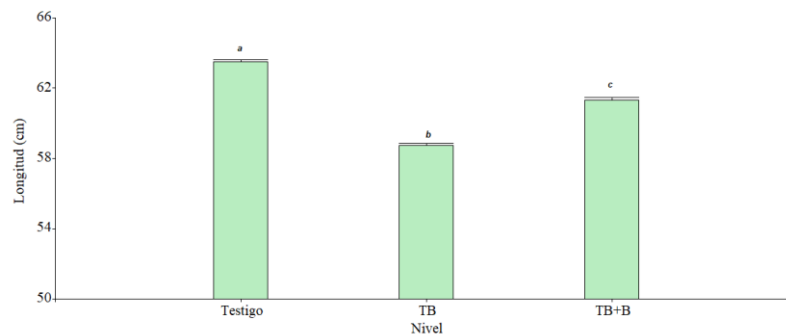
Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad del error	F-value	p-value
Nivel	2	10534	295.78	<0.0001

Nota: C.V: 13.81%

En la Figura 18, el Testigo muestra tener una mayor longitud con una media de 63 cm dos centímetros más que el tratamiento TB+B con 61 cm, y 5 cm más que el TB es el que menor longitud presento con 58 cm.

Figura 18.

Longitud de tallo en centímetros.



Estos resultados son similares a los obtenidos por De la Riva et al. (2013) que llegó a obtener valores con medias de 68 cm en su mayor longitud y de 58 cm en los de menor en la flor de

Lisianthus, estos datos son similares a los obtenidos en esta investigación, donde el Testigo tuvo una media de 63cm, el TB+B 61 cm y el TB 58cm. A diferencia a los resultados obtenidos existiendo una diferencia notable por Monsalves (2015) el cual realizó estudios aplicando ácido giberélico estimulando el crecimiento hasta 5 cm más.

El largo del tallo es un indicador de suma importancia durante el proceso de comercialización, Gill et al. (2003) señalan que los parámetros comerciales respectivos a la longitud de los tallos florales de Lisianthus van de 40 a 50 cm y de 60 a 90 cm, dando que los resultados obtenidos en los tres tratamientos se encuentran dentro de los rangos óptimos de calidad para el mercado extranjero.

4.6 Rendimiento a la cosecha

En la Tabla 15, el análisis de varianzas indicó que no existe diferencias significativas entre los niveles para la variable rendimiento (tallos/m²), (GL=2; F=5.46; P=0.0419).

Tabla 15

Análisis de varianzas del rendimiento en la producción de lisianthus.

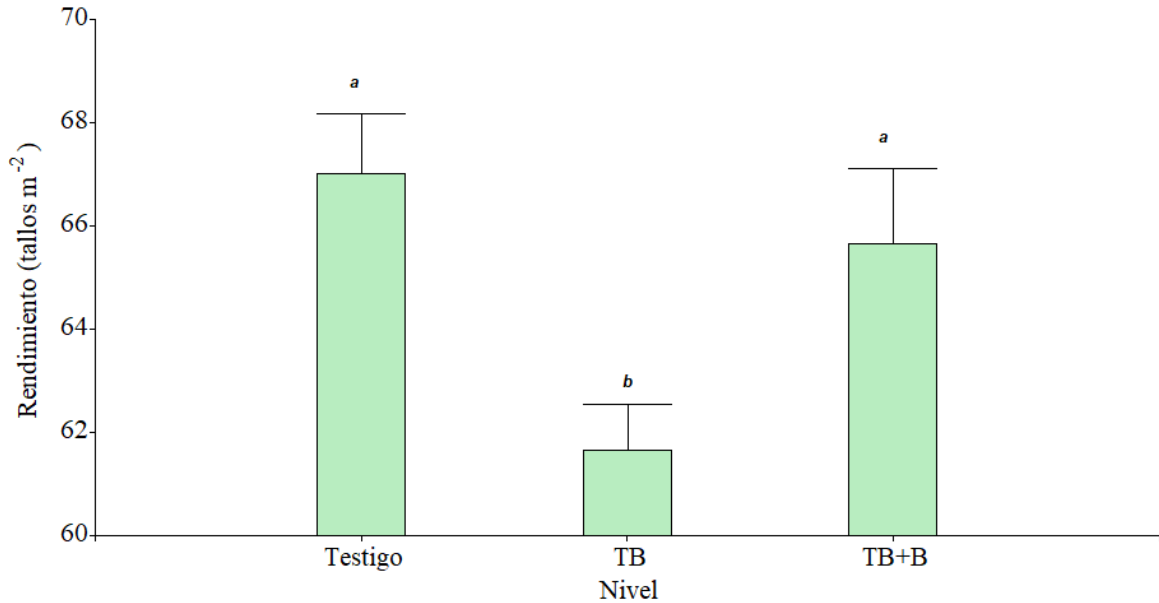
Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad del error	F-value	p-value
Niveles	2	4	5.46	0.0419

Nota: C.V: 4.63

En la Figura 19, se observa que el Testigo y el TB+B no presentaron diferencias significativas, sin embargo, existe una diferencia de dos tallos 67 y 65 tallos/m², teniendo una diferencia de 6 y 4 tallos/ m² respecto al TB que obtuvo una media de 61 tallos cosechados por metro cuadrado.

