

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA AGROPECUARIA



“AGENTES BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE SEPTORIOSIS (*Septoria apiicola* Speg) EN EL CULTIVO DE APIO (*Apium graveolens* L.), IMBAYA, IMBABURA”

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

AUTORA:

Deysi Lisbeth Fernández Yacelga

DIRECTOR:

MSc. Luis Marcelo Albuja Illescas

Ibarra-2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

“AGENTES BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE SEPTORIOSIS (*Septoria apiicola* Speg) EN EL CULTIVO DE APIO (*Apium graveolens* L.), IMBAYA, IMBABURA”

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

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Marcelo Albuja MSc.

DIRECTOR



FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón, MSc.

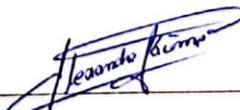
MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Alexandra Jácome, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
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 se publicado en el repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004632525	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Fernández Yacelga Deysi Lisbeth	
DIRECCIÓN:	Imbaya – Barrio “Las Acacias”	
EMAIL:	dlfernandezy@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO: -----	TELÉFONO MÓVIL:	0980891688

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Agentes biológicos para el control de septoriosis (<i>Septoria apiicola</i> Speg) en el cultivo de apio (<i>Apium graveolens</i> L.), Imbaya, Imbabura”
AUTOR:	Fernández Yacelga Deysi Lisbeth
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	07-02-2024
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniera Agropecuaria
DIRECTOR	Ing. Marcelo Albuja MSc.

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 la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de febrero del 2024

EL AUTOR:

Deysi Lisbeth Fernández Yacelga

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Deysi Lisbeth Fernández Yacelga, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 07 días del mes de febrero del 2024



Ing. Marcelo Albuja MSc.

DIRECTOR TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 07 días del mes de febrero del 2024

Deysi Lisbeth Fernández Yacelga: “Agentes biológicos para el control de septoriosis (*Septoria apiicola* Speg) en el cultivo de apio (*Apium graveolens* L.), Imbaya, Imbabura”

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 07 días del mes de febrero del 2024, 110 páginas.

DIRECTOR: Ing. Marcelo Albuja MSc.

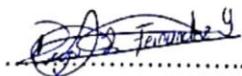
El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la eficiencia de agentes biológicos para el control de septoriosis (*Septoria apiicola* Speg) en el cultivo de apio (*Apium graveolens* L.), Imbaya, Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar la incidencia y severidad de septoriosis (*Septoria Apiicola* Speg) en el cultivo de apio (*Apium graveolens* L) bajo los tratamientos en estudio, evaluar el rendimiento y las características de calidad del cultivo de apio bajo la aplicación de los controladores biológicos, analizar los resultados económicos del cultivo bajo manejo convencional con respecto a control biológico.



Ing. Marcelo Albuja MSc.

Director de Trabajo de Grado



Deysi Lisbeth Fernández Yacelga

Autor

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme dado la sabiduría y perseverancia para llegar a esta etapa de mi vida profesional, permitirme culminar el anhelo más deseado en mi vida personal y convertirme en Ingeniera, enfrentando todas las adversidades que la vida me puso.

A mis padres, Vinicio y Rosa los seres más preciados que tengo en la vida, por ese apoyo incondicional en todo mi proceso académico y crecimiento personal, quienes me enseñaron a ser una persona de lucha y coraje ante la vida.

A mi querido hermano, Ronald mi compañero incondicional de vida, quien siempre ha estado con una palabra de aliento, levantándose en los momentos más difíciles. Quien me ha enseñado a dar lo mejor de mí cada día.

A Josué Carlos, un ser muy especial en mi vida quien fue parte de todo este proceso, siempre presente en los momentos más difíciles, brindándome su amor y paciencia.

A mi director, Ing., Marcelo Albuja MSc. por la paciencia en todo este proceso, por brindarme su apoyo y guía para la culminación de mi trabajo de grado, juntamente a mis asesores, el Ing. Juan Pablo Aragón, MSc y la Ing. Alexandra Jácome, MSc gracias por su tiempo brindado para culminar con esta etapa académica.

A la Universidad Técnica del Norte, a todos los docentes quienes fueron parte fundamental en mi formación académica, a mis queridos compañeros de carrera gracias por la amistad brindada.

Un agradecimiento profundo a toda mi familia que con una palabra de aliento siempre estuvieron presentes para mí, finalmente a mi mejor amiga Yadira C. por siempre estar presente para mí en todo momento.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado con mucho cariño a las personas más importantes en mi vida, mi padre Vinicio Fernández, mi madre Rosa Yacelga y mi hermano Ronald Fernández por estar presentes para mí en todo momento y permitirme lograr una de muchas metas.

Este logro también va dedicado a mi persona por todo el esfuerzo, dedicación por siempre haber encontrado el lado positivo a las dificultades, aquí reflejo todo el esfuerzo presentado en todos estos años de formación académica, para llegar a la meta.

A Josué Carlos, por nunca haberme permitido decaer en todo este tiempo y por estar siempre en los momentos más importantes de mi vida y hoy día seguir a mi lado en esta meta tan importante para mí.

A mi mejor amiga, Yadira C. que con el pasar de los años perdura nuestra amistad y siempre me brinda los ánimos para seguir adelante.

A mis abuelitos y a toda mi familia, quienes de alguna manera siempre me brindaron su apoyo con una palabra de aliento en todo mi proceso académico.