Figura 19.

Rendimiento de tallos/m² de los tratamientos estudiados.



Los resultados obtenidos del rendimiento se asemejan a los obtenidos por Ben Hamo et al. (2010) quienes obtuvieron un rendimiento de 69 tallos cosechados por metro cuadrado en su tratamiento más efectivo y de 37 tallos/m² para el menos productivo, sin embargo, en este estudio alcanzamos 67 tallos/m² en el Testigo, 65 en el TB+B y 61 en el TB.

Por otra parte, Landero (2020) nos menciona obtuvo un incremento en el rendimiento del 38% inoculando sepas de *Trichoderma harzianum* mientras que el testigo presentó porcentajes inferiores dando por entendido que el tratamiento inoculado presenta mayores beneficios. Esto contrasta con respecto a esta investigación, donde los tratamientos obtuvieron porcentajes de rendimiento del 89% del Testigo, 87% para TB+B y 82% TB.

4.8 Costos de producción

La tabla 16 muestra los costos totales de producción de *Lisianthus* bajo invernadero, utilizando un área de 54 m² tomando en cuenta que en esta superficie se trasplantaron 3780 plántulas por cada tratamiento. En el caso de TB (*Trichoderma harzianum* + *T. viride*, *Paecilomyces* sp. y *Bacillus* sp.), tuvo un costo de USD 1587.3 Respecto al costo del TB+B (*Trichoderma*

harzanium + T. viride, Paecilomyces sp., Bacillus sp. y Biol) fueron ligeramente inferiores con un valor de USD 1544.3 como se muestra en la tabla 16 y 17. Los costos de estos dos tratamientos son menores al Testigo debido a que no se realizó la aplicación de fungicidas en el desarrollo de la flor, por ende, el coste de este fue de USD 1740.9 como se refleja en la tabla 18.

Tabla 16.

Costos de producción del tratamiento TB

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario en USD	Valor total en USD
A. Costos directos				
1. Insumos				
Plántulas	Plántula	3780	0.25	945
Mallas	Malla	3	14	42
Tricomix	Litro	6	9.20	55.20
Bioriz	Litro	5	9.20	46
Baluz	Litro	5	14.50	72.5
Fertilizantes Químicos	Kg	40	3	120
Aditivos	Litros	1	10	10
Fumigación (Agrocelone)	Kg	3	7	21
2. Mano de obra				
Elaboración de cama	Jornal	3	20	60
Trasplante	Jornal	1	20	20
Riego	Jornal	1	20	20
Fertilización	Jornal	1	20	20
Prácticas culturales	Jornal	3	20	60
Drench	Jornal	1	20	20
	Subtotal			1511.7
B. Costos indirectos				
Imprevistos 5%				75.60
	Total			1587.3

En la tabla 16 se muestran los costos directos e indirectos que se utilizaron en el Tratamiento Biológico, teniendo en cuenta el total de gastos obtenidos en la compra de los insumos y en la mano de obra.

Tabla 17.*Costos de producción del tratamiento TB+B*

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario en USD	Valor total en USD
A. Costos directos				
1. Insumos				
Plántulas	Plántula	3780	0.25	945
Mallas	Malla	3	14	42
Tricomix	Litro	5	9.2	46
Bioriz	Litro	4	9.2	36.8
Baluz	Litro	4	14.5	58
Biol	Litro	4	3	12
Fertilizantes Químicos	Kg	40	3	120
Aditivos	Litros	1	10	10
Fumigación (Agrocelone)	Kg	3	7	21
2. Mano de obra				
Elaboración de cama	Jornal	3	20	60
Trasplante	Jornal	1	20	20
Riego	Jornal	1	20	20
Fertilización	Jornal	1	20	20
Prácticas culturales	Jornal	3	20	60
	Subtotal			1470.8
B. Costos indirectos				
Imprevistos 5%				73.5
	Total			1544.3

En la tabla 17 se muestran los costos directos e indirectos que se utilizaron en el Tratamiento Biológico más Biol, teniendo en cuenta el total de gastos obtenidos en la compra de los insumos y en la mano de obra que fueron de \$1470.8, además de observar la cantidad utilizada y su respectivo valor unitario, así como su costo total.