Con cariño,

Deysi

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
ABSTRACT	x
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PROBLEMA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS	7
1.4.1 Objetivo general.....	7
1.4.2 Objetivos específicos	7
1.5 Hipótesis	7
CAPITULO II.....	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1. Características generales del cultivo de apio	8
2.1.1 Beneficios del apio para la salud.....	8
2.1.2 Origen	8
2.1.3 Clasificación Taxonómica	8
2.1.4 Variedades	9
2.1.5 Descripción morfológica.....	9
2.1.6 Crecimiento vegetativo	10
2.1.7 Requerimientos edafoclimáticos	11

2.1.7.1.	Clima	11
2.1.7.2.	Temperatura.....	11
2.1.7.3.	Suelo.....	11
2.1.7.4.	Humedad relativa	12
2.1.7.5.	Altitud	12
2.2.	Manejo Agronómico.....	12
2.1.	Siembra	12
2.2.	Preparación del terreno	12
2.3.	Aporcados	13
2.4.	Deshierbes.....	13
2.5.	Riego del cultivo	13
2.6.	Abonado.....	14
2.7.	Cosecha del apio.....	14
2.3.	Problemas fitosanitarios	15
2.3.1	Septoria (<i>Septoria apiicola</i> Speg).....	15
2.3.2	Taxonomía.....	16
2.3.3	Síntomas de la enfermedad.....	16
2.4.	Manejo integrado de <i>Septoria</i>	18
2.4.1	Control cultural	18
2.4.2	Control químico	19
2.4.3	Control biológico.....	19
2.4.3.1.	<i>Trichoderma spp.</i>	20

2.4.3.1.1	Taxonomía.....	21
2.4.3.1.2	Mecanismos de acción.....	21
2.4.3.1.3	Efectos positivos del uso de Trichoderma.....	23
2.4.3.2.	<i>Streptomyces</i> spp.....	23
2.4.3.3.	<i>Bacillus</i> spp.....	24
2.4.3.4.	Efecto antagonista.....	25
2.4.3.5.	Mecanismo de acción del <i>Bacillus</i> spp.....	25
2.5.	Índice de calidad del apio	26
2.6.	Rendimiento.....	26
2.7.	Comercialización.....	27
2.8.	Importancia económica.....	27
2.8.1	Costos de producción.....	28
2.9.	Marco legal.....	29
CAPITULO III.....		30
MATERIALES Y MÉTODOS		30
3.1.	Caracterización del área de estudio	30
3.1.1	Características climáticas del área de estudio	30
3.2.	Materiales, equipos, insumos y herramientas	31
3.3.	Métodos	31
3.3.1	Factor en estudio	32
3.3.2	Diseño experimental	32
3.3.3	Características del experimento.....	33

3.3.4	Características de la unidad experimental	33
3.3.5	Análisis estadístico.....	34
3.4.	Variables evaluadas	34
3.4.1	Incidencia de la enfermedad.....	35
3.4.2	Severidad de enfermedad.....	35
3.4.3	Altura de la planta	36
3.4.4	Longitud del peciolo	36
3.4.1	Peso del peciolo.....	37
3.4.2	Número de peciolos por planta.....	37
3.4.3	Análisis económico de los tratamientos en estudios	38
4.3.3.1	Relación beneficio / costo.....	38
4.3.3.2	Utilidad.....	38
3.5.	Manejo específico del experimento.....	39
3.5.1	Análisis de suelo.....	39
3.5.2	Preparación del suelo	39
3.5.3	Delimitación unidades experimentales	40
3.5.4	Trasplante	40
3.5.5	Aplicación de tratamientos	41
3.5.6	Riego	42
3.5.7	Labores culturales	42

3.5.8 Cosecha.....	43
3.5.9 Libro de campo.....	43
CAPÍTULO IV.....	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1. Incidencia de septoriosis	44
4.2. Severidad de septoriosis	47
4.3. Altura de la planta de apio	50
4.4. Longitud del peciolo.....	52
4.5. Peso de las pencas.....	55
4.6. Número de pencas por planta.....	58
4.7. Análisis económico de los tratamientos en estudio	60
CAPÍTULO V.....	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
5.1. CONCLUSIONES.....	65
5.2. RECOMENDACIONES	66
V. BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Planta de apio</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2 Etapas cultivo de apio</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3 Hoja con septoriosis</i>	<i>17</i>
<i>Figura 4 Presencia de septoriosis en el follaje del cultivo de apio</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5 Marchitamiento total del follaje cultivo de apio.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 6 Mapa de ubicación del trabajo de investigación.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 7 Esquema del diseño experimental aplicado para el control de septoriosis</i>	<i>33</i>
<i>Figura 8 Incidencia de septoriosis en apio.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 9 Severidad de septoriosis en apio.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 10 Longitud del pecíolo</i>	<i>37</i>
<i>Figura 11 Numero de peciolo de apio.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 12 Toma de muestras de suelo</i>	<i>39</i>
<i>Figura 13 Desinfección del suelo.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 14 Unidades experimentales delimitadas.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 15 Siembra de plántulas de apio.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 16 Aplicación de tratamientos.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 17 Deshierbe manual.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 18 Libro de campo de la investigación.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 19 Porcentaje de incidencia de septoriosis en el cultivo de apio</i>	<i>45</i>
<i>Figura 20 Porcentaje de severidad de septoriosis en el cultivo de apio</i>	<i>47</i>
<i>Figura 21 Altura de las plantas de apio bajo los tratamientos en estudio</i>	<i>50</i>
<i>Figura 22 Longitud del peciolo de apio bajo los tratamientos en estudio</i>	<i>53</i>
<i>Figura 23 Peso de las pencas de apio en gramos bajo los tratamientos en estudio.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 24 Numero de peciolo por planta bajos los tratamientos en estudio.....</i>	<i>58</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Clasificación taxonómica del apio</i>	9
<i>Tabla 2 Clasificación taxonómica de Septoria apiicola</i>	16
<i>Tabla 3 Clasificación taxonómica de Trichoderma</i>	21
<i>Tabla 4 Especificaciones mínimas de calidad requeridas para apio de exportación.....</i>	26
<i>Tabla 5 Costos de producción y rendimiento de apio en el Distrito Federal de México</i>	28
<i>Tabla 6 Características climáticas de la zona de estudio.....</i>	31
<i>Tabla 7 Materiales y equipos utilizados en el estudio de evaluación de agentes biológicos..</i>	31
<i>Tabla 8 Distribución y descripción de los tratamientos para el ensayo en el control de septoriosis.....</i>	32
<i>Tabla 9 Características generales de la unidad experimental</i>	33
<i>Tabla 10 Descripción de las características de la unidad experimental de la investigación .</i>	34
<i>Tabla 11 Análisis de la varianza (ADEVA), para un diseño de bloques completamente al azar.</i>	34
<i>Tabla 12 Análisis de varianza de incidencia de septoriosis bajos los tratamientos en estudio</i>	44
<i>Tabla 13 Análisis de varianza de la altura de la planta</i>	50
<i>Tabla 14 Análisis de varianza de la longitud del peciolo.....</i>	53
<i>Tabla 15 Análisis de varianza del peso de las pencas de peciolo de apio.....</i>	55
<i>Tabla 16 Análisis de varianza del número de pencas de apio por tratamiento</i>	58
<i>Tabla 17 Resumen del análisis económico del cultivo de apio para 8 meses de cosecha en un área de 1000 metros cuadrados.....</i>	61
<i>Tabla 18 Costos de producción e ingresos del cultivo de apio de un agricultor de la zona de estudio.....</i>	62
<i>Tabla 19 Resumen de los costos de las diferentes composiciones de productos para septoriosis</i>	63