Tabla 18.*Costos de producción del tratamiento T*

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario en USD	Valor total en USD
C. Costos directos				
1. Insumos				
Plántulas	Plántula	3780	0.25	945
Mallas	Malla	3	14	42
Fungicidas	Litros	16	10	160
Insecticidas	Litros	16	10	160
Fertilizantes Químicos	Kg	40	3	120
Aditivos	Litros	1	10	10
Fumigación (Agrocelone)	Kg	3	7	21
2. Mano de obra				
Elaboración de cama	Jornal	3	20	60
Trasplante	Jornal	1	20	20
Riego	Jornal	1	20	20
Fertilización	Jornal	1	20	20
Prácticas culturales	Jornal	3	20	60
Fumigación	Jornal	1	20	20
	Subtotal			1658
B. Costos indirectos				
Imprevistos 5%				82.9
	Total			1740.9

En la tabla 18 se muestran los costos directos e indirectos que se utilizaron en el testigo, teniendo en cuenta el total de gastos, obtenidos en la compra de los insumos de manera general y en la mano de obra que fueron de \$1658, además de observar la cantidad utilizada y su respectivo valor unitario, así como su costo total y el dinero utilizado en los imprevistos.

Se realizó un análisis de beneficio/costo, con el fin de desarrollar un acertado análisis económico de la investigación, tomando en cuenta los costos de producción por cada tallo de *Lisianthus* son de 0.33 ctv.

Tabla 19.

Análisis B/C de los tratamientos estudiados.

Tratamiento	Tallos cosechados	Egresos	Ingresos	Beneficio/Costo
TB	3352	1587.3	6704	1.31
TB+B	3563	1544.3	7126	1.27
T	3624	1740.9	7248	1.31

Por otra parte, en la Tabla 19 se observa que los tratamientos TB, TB+B y Testigo tienen un valor de beneficio/costo superior a uno, que en referencia a lo estipulado por Chuya (2019), menciona que cuando el valor del B/C es mayor a uno determina que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0.31, 0.27 y 0.31 respectivamente en los tratamientos TB, TB+B y Testigo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Cuando se realizó el análisis de suelo correspondientes, se evidenció la presencia de microorganismos patógenos al igual que benéficos antes y después del desarrollo del estudio. Destacando que *Trichoderma* sp. se encontró presente a lo largo de todo el tiempo en los tratamientos, Por otra parte, a pesar de la desinfección del suelo con agrochelone, si existió presencia de *Fusarium* sp. en la finca además de *Cladosporium*. Al comparar la flora microbiana se evidenció que, en el caso de las bacterias, su presencia era mayor al final de la investigación en los tres tratamientos, en el caso de los hongos, el testigo y el tratamiento biológico fue superior al inicio, por parte del tratamiento biológico más biol el número de microorganismos termino siendo igual, finalmente en los actinomicetes hubo una mayor presencia al comienzo.
- La utilización de microorganismos para el control de enfermedades fue diferente, en el caso de *Botrytis* sp. no hay un efecto, por lo cual la aplicación de microorganismos en la incidencia y severidad es superior en la mayoría de tiempo. En Velloso esta tendencia se repite llegando el Testigo a obtener resultados de 6.67 % de incidencia y 0.05 % de severidad al finalizar el estudio inferior a los otros tratamientos. En cambio, con *Fusarium* sp. al final del experimento, la aplicación de control biológico presentó menor mortalidad esta fue de TB 1.45 %, TB+B 1.44 % y 1.84 en el manejo convencional.
- Con respecto a los costos de producción de los tratamientos, estos fueron evaluados mediante el benéfico/costo donde TB(*Trichoderma* sp.+*Bacillus* sp.+*Paecilomyces* sp.) y TB+B (*Trichoderma* sp.+*Bacillus* sp.+*Paecilomyces* sp.+ Biol) y el Testigo mostraron ser económicamente factibles.

5.2 Recomendaciones

- Realizar ensayos en donde se pueda evaluar las combinaciones de microorganismos con la utilización de fungicidas e insecticidas esto con el fin de mejorar la calidad de la flor y también poder controlar la incidencia de plagas y enfermedades que se puedan presentar durante todo el proceso.
- Continuar con la investigación de este tipo de microorganismos y de productos orgánicos para promover una producción limpia y sana sin residuos químicos que afecten al ecosistema y al medio ambiente.
- Realizar un seguimiento constante de los resultados y monitorear la efectividad de este programa de aplicación a lo largo del tiempo. Además, es importante ajustar la frecuencia y los tipos de biocontroladores según las condiciones específicas de su cultivo y la presión de enfermedades en su área.