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1 Resultado del análisis de suelo</i>	<i>84</i>
<i>Anexo 2 Libro de campo recolección de datos variable altura.....</i>	<i>85</i>
<i>Anexo 3 Costos fijos de producción del cultivo de apio bajo los tratamientos en estudio por una superficie de mil metros cuadrados</i>	<i>86</i>
<i>Anexo 4 Costos fijos de producción del cultivo de apio bajo el tratamiento convencional en estudio por una superficie de mil metros cuadrados.....</i>	<i>87</i>
<i>Anexo 5 Proyección costos de producción tratamientos biológicos para un año en 1000m²88</i>	
<i>Anexo 6 Proyección costos de producción tratamiento convencional para un año en 1000m²</i>	<i>89</i>
<i>Anexo 7 Detalle ingresos del cultivo de apio para 1000 metros cuadrados en dos meses de cosecha</i>	<i>89</i>
<i>Anexo 8 Detalles de ingresos del cultivo de apio en una proyección de 8 meses de cosecha en 1000m²</i>	<i>90</i>
<i>Anexo 9 Productos químicos utilizados para el control de septoriosis en apio bajo manejo químico agricultor</i>	<i>90</i>
<i>Anexo 10 Productos químicos utilizados para el control de septoriosis en apio bajo manejo químico casa comercial 1.....</i>	<i>91</i>
<i>Anexo 11 Productos químicos utilizados para el control de septoriosis en apio bajo manejo químico casa comercial 2.....</i>	<i>91</i>

AGENTES BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE SEPTORIOSIS (*Septoria apiicola* Sp.) EN EL CULTIVO DE APIO (*Apium graveolens* L.), IMBAYA, IMBABURA

Deysi Lisbeth Fernández Yacelga

Universidad Técnica del Norte

Facultad de Ingeniería en Ciencia Agropecuarias y Ambientales

dlfernandez@utn.edu.ec

Resumen

Septoriosis es la enfermedad foliar más limitante dentro del cultivo de apio, presenta pérdidas en el rendimiento $\geq 70\%$, a su vez impide su comercialización. Además, es considerado un cultivo de riesgo a la salud humana, tras estar en la lista de las verduras que más pesticidas contiene. El objetivo de la investigación fue evaluar la aplicación de tres agentes biológicos para el control de septoriosis donde, se utilizó *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp. y *Streptomyces* spp. a una solución de 1.5 ml/L y un tratamiento convencional. Los resultados muestran al tratamiento con *Trichoderma* spp. con reducciones menores al 50% de incidencia, de igual manera la severidad fue menor al 4% con respecto a los tratamientos biológicos. *Trichoderma* spp. al ser un hongo antagonista inhibe el crecimiento del patógeno por lo cual, en las características de calidad del cultivo se refleja su eficiencia en la altura, longitud del peciolo, peso de las pencas y número de pencas los mejores promedios obtenidos fueron de 49 cm, 14 cm, 22 g y 6 pencas respectivamente mismas que son requeridas dentro del campo y almacenamiento del cultivo al ser características estándar para el mercado. Por otro lado, el análisis económico a una proyección de 8 meses de cosecha se mostró a *Trichoderma* spp. con mayor rentabilidad que genera una utilidad mayor a todos los tratamientos. Finalmente, el uso de *Trichoderma* spp. presenta efectos en las características del apio, pero no se logró reducir la enfermedad, por último, el tratamiento químico presentó efectos significativos en la incidencia y severidad.

Palabras clave: control biológico, químicos, beneficio costo

ABSTRACT

Septoria is the most limiting foliar disease in celery cultivation, with yield losses $\geq 70\%$, which in turn prevents its commercialization. In addition, it is considered a crop of risk to human health, after being on the list of vegetables that contain the most pesticides. The objective of the research was to evaluate the application of three biological agents for the control of septoria where, *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp. and *Streptomyces* spp. were used at a solution of 1.5 ml/L and a conventional treatment. The results show the treatment with *Trichoderma* spp. with reductions of less than 50% of incidence, in the same way the severity was less than 4% with respect to the biological treatments. *Trichoderma* spp. being an antagonistic fungus inhibits the growth of the pathogen for which, in the characteristics of quality of the crop its efficiency is reflected in the height, length of the petiole, weight of the stalks and number of stalks, the best averages obtained were 49 cm, 14 cm, 22 g and 6 stalks respectively, which are required inside the field and storage of the crop being standard characteristics for the market. On the other hand, the economic analysis at a projection of 8 months of harvest showed *Trichoderma* spp. with higher profitability that generates a higher utility to all the treatments. Finally, the use of *Trichoderma* spp. presented effects in the characteristics of celery, but it was not possible to reduce the disease, finally, the chemical treatment presented significant effects in the incidence and severity.

Key words: biological control, chemicals, cost benefit

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El apio (*Apium graveolens* L.) es una hortaliza apreciada en la dieta humana, por sus múltiples beneficios nutricionales y medicinales, combate infecciones en los riñones, disminuye el colesterol y favorece el sistema circulatorio (Rupay, 2017; Moscol, 2018; Rabinal, 2017). En la gastronomía es apreciado por su sabor y aroma, por lo regular se consumen sus hojas y tallos (Mendieta, 2017).

En Nicaragua, el apio se encuentra dentro de la lista de productos admisibles al mercado de los Estados Unidos y a nivel europeo tiene una producción de 250 000 toneladas, como productores principales Francia, Reino Unido y Holanda (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Representación del IICA en Nicaragua, 2017). Así mismo, México es exportador neto del cultivo de apio, con una producción de 22 776 toneladas al año exporto un 85.44% donde, el 10% del total de productores vende el producto a intermediarios donde se destaca que el 97% no cuenta con asistencias técnicas (Almaguer et al., 2012).