REFERENCIAS

- Acurio, R. (2010). *Técnicas de prevención y control de Fusarium oxysporum f.sp. dianthi en Clavel Dianthus caryophyllus y su incidencia en la productividad* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1868>
- Agrofy News. (2020). *Incidencia y severidad: como se determina*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=WsPkrq8NMBM>
- Álvarez, P. I., García, R., Mora-Herrera, M., E., Salgado-Siclan, M. L. y Domínguez-Serrano, D. (2020). Identificación y alternativas de manejo del mildiu veloso en rosal. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(8), 1577-1589
- Álvarez-Romero, P. I., García-Velasco, R., Mora-Herrera, M. E., González-Díaz, J. G. y Salgado Siclán, M. L. (2013). Estado actual de *Peronospora sparsa*, causante del Mildiu Velloso en rosa (*Rosa* sp.). *Revista mexicana de fitopatología*, 31 (2), 113-125.
- Backes, F., Barbosa, J., Backes, R., Oliveira, J., y Massaki, M. (2005). 5. *Produção de lisianthus (Eustoma grandiflorum Shinn.) em vaso sob diferentes densidades de plantas*. Acta Scientiarum Agronomy, 27(2), 237-241. doi: 10.4025/actasciagron. v27i2.1709
- Baddi, M., y Abreu, J. (2006). *Control biológico una forma sustentable de control de plagas*. International Journal of Good Conscience. 1(1). 82-89
- Basallote, M., Vela, M., Capote, N., Melero, J., López, C., Prados, A. y Talavera, M. (2016). Control of Fusarium wilt of carnation using organic amendments combined with soil solarization, and report of associated Fusarium species in southern Spain. *Crop Protection*, 89, 184-192 <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.07.013>
- Ben Hamo, M., Kitron, M., Bustán, A. y Zaccai, M. (2010). Effect of shade regime on flower development, yield and quality in lisianthus. *Scientia Horticulturae*. 124(2), 248-253 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.030>

- Blevins, C. (2007). *Lisianthus Cut Flowers*. En Sakata. <https://sakataornamentals.com/wp-content/uploads/sites/2/2020/03/Lisianthus-Cut-Flower-0620-SAKATA.pdf>
- Blok, W., Lamers, J., Termorshuizen, A., y Bollen, G. (2007). *Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping*. *Revista Phytopathology*, 90(3), 253-259. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2000.90.3.253>
- Cano, M. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 14(2), 15-31 <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>
- Chuya Naula, J. A. (2019). *Análisis de los riesgos químicos a los que están expuestos los trabajadores en el área de producción de la Empresa Citera S. A.* [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/42093>
- Cajilema, A. (2006). *Diagnóstico internacional de flores frescas de corte y estudio de factibilidad de lisianthus (Lisianthus spp.) como alternativa de producción en la provincia de Córdoba, Argentina.* [Tesis de pregrado, Zamorano]. Repositorio institucional. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/996>
- Castillo, A., Avitia, E., Valdez, L. y Velázquez, J. (2017). Extracción nutrimental en lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 345-354. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.55>
- Castillo, A., Hernández, C., Pineda, J., Valdez, L., Trejo, L. y Avitia, E. (2018). Respuesta de lisianthus (*eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) cv. echo blue a diferentes dosis de nitrógeno. *Agro productibilidad*. 11(8), 13-18 https://www.researchgate.net/profile/Luis-Valdez-Aguilar/publication/327535102_NITROGEN_SUPPLY_IN_LISIANTHUS_Eustoma_grandiflorum_Raf_Shinn_CV_ABC2_LAVANDER/links/6072071b92851c8a7bba8dd2/NITROGEN-SUPPLY-IN-LISIANTHUS-Eustoma-grandiflorum-Raf-Shinn-CV-ABC2-LAVANDER.pdf
- Castro, D. M. (2016). *Prácticas agroecológicas en la producción de hortalizas y vegetales*. EUROCLIMA-IICA.

- Cong, Y., Hengda, F., Qunfei, M., Yan, L., Lei, X., Pengying, Z. y Kaoshan, C. (2019). Mixed culture fermentation between *Rhizopus nigricans* and *Trichoderma pseudokoningii* to control cucumber *Fusarium* wilt. *Crop Protection*. 124 <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104857>
- Constanza, L., Consuelo, L., Cuervo, J., Bautista, D., González, L. y Guevarra, M. (2011). Evaluación del efecto biocontrolador de *Bacillus* spp., frente a *Fusarium* spp., bajo condiciones de invernadero en *Rosmarinus officinalis* L. 8(13), 63-75. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/440/1113>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Escuela Politécnica Nacional. <https://www.cec-epn.edu.ec/wp-content/uploads/2016/03/Constitucion.pdf>
- Corrales, L., Caycedo, L., Gómez, M., Ramos, S. y Rodríguez, J. (2016). *Bacillus* spp: Una alternativa para la pomoción vegetal por dos caminos enzimáticos. 15(27) 15-30 <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v15n27/1794-2470-nova-15-27-00046.pdf>
- Da Silva, C. (2015). *Reguladores de crecimiento na formação de estacas foliares de lisianthus (eustoma grandiflorum shinn)*. [Tesis de pregrado, Universidad Federal Da Paraíba]. Repositorio institucional. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/3892>
- De la Riva, F., Mazuela, P., y Urrestarazu, M, (2013). Comportamiento productivo del lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) en el cultivo sin suelo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 19(2), 141-150 <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.01.003>
- Departamento de Botánica Instituto de Biología (IBUNAM). (2013). *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinners, ejemplar de: Herbario Nacional de México (MEXU), Plantas vasculares. En el Portal de Datos Abiertos UNAM, México, Universidad Autónoma de México <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.01.003>
- Díaz, G. (2017). *Germinación y producción de plántula de lisianthus (Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinners.) var Mariachi Blue, en mezcla de peatmoss y zeolita*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de México]. Repositorio institucional. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/67430>

- Eeden, M. y Korsten, L. (2004). Effect of additives and copper fungicide on *Bacillus subtilis* to control avocado (*Persea americana* Mill.) fruit diseases. Department of Microbiology and Plant Pathology. 27, 11-16
http://www.avocadosource.com/journals/saaga/saaga_2004/saaga_2004_pg_11-16.pdf
- Flores, S., Valdez, L., Castillo, A., y Avitia, E. (2018). Abastecimiento de nitrógeno en *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) CV. ABC2 Lavanda. *Agro productibilidad*. 11(8), 55-60. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1097/934>
- G-Fresh. (2017). *Lisianthus White Stars*. *Lisianthus White Stars*. <https://www.g-fresh.nl/en/news/20171228-lisianthus-white-stars>
- Gill, S., Blessington, T., Dutky, E., Balge, R., Ross, D., Rosenkranz, G., Butler, B., Klick, S. y Reeser, R. (2003). *Production of Lisianthus as a cut flower*. College of Agriculture and Natural Resources, Maryland Cooperative. [Maryland University State]. <http://www.yumpu.com/en/document/view/4558750/productionof-lisianthus-as-a-cut-flower-university-of-maryland>
- Gómez, C., y Egas, A., (2014). *Análisis histórico del sector florícola en el Ecuador y estudio de mercado para determinar su situación actual*. [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio institucional. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3323>
- González, D. (2015). *Calidad y vida poscosecha de (Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinners) cultivada con bacterias promotoras de crecimiento y cubierta con poli (acetato de vinilo-co-alcohol vinílico)*. [Tesis maestría, Centro de Investigación en Química Aplicada]. Repositorio institucional. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/30>
- Guanopatín, M. (2012). *Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa*. [Tesis grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/969>
- Guédez, C., Castillo, C., Cañizales, L., y Olivar, R. (2008). *Control Biológico: Una Herramienta para el Desarrollo Sustentable y Sostenible*. 7(13), 50-74

https://www.researchgate.net/publication/236852483_Control_Biologico_Una_herramienta_para_el_desarrollo_sustentable_y_sostenible

- Harbaugh, B. (2007). Lisianthus In: Anderson, N.O. (eds) *Flower breeding and genetics*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4428-1_24
- Hernández, D., Ferrera, R. y Alarcón, A. (2019). Trichoderma: Importancia agrícola, biotecnológica y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(1), <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>
- Homthong, M., Kubera, A., Srihuttagam, M., y Hongtrakul, V. (2016). Isolation and characterization of chitinase from soil fungi, *Paecilomyces* sp. *Agriculture and Natural Resources*, 50(4), 232-242 <https://doi.org/10.1016/j.anres.2015.09.005>
- Infante, D., Martínez, B., González, N., y Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de Trichoderma Frente a hongos fitopatógenos. *Revista de Protección Vegetal*, 24(1), 14-21. <http://revistas.censa.edu.cu/index.php/RPV/article/view/542>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2022). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*. Boletín técnico 04-2022-ESPAC. Dirección de estadísticas agropecuarias y ambientales. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Bolet%20t%C3%A9cnico.pdf
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA]. (2013). *Experiencias en el manejo de enfermedades ocasionadas por patógenos del suelo que afectan a cultivos de Flores de corte y flores*. https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/2691/INTA_CRBsAsNorte_EEASanPedro_Mitidieri_Francescangeli_eds_Curso_Sanidad_cvoIntens_mod4.pdf?sequence=2#page=50