Ecuador no presenta producciones potenciales debido a que, generalmente es una actividad realizada por pequeños productores que cuentan con una densidad de siembra de 20 000 plantas acorde a sus facilidades. Las provincias como Imbabura, Chimborazo y Tungurahua cuentan con 12 hectáreas destinadas al cultivo de apio en Pichincha el cultivo se concentra en localidades de Tumbaco, El Quinche y Pifo considerada la provincia con mayor producción, seguida de Ambato en la provincia de Tungurahua (Simbaña, 2011; Insuasti, 2021).

Las enfermedades en el apio vienen a ser un factor limitante dentro su producción, por las altas pérdidas económicas donde, es notoria su incidencia y gravedad de la afección, entre las enfermedades más comunes se encuentra: *Alternaria* spp., *Cercospora apii* Fres., *Septoria apiicola* Speg, y *Sclerotinia sclerotiorum*., generan mayores pérdidas a nivel de consumidor, de almacenamiento y postcosecha (Pariona et al., 2001; Benavides, 2010).

Septoriosis es una de las afecciones más graves en dicho cultivo a nivel mundial que genera pérdidas del 50 al 90% en los campos agrícolas, por esta razón, agricultores acuden a productos químicos para el control de plagas y enfermedades implementados para lograr un cultivo más rentable (Ortiz et al., 2016; Hilal y Ghebrial, 2015).

La afección de septoriosis se transmite por semillas, su presencia es visible en las hojas más viejas donde, se observa picnidios en el centro de las lesiones, hasta el marchitamiento total del follaje (Sandoval, 2015). Sus síntomas se caracterizan por presentar manchas necróticas de 3 a 10 milímetros, rodeadas de un halo amarillo sin embargo varían los síntomas entre variedades. Además, condiciones elevadas de humedad y temperaturas de 20 a 22.5 °C favorecen el desarrollo de esta enfermedad (Ortiz et al., 2016).

Investigaciones han demostrado que septoriosis no solo presenta daños importantes en el cultivo de apio sino, en diferentes cultivos. Lin et al. (2020) mencionan que para el cultivo de soja la septoriosis es altamente prevalente y la aplicación de fungicidas ha tenido efectos significativos en el progreso de la enfermedad, aunque, no ha presentado un efecto significativo para el rendimiento.

El control biológico sirve como una estrategia para tratar enfermedades, mediante la utilización de enemigos naturales a fin de disminuir su población. Ofrece beneficios hacia la economía de los agricultores, al cuidado del ambiente y salud del consumidor (Hernández et

al., 2019; Susan y Fereres, 2017). El género *Trichoderma*, posee buenas cualidades para el control de enfermedades por patógenos fúngicos del suelo (Mohammed, 2004).

La presencia de agentes biológicos en diversos cultivos ha sido de gran ayuda hacia el campo agrícola y cuidado del medio ambiente. En investigaciones se observó un efecto biocontrolador sobre la reducción de picnidios en el follaje de trigo también, genera rendimientos de 432 y 221 kilogramos por metro cuadrado, aproximadamente (Mónaco et al., 2015).

Por otra parte, Gyenis et al. (2003) realizaron una evaluación de esporas de *Streptomyces* spp., donde se convirtieron en un actividad competitiva y antibiótica contra el patógeno *Septoria musiva* con una reducción de la incidencia de la enfermedad del 64% a 78%, es más eficaz en viveros y plantaciones. Por último, el uso de bacterias benéficas como *Bacillus* spp., y otros han sido potenciales para el control de hongos causantes de la mancha foliar en maíz dulce (*Zea mays* var. *Saccharata*), con reducciones en la severidad del 42%, 36% y 19%, respectivamente.

1.2 PROBLEMA

El apio es un alimento necesario en la dieta humana sin embargo, presenta riesgos en la salud al posicionarse entre doce verduras que más pesticidas contienen, como lo muestra la organización ecologista norteamericana donde, analizan los doce vegetales más contaminados, muestra que el 95% de las muestras convencionales de apio fueron positivas para uso de pesticidas con un total de 13 plaguicidas por muestra (Saiz, 2018).

En Ecuador el cultivo de apio es realizado en pequeños huertos que representa un rubro de ingreso para productores hortícolas, sin embargo, existe un crecimiento de área cultivada, pese a esto, es un cultivo poco conocido debido a la falta de asesoramiento técnico hacia los agricultores (Torres, 2012).

Los rendimientos de diversos cultivos se ven afectados tras el uso inadecuado de agroquímicos afectado el rendimiento entre un 20 y 30 % de algunas regiones de América Latina debido, a las prácticas no sustentables. Existe susceptibilidad de los cultivos a plagas, enfermedades y crea una resistencia a los plaguicidas desarrollados por insectos, malas hierbas y organismos patógenos de los cultivos (Quenum, 2010; Nava et al., 2012).

Sandoval (2015) menciona que las enfermedades fitopatógenas en cultivo de apio, como *Septoria apiicola* Speg., agente causal del tizón tardío o septoriosis, es considerada la enfermedad más grave alrededor del mundo, al ser causante de pérdidas en producción, rendimiento y presentación donde se ha logrado contabilizar en una hoja más de 200 lesiones con un promedio de 56 picnidios (granos negros), que genera 500 millones de esporas por planta.

El control de septoriosis dentro del campo agrícola es difícil considerada una enfermedad importante para el cultivo del apio, que puede producir pérdidas de rendimiento \geq 70%, tras esto la comercialización del apio no puede ser trasladado hacia el mercado con ellos existe un mayor impacto económico que la pérdida directa de rendimiento (Trueman et al., 2007).

Por último, la afección al cultivo se ha trabajado a través de planificaciones de fungicidas donde, refleja una baja efectividad en la disminución de su incidencia y la presencia de cepas de *Septoria apiicola* Speg tolerantes a los fungicidas mismo que incrementa el costo de producción y un riesgo de crear una resistencia del patógeno, por ello, nace la necesidad de buscar otras alternativas de manejo (Chinchilla y Mora, 1986; Ortiz et al., 2016; Nava y Pérez, 2012).