- Landero, N., Lara, F., Rodríguez, A., Pérez, A., y Ortíz, A. (2020). *Trichoderma* as a possible mycoparasite of *Sporisorium reilianum* and its influence on maize yield, 7(20) <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.20.67345>
- Londero, F., Barbosa, J., Cecon, P., Grossi, J., Backes, R. y Finger, F. (2007). Cultivo hidropónico de lisianto para flor de corte em sistema de fluxo laminar de nutrientes. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 42(11), 1561-1566 <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007001100007>
- Maldonado B. & Contreras M. (2005). Lisianthus. Manejo del cultivo. *Tierra Adentro*, 60. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6144>
- Medina, F. (2015). Aspectos relativos al cultivo de lisianthus. *Revista Agropecuaria Granja*, 22,12-130. <http://anuariosatlanticos.casadecolon.com/index.php/GRANJA/article/download/9947/9456>
- Merchán-Gaitán, J. B., Ferrucho, R. y Álvarez-Herrera, J. (2014). Efecto de dos cepas de *Trichoderma* en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresas (*Fragaria* sp.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 44-56. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732014000100005
- Morocho, M. T. y Mora, M. L. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 100-101
- Monsalves, K. (2015). *Efecto de la aplicación de ácido giberélico sobre la floración de dos variedades de Lisianthus (Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinn)* [Tesis de Pregrado, Universidad de Chile]. [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148349/Monsalves-%20Efecto%20de%20la%20aplicaci%C3%B3n%20\(2015\).pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148349/Monsalves-%20Efecto%20de%20la%20aplicaci%C3%B3n%20(2015).pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Muiño, B., Sáenz, M., Stefanova, M., Porras, A. y Díaz I. (2001). Compatibilidad de *Trichoderma* spp. con plaguicidas y fertilizantes en el cultivo de tabaco. *Fitosanidad*. 5(2), 3-9 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209118260001>
- Ortiz, L., Rodríguez, L., Yerena, L., Leyva, S., y Tapia, M. (2022). Fusarium sp., agente causal de la marchitez vascular en cítricos y su sensibilidad a fungicidas. *Revista mexicana de fitopatología*, 40(1) <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2106-3>
- Padron, A., Villanueva, E., Cristobal, J., Garruña, R. & Moo, F. (2021). *Lisianthus una hermosa planta ornamental, poco conocida y de gran potencial*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2021/2021-02-11-APadron-Chan-et-al._Lisianthus.pdf
- Papone, M., Mata, D., Wicky, M., Karlanian, M., Barbaro, L. y Morisigue, D. (2011). *Evaluación de cuatro variedades de Lisianthus de corte, cultivados bajo cubierta, en dos años consecutivos en el Gran Buenos Aires*. Instituto nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA] https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-evaluacin_de_cuatro_variedades_de_lisianthus_de_corte.pdf
- Piedra, R. (2007). Manejo biológico de nematodos fitoparásitos con hongos y bacterias. *Revista Tecnología en marcha*, 21(1), 123-132. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1345
- Ramoa, M. (2016). Lisianthus una reina entre las flores. *Voces y Ecos*, 35,25-27 https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_voces_y_ecos_no_35_11lisianthus_una_reina_entre_las_flores.pdf
- Restrepo, F. (2020). *Manejo de Botrytis cinerea en Rosas*. 45-55
- Riis, L. (2020). *Biología y control del mildiu veloso en los tallos de rosas*. Red agrícola. <https://www.redagricola.com/co/biologia-y-control-del-mildiu-veloso-en-los-tallos-de-rosas/>
- Rodríguez, D. (2015). *Evaluación de resistencia en plantas de Lisianthus (Eustoma grandiflorum) por la aplicación exógena de afinina contra la infección de Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici y Botrytis cinerea*. [Tesis de grado, Universidad Autónoma

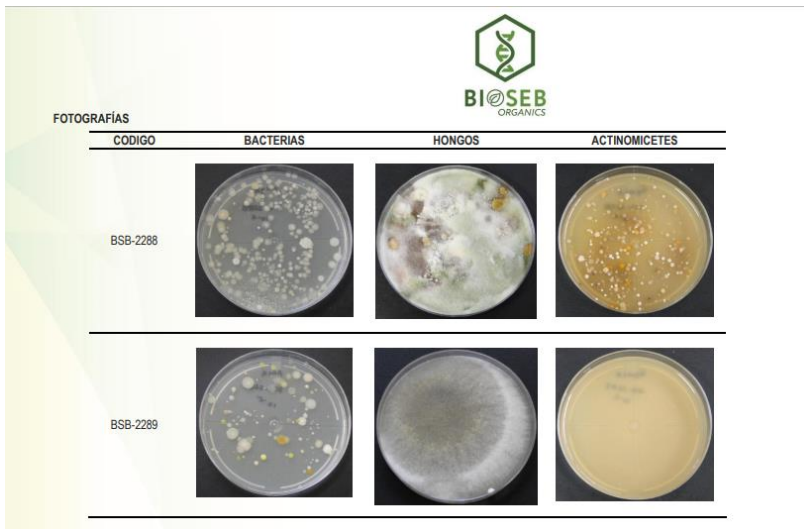
Agraria Antonio Narro]. Repositorio institucional.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7762>

- Infante Sabaté, D., Petroselli, G., Erra-Balsells, R., Audisio, M. y Pérez, C. (2020). *Beneficial effect of Bacillus sp. P12 on soil biological activities and pathogen control in common bean*. *Biological Control*. 141 <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104131>
- Salas, A. y Salazar, E. (2003). Importancia del uso adecuado de agentes de control biológico. *Acta Universitaria*. 13(1), 29-35 <https://www.redalyc.org/pdf/416/41613104.pdf>
- Salgado, C., Shiskoff, N., Daughtrey, M., Palmer, C. y Crouch, J. (2018). Downy mildew: a serious disease threat to rose health worldwide. *Plant Disease*, 102(10), 1873-1882 <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-17-1968-FE>
- Shimoyama, E., Maldonado, P., Contreras, J. y Gil, P., (2003). *Cultivo de Lisianthus (Eustoma grandiflorum) como flor de corte para la zona de Quillota*. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/40171>
- Silva, A. (2018). *Acción in vitro de Trichoderma spp. y Bacillus spp. como controladores biológicos conjuntos contra Fusarium oxysporum en uvilla (Physalis peruviana), ecotipo colombiano, en la sierra norte y centro del Ecuador*. [Tesis de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio institucional. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14680/Disertaci%20Final%20-%20Alexander%20Silva%20segunda%20correcci%20n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Thiruvengadam, M. y Yang, C. (2009). Ectopic expresión of two MADS box genes from orchid (*Oncidium Gower Ramsey*) and Lily (*Lilium longiflorum*) alters flower transition and formation in *Eustoma grandiflorum*. *Plant Cell Rep* 28, 1463–1473 <https://doi.org/10.1007/s00299-009-0746-7>
- Toral, L. (2019). *Control biológico de Btrytis por la cepa Bacillus sp. e implementaciones en la producción de plantas de interés agrícola*.

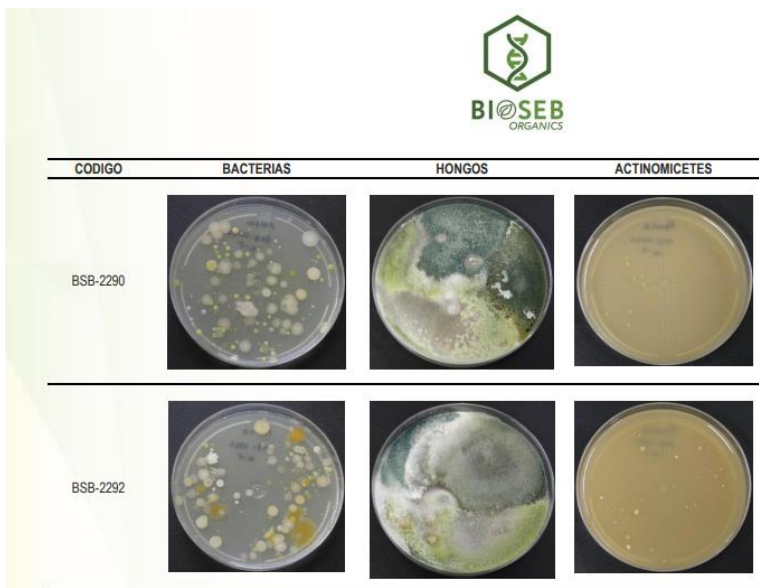
- Ureba, M.J., Vela, M.D., Capote, N., Vera, J., López, C., Prados, A. y Talavera, M. (2016). Control of Fusarium wilt of carnation using organic amendments combined with soil solarization, and report of associated Fusarium species in southern Spain. *Crop Protection*, 89, 184-192
- Viera, W., Tello, C., Martínez, A., Navia, D., Perdomo, C., Medina, L., Pincay, A., Báez, F., Vásquez, W. y Jackson, T. (2020). Control biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Revista de la Biosfera Selva Andina*, 8(2) <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2020.080200128>
- Villacide, J. y Corley, J. (2012). *Manejo Integrado de Plagas Forestales*. 15 https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-control_biologico_de_plagas.pdf
- Villanueva, E., Cristóbal, J., Garruña, R., Patrón, M. y Moo, F. (2021). Lisianthus una hermosa planta ornamental, poco conocida y de gran potencial. *Herbario CICY*, 13, 29-35. https://www.researchgate.net/publication/349236307_Lisianthus_una_hermosa_planta_ornamental_poco_conocida_y_de_gran_potencial
- Villarreal, M., Villa, E., Cira, L., Estrada, M., Parra, F. y Santos, S. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1), 95-130 <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>
- Yáñez, W. y López, H. (2017). *Aplicación de mulch, Bacillus sp. y Trichoderma spp. para el control de mildiu veloso (Bremia lactucae) en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa)* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/25021>
- Zhou, X., Li, C., Liu, L., Zhang, J., Cai, Z. y Huang, X. (2019). Control of Fusarium wilt of lisianthus by reassembling the microbial community in infested soil through reductive soil disinfestation. *Microbiological research*, 220, 1-11 <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.12.001>