1.3 JUSTIFICACIÓN

En zonas pertenecientes a Venezuela existe un uso excesivo de productos químicos en el manejo de septoriosis en el cultivo de apio, sin embargo, se encuentran presente ante una baja efectividad en la disminución de su incidencia, lo cual da la posibilidad de estar frente a la presencia de cepas de *Septoria apiicola* Speg., que muestran ser tolerantes a los fungicidas, lo cual por ello la necesidad de buscar otras alternativas de manejo (Ortiz et al., 2016).

En Ecuador el control biológico ha tomado importancia y ha permitido tener mayor confianza y credibilidad en los agricultores para el manejo de plagas y enfermedades. Que permiten ofertar productos limpios que beneficien la salud del consumidor (Viera, 2020). En el 2008, Nicholls comenta que esta estrategia de control busca reducir poblaciones plaga en una porción que no cause daños económicos, acorde a su manejo puede ser auto sostenido a diferencia de otros controles, su actuación depende de la densidad de la población plaga así, una estrategia válida para restaurar la biodiversidad funcional en los ecosistemas agrícolas.

El control biológico intenta restablecer el desequilibrio ecológico con la utilización de organismos vivos, para generar menores efectos negativos hacia el agricultor dentro del campo y lograr una competencia dentro del mercado y el consumo de alimentos libres de químicos (Viera et al., 2020; Hui-lian et al., 2008).

La horticultura en el país ha crecido paulatinamente en la Sierra, genera fuentes de trabajo dentro de la agricultura familiar campesina. Ecuador está compuesto por 250 000 productores, dentro del mercado el apio es una hortaliza cotizada, además del uso alimenticio, sus residuos pueden servir como complemento a raciones de forraje para diferentes animales (Santos, 2019; Valle, 2013).

El consumo de hortalizas ha tomado relevancia en Ecuador durante la emergencia sanitaria puesto que, contribuye al refuerzo del sistema inmunológico. Así el sector agrícola tiene el

desafío de buscar producciones mediante la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y crear un fortalecimiento entre el campo y la ciudad, que exista un mayor valor del sector productivo y el producto final, así como la rentabilidad económica del apio (Consentino et al., 2020; Insuasti, 2021).

Con el fin de contribuir a la solución de este problema agrícola puesto que, la literatura local existente es escasa y a su vez al existir una gravedad de la enfermedad en el cultivo de apio y al ser un producto que se consume, se propone la presente investigación mediante el uso de agentes biológicos, para proteger los cultivos hortícolas y de manera especial el cultivo de apio para preservar los recursos naturales, la salud de los agricultores y consumidores así permitir obtener mejores rendimientos en el cultivo en condiciones de campo y apoyo a la agricultura familiar campesina.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar la eficiencia de agentes biológicos para el control de septoriosis (*Septoria apiicola* Speg) en el cultivo de apio (*Apium graveolens* L.), Imbaya, Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la incidencia y severidad de septoriosis (*Septoria Apiicola* Speg) en el cultivo de apio (*Apium graveolens* L) bajo los tratamientos en estudio.
- Evaluar el rendimiento y las características de calidad del cultivo de apio bajo la aplicación de los controladores biológicos.
- Analizar los resultados económicos del cultivo bajo manejo convencional con respecto a control biológico.

1.5 Hipótesis

- Ho: La aplicación de agentes de control biológico sobre el cultivo de apio no influyen en el control de la enfermedad septoriosis (*Septoria apiicola* Speg).
- Ha: La aplicación de agentes de control biológico sobre el cultivo de apio influyen en el control de la enfermedad septoriosis (*Septoria apiicola* Speg).

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Características generales del cultivo de apio

Pino (2014) indica que el apio brinda numerosas propiedades culinarias, nutritivas y nutraceuticas que ayudan a la salud, contiene vitaminas como A, C, K entre otras y un alto porcentaje de fibra. Se lo conoce como diurético, depurativo, dilatador arterial y dentro de la gastronomía se lo estima por sus características organolépticas.

Además, de esto es usado para las extracciones de aceites esenciales para la industria, el uso del polvo del apio deshidratado para fábricas de pastas y sopas (Sosa, 2007).

2.1.1 Beneficios del apio para la salud

Mendoza (2019) menciona los beneficios que ofrece el apio hacia la salud como son: incrementar las defensas naturales; purificar el organismo; buen funcionamiento del sistema nervioso, reducción de la tensión arterial y colesterol en la sangre; eliminar los cálculos renales y cicatrizar heridas.

2.1.2 Origen

Apium graveolens L. es una hortaliza perteneciente a la familia Apiaceas, proviene de la zona mediterránea del sur de Europa y de las marismas de Egipto y Suecia, su uso como hortaliza se desarrolló en la Edad Media y actualmente es consumido tanto en Europa como en América del Norte (Consentino et al., 2020; Sosa, 2007).

2.1.3 Clasificación Taxonómica

En la siguiente tabla se muestra la clasificación taxonómica del apio Tabla 1.

Tabla 1*Clasificación taxonómica del apio*

Descripción Taxonómica	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Apiales
Familia	Apiaceae
Género	<i>Apium</i>
Especie	<i>A. graveolens</i>
Nombre científico	<i>Apium graveolens</i>

Nota: Fuente: Infoagro; (2003)

2.1.4 Variedades

Mendieta (2017) menciona los dos grupos de variedades de apio tal como: Variedades verdes: son variedades rústicas, de fuerte crecimiento vegetativo y más fácil de cultivar. Las variedades más representativas son Andino, Tall Utah y Mambo y variedades amarillas: aunque es un cultivo muy dificultoso al ser más apreciadas en los grandes mercados. Las más comunes son Celebrity, Light entre otras.

2.1.5 Descripción morfológica

Es un cultivo bianual, presenta un sistema radicular como se observa en la Figura 1 compuesto por un órgano principal dotado de una raíz pivotante, fibrosa y carnosa, el tallo se muestra como un disco basal desde donde se generan las hojas, muy lustrosas, alternas, a modo de roseta, presenta un peciolo poco ancho en su base, sus hojas presentan limbos pinados, divididos doble o triple en tres segmentos cuneiformes en el ápice (Marín, 2017).

Figura 1

Planta de apio



Nota. Se observa el cultivo de apio (*Apium graveolens L.*): Cultivo de Apio., 2013.

2.1.6 Crecimiento vegetativo

El crecimiento vegetativo es la aparición de las hojas desde el tallo, situado en la base de la planta Figura 2, el apio con temperaturas de 0°C en su fase vegetativa y un crecimiento avanzado, puede ciertos defectos de calidad como: desprendimientos de la epidermis de la parte superior de la penca, ahuecamiento de las pencas, necrosis en el cuello de la plántula (Pino, 2014).

Figura 2

Etapas cultivo de apio



Nota. Se observa las etapas del cultivo del apio desde la semilla hasta su desarrollo total: Etapas de cultivo de apio por Ilustración de stock., 2019.

El ahuecamiento en las pencas de apio se debe al exceso de humedad, pierde calidad del producto en lo que respecta a su floración, al ser un cultivo bianual, durante el primer año vegeta y el segundo florece, esto solo si se han cumplido las condiciones necesarias (Pino, 2014).

2.1.7 Requerimientos edafoclimáticos

2.1.7.1. Clima

Requiere un clima templado, no tolera los fríos del invierno en las zonas del interior: cuando la planta está en su etapa de desarrollo, si se presenta una disminución fuerte de temperatura durante algunos días, puede ocasionarse que la planta florezca antes de tiempo generalmente esto ocurre cuando el suelo está acolchado con lámina de plástico (Amores, 2015).

2.1.7.2. Temperatura

De acuerdo con Goites (2008) se adapta a un clima fresco y húmedo, sin embargo, las heladas provocan necrosis en el cuello de la planta por lo general requiere suelos ricos en materia orgánica y sus temperaturas óptimas oscilan entre los 15 y 18 °C, es un cultivo exigente con agua en el suelo, pero no tolera encharcamientos.

No obstante, la temperatura depende de la fase de cultivo pues durante la fase de semillero la siembra abarca entre 17 y 20°C y se debe garantizar una temperatura mínima de 13-15°C para evitar la inducción floral prematura por otra parte la fase de campo, el primer tercio del cultivo la temperatura ideal está en torno a 16-20°C, sin embargo, si existen temperaturas mínimas frecuentes próximas a 5°C producen pecíolos quebradizos (Amores, 2015).

2.1.7.3. Suelo

Es un cultivo poco exigente en suelos es una especie que no requiere terrenos con texturas especiales presenta límites de pH de 6,8- 7,2 es muy sensible a la salinidad con los límites

máximos y es necesario mantener un elevado nivel de nitrógeno disponible en las últimas semanas del ciclo del cultivo (Pino, 2014).

2.1.7.4. Humedad relativa

El cultivo no sufre daño alguno cuando su humedad relativa se encuentra entre 30% a 70% valores alejados del 70% ocasionan daños a las plantas al igual que valores inferiores al 30% (Morales, 2022).

2.1.7.5. Altitud

Las altitudes adecuadas del cultivo de apio para obtener los mejores resultados se encuentran entre 2.000 y 3.000 msnm (Torres, 2012).

2.2. Manejo Agronómico

Chile (2017), menciona algunas actividades del manejo agronómico dentro del cultivo para un óptimo desarrollo como se menciona a continuación:

2.1. Siembra

La siembra del cultivo se la realiza en cualquier época del año, la densidad del trasplante de apio depende de la variedad a cultivarse y de la práctica o no del blanqueo a través de los aporques, los surcos tienen una distancia de 60 a 70 cm y entre plantas de 30 a 35 cm generalmente (Díaz, 2022).

2.2. Preparación del terreno

Requiere una labor de desfonde profunda y seguido dos pases de rotovator para obtener una mejor aireación luego, una labor de acaballadora que su trabajo consiste en dejar surco de 50 cm de anchura y caballones de la misma medida

2.3. Aporcados

Tras el crecimiento vegetativo no es necesario recubrir con tierra el corazón negro de la planta ya que, se podría una parada en su crecimiento. Por dicha razón, las labores de aporcados solo cuando sean necesarias así se evitará acumular tierra dentro de la planta. En cambio, durante su desarrollo es necesario aporcar para aumentar la longitud de sus pencas.

2.4. Deshierbes

El cultivo de apio no permite competencia contra las mala hierbas a inicios de su vegetación, puesto que su crecimiento podría ser lento por ellos se necesita labores de escarda o eliminación de malas hierbas, es necesario saber que realizar trasplantes en épocas calurosas se puede dejar las mala hierbas a sus inicios para evitar subidas de temperatura del suelo y dar sombra al cultivo.

2.5. Riego del cultivo

En la etapa del desarrollo se requiere un riego abundante y regular para su crecimiento continuo. Ante la falta de agua puede haber problemas de estrés en el cultivo. El agua también puede ser un factor limitante ya que, ante una conductividad eléctrica elevada hay un frene en su desarrollo y favorece al problema de corazón negro.

Sendra et al. (2011) destacan la importancia de una humedad adecuada en el suelo durante su ciclo vegetativo que es un factor imprescindible para lograr obtener peciolos de buena calidad, el apio requiere de 23 y 34 litros de agua para producir 1 kg de biomasa fresca de producto comercializable, mediante sistemas de riego que pueden ser por aspersión o goteo y generalmente en cultivos al aire libre se realiza riego por surco.

2.6.Abonado

Una buena producción requiere un suelo bien estercolado, el cultivo bajo invernadero a cosechas anteriores no es necesario otra abonadura. En caso de no de no añadir estiércol, es necesario aumentar un abono rico en nitrógeno y potasio de manera especial si son suelos ligeros.

Es un cultivo que crece poco en su etapa inicial y 1,5 a 2 meses antes de la cosecha tiene un crecimiento muy abrupto, se estima que la mitad de N, P y K son tomados en el último mes de cultivo (Sendra, 2011).

En el último mes de desarrollo, antes de la cosecha, el nitrógeno debe estar disponible en cantidad suficiente en el suelo. Además, el apio es una planta muy sensible al déficit de boro, azufre y magnesio (Sánchez, 2017).