ANEXOS

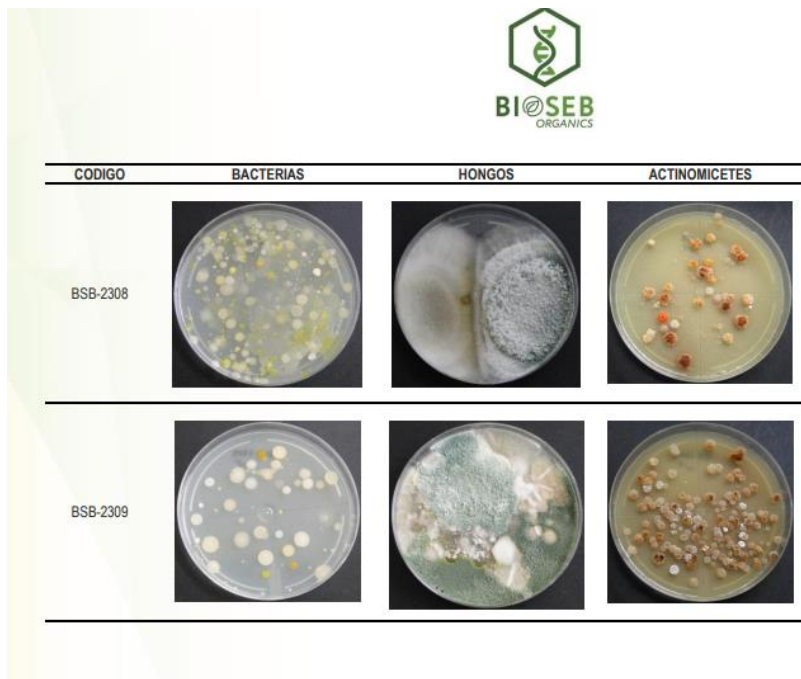
Anexo 1. Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.



Anexo 2. Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.



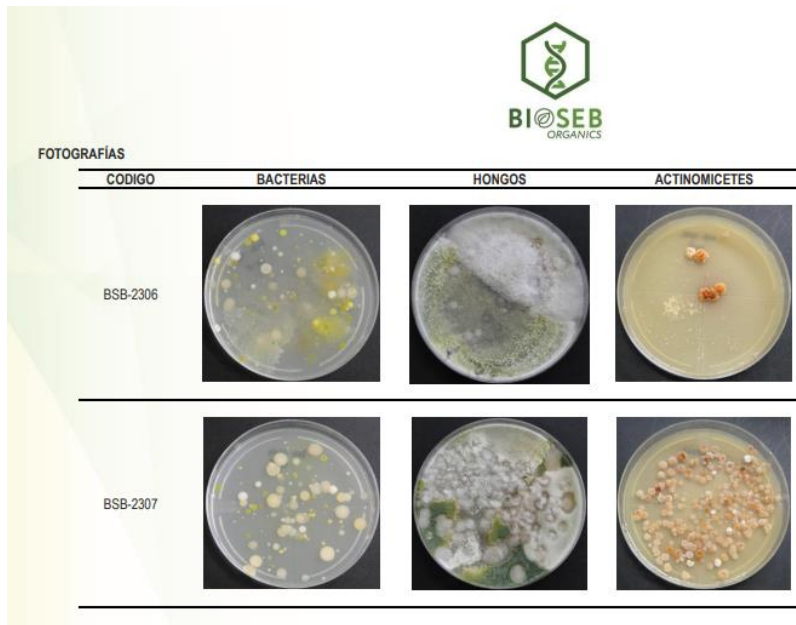
Anexo 3. *Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.*



Anexo 4. *Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.*



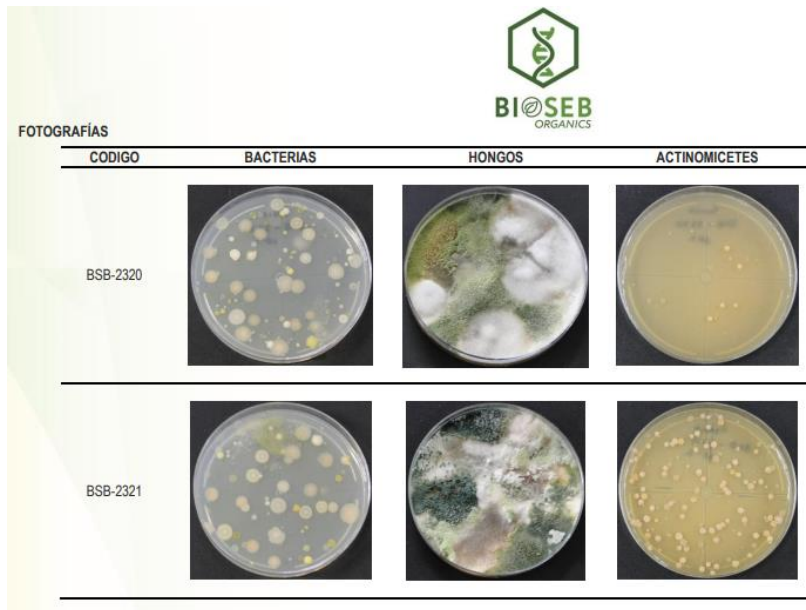
Anexo 5. *Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.*



Anexo 6. *Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.*



Anexo 7. *Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.*



Anexo 8. *Cultivos de bacterias, hongos y actinomicetes.*