2.7.Cosecha del apio

El apio es una planta bianual que en condiciones tropicales necesita que desde la siembra la semilla hasta su germinación transcurran 15 días de la germinación al trasplante 40 días y aproximadamente a los 100 días a 140 días después del trasplante ocurra la cosecha otro punto, la densidad de siembra puede ser un determinante al momento de la misma pues, una alta densidad muestra un riesgo en la capacidad de cada planta en crecer y desarrollar de manera adecuada por efecto competitivo por luz, agua, nutrimentos y espacio físico (Rabinal, 2017).

La cosecha es la fase en la cual hay que tener cuidado para evitar daños del producto, el apio es cosechado una solo debido a su uniforme desarrollo donde, el cultivo del apio presenta un crecimiento uniforme, es importante cosechar durante las horas más frescas del día y una de las consideraciones a tomar en cuenta es: cosechar y almacenar bajo condiciones de

baja luminosidad para evitar marchitamiento causado por la deshidratación del cultivo, es recomendable almacenarlo en un lugar fresco (Morales, 2022).

Cuando el apio alcanza la altura requerida para el mercado es apto para recolectarlo y así se evita que los pecíolos se conviertan en esponjas además, el tiempo de cosecha para dos variedades para el caro de las variedades verdes, a los 120 días desde el trasplante y para las variedades amarillas a los 80-100 días del trasplante, sin embargo, está determinada por el tamaño de la planta, se quita previamente la faja, luego se corta la planta al ras del suelo se cosecha la roseta de hojas (Goites, 2008; Sendra, 2011).

2.3. Problemas fitosanitarios

2.3.1 Septoria (*Septoria apiicola* Speg)

Es el agente causal del tizón tardío o septoriosis en el cultivo de apio, considerada la enfermedad más grave alrededor del mundo y mayor causante de pérdidas en producción, rendimiento y presentación estética del producto (Sandoval, 2015).

Septoriosis afecta hojas y pecíolos del apio por picnidios negros puesto que, esta enfermedad se propaga por salpicaduras, elevadas precipitaciones estas condiciones favorecen el desarrollo de la enfermedad se prolongan a medida que el dosel del cultivo en maduración cubre los espacios entre hileras, reduce la aireación y aumenta el tiempo necesario para que las plantas se sequen provoca pérdidas significativas en años húmedos cuando la incidencia y severidad de la plaga son tales que partes del campo pueden quedar sin cosechar. Además, el período de incubación relativamente largo de esta enfermedad significa que siguen apareciendo lesiones durante el almacenamiento, lo que aumenta aún más las pérdidas (Mathieu y Kushalappa, 1993).

2.3.2 Taxonomía

En la siguiente tabla se muestra la clasificación taxonómica de la enfermedad septoriosis

Tabla 2.

Tabla 2

Clasificación taxonómica de Septoria apiicola

Descripción Taxonómica	
Reino	Fungi
Clase:	Ascomicetes
Orden	Capnodiales
Familia	Mycosphaerellaceae

Fuente: Sandoval; (2015)

2.3.3 Síntomas de la enfermedad

Es la enfermedad más común, inicialmente se manifiesta por manchas amarillas en los tallos y hojas al avanzar presenta manchas cloróticas (Figura 3) que posteriormente se necrosan y están rodeadas por un halo clorótico; el tamaño de la lesión oscila entre 10 mm, pues se observa normal que las áreas afectadas se entrecrucen y además se observan las estructuras de reproducción llamado picnidios. Avanza con mucha rapidez como se observa en la Figura 4 y durante las épocas de lluvia su presencia es más severa ocasiona un 40% de pérdidas (Ortiz et al., 2013; Romero, 2002)

Figura 3

Hoja con septoriosis



Nota. Se observa la septoriosis de la hoja mancha en hojas de apio: Alamy, fotografías, vectores y videos por Crawford, 2005.

En la figura 4 se puede observar la presencia de septoriosis en el follaje de apio y como a las ves esta enfermedad genera un marchitamiento del follaje.

Figura 4

Presencia de septoriosis en el follaje del cultivo de apio



Fuente: elaboración propia

En la figura 5 se puede observar el marchitamiento total del follaje de apio con la presencia de septoriosis.

Figura 5

Marchitamiento total del follaje cultivado de apio



Fuente: Elaboración propia

2.4. Manejo integrado de *Septoria*

El manejo integrado de la enfermedad tiene un alto impacto, especialmente en relación con temas como la sanidad de la semilla, el manejo de rastrojos y el uso consciente de fungicidas, es importante sumar conocimientos para una aplicación racional en medida de control para septoriosis (Cordo et al., 2014).

2.4.1 Control cultural

Es un control preventivo mediante el uso de prácticas agrícolas en el manejo del cultivo, las cuales contribuyen a prevenir y disminuir la presencia de enfermedades que a su vez propician un ambiente menos favorable para el desarrollo del cultivo (Cañedo et al., 2011).

Dentro de esta práctica se encuentran actividades como; la rotación de cultivos puede provocar un impacto sobre plagas y enfermedades, eliminación de rastrojos, uso de variedades adaptadas, siembra intercalada estos controles tienen como meta reducir la infestación, reproducción, sobrevivencia, y dispersión de plagas (Méndez, 2005).

2.4.2 Control químico

El control químico surge como una herramienta de control, el cual es generalmente utilizado de forma inadecuada, con consecuencia graves hacia la salud, tanto productor como consumidor y del medio ambiente (Jaramillo, 2001).

Existe una mayor eficacia para proteger el cultivo de apio contra la enfermedad como septoriosis mediante el uso de productos químico-convencionales y entre los más utilizados están Amistar 250 y Timorex Gold (Robak y Wodarek, 2015).

Adlercreutz (2013) menciona, en el control químico toma relevancia siempre y cuando se conozca el producto que se aplica y de la misma manera su correcta de aplicación que pueden ser de la siguiente manera:

- **Presión:** apta para lograr un buen tamaño de gotas y penetración en el follaje.
- **Caudal:** específico del cultivo y de acuerdo con su estado para un buen mojado de la planta.
- **Direccionamiento:** específico de cada plaga
- **Agua de aplicación:** un mejor comportamiento de los insecticidas es de 4 a 6 de pH.

2.4.3 Control biológico

Los agentes de control biológico se han convertido en factores importantes para la regulación de población de plagas y enfermedades en los cultivos en efecto, algunos microorganismos entomopatógenos incluyen los virus, bacterias, hongos, protozoos y nematodos (De Albuquerque Maranhão, 2008; Ezziyyan et al., 2004).

Se han convertido en una alternativa que constituye, como punto clave, el manejo de plagas y enfermedades en los cultivos, puesto que las infecciones asociadas a fitopatógenos

son responsables del 20 al 40% del total de pérdidas en producción ocasionadas por enfermedades en plantas, de las cuales representan pérdidas económicas (Vinchira y Moreno, 2019).

Los hongos del género *Trichoderma* más usados para el antagonismo de patógenos ya sea de forma comercial o aislados de la rizosfera de algún cultivo y estableciéndose con relativa facilidad en diferentes tipos de suelo y puede continuar en niveles detectables por meses (Rojan et al., 2010).

2.4.3.1. *Trichoderma spp.*

Trichoderma es un hongo que se lo ha estudiado desde principio del siglo pasado, se encuentra principalmente en el suelo, en áreas de interés agrícola entre otros, actúa como controlador biológico ante la presencia del microorganismo fitopatógenos (Romero et al., 2009; Cárdenas, 2020).

Trichoderma es el fungicida biológico más estudiado y empleado dentro de la agricultura, puesto que, es un género de hongos que viven libremente en la tierra y ecosistemas de la raíz. Sus propiedades antagónicas se basan en la activación de mecanismos muy diversos, donde ejercen el biocontrol de hongos fitopatógenos de manera indirecta como lo es compitiendo por espacio y/o nutrientes, produce antibióticos o se estimula el crecimiento de las plantas y sus mecanismos de defensa (Viera et al., 2020).

Estos microorganismos son los antagonistas más utilizados como controladores de enfermedades producidos por hongos, debido a su ubicuidad, facilidad de ser aislados y cultivados son la especie que más predominan en los ecosistemas terrestres, tienen bajo requerimiento nutrimental sin embargo un rango amplio de temperatura para su crecimiento (Hernández et al., 2019).

El género *Trichoderma* es investigado como un control biológico por más de 70 años, recientemente han sido utilizados a escala comercial por su alta capacidad reproductiva, tolerancia a condiciones desfavorables, eficiencia de los nutrientes, modificación en la rizosfera pues presenta muchas ventajas favorables (Mónaco et al., 2015).

2.4.3.1.1 Taxonomía

En la siguiente tabla se muestra la clasificación taxonómica del controlador biológico *Trichoderma* Tabla 3.

Tabla 3

Clasificación taxonómica de Trichoderma

Descripción Taxonómica	
Reino	Fungi
División	Mycota
Subdivisión	Eumycota
Clase:	Hyphomycetes
Orden	Moniliales
Familia	Moniliaceae
Género	Trichoderma

Fuente: Infante et al., (2009)

2.4.3.1.2 Mecanismos de acción

Presentan numerosos mecanismos de acción hacia el ataque a hongos patógenos, como se menciona adelante:

- Competencia

Existe un comportamiento distinto de dos organismos ante un mismo requerimiento (sustratos, nutrientes), la acción de un organismo reduzca el espacio disponible para los demás

además su presencia en los suelos agrícolas es considerada una evidencia ya que es un excelente competido por espacios y recursos nutricionales (Infante et al., 2009).

- **Microparasitismo**

Es uno de los principales mecanismos antagonistas como agente biocontrolador, el crecimiento del *Trichoderma* es desarrollarse alrededor del patógeno o forma estructuras similares a ganchos o apresorios esto permitiéndole penetrar en el interior del patógeno para así degradar su pared celular (Tecnología, 2014).

- **Antibiosis**

Esto se debería a la secreción de sustancias o metabolitos que inhiben en la actividad parasítica de los patógenos (Gavilanes, 2015).

- **Crecimiento quimiotrófico**

Trata del crecimiento directo hacia un estímulo químico en la etapa de localización del hospedante, donde *Trichoderma* puede detectarlo a distancia y sus hifas crecen en dirección al patógeno (Infante et al., 2009).

- **Inducción de resistencia en las plantas**

Permite explicar la actividad biocontroladora de especies de *Trichoderma*, se basa en la inducción de resistencia en las plantas hospederas tratadas con el agente biocontrolador se ha demostrado en raíces de cucurbitáceas inoculadas con *T. Harzianum*, presentan una respuesta defensiva tanto en las raíces como en las hojas de las plantas tratadas (Tecnología, 2014).

2.4.3.1.3 Efectos positivos del uso de Trichoderma

Cano (2011) menciona alguno de los aspectos positivos al uso de Trichoderma en los cuales incluye:

- Control biológico de enfermedades producidas por patógenos en la raíz y en algunos foliares.
- Inducción de resistencia sistémica en las plantas.
- Mejora la absorción de nutrientes.
- Mejor absorción de los nutrientes del suelo.
- Mayor desarrollo de las raíces.
- Aumento de la formación de pelos radiculares.
- Más profundo en el enraizamiento

2.4.3.2. *Streptomyces spp.*

Alba et al. (2019) mencionan que *Streptomyces spp* es una bacteria Gram-positiva, cosmopolita, perteneciente a la familia Streptomycetaceae es el género más representativo dentro de las Actinobacterias cuenta con alrededor de 550 especies generalmente son conocidos por su habilidad para producir una variedad de compuestos bioactivos con diferentes funciones como antibacteriano, antimicótico y antiviral.

Son un grupo de actinobacterias considerados como habitantes del suelo escasamente estudiados, se los ha descrito como actinobacterias debido a su capacidad de crecer en medios sin nitrógeno y sintetizar antibióticos para el control de fitopatógenos (Condori, 2019). Su importancia para el biocontrol de enfermedades existentes en el suelo y que afectan a las plantas, por sus interacciones entre especies mediadas por antibióticos genera cambios en un patógeno (López et al., 2020).

Streptomyces spp ha creado interés en la agricultura por su acción promotora del crecimiento hacia las plantas y como agente de control biológico, además, algunas de sus cepas pueden colonizar la raíz de las plantas, así como también suprimir patógenos y promover el crecimiento de estas (García et al., 2022).

Varios estudios han demostrado la eficacia de los metabolitos secundarios de ciertas cepas de *Streptomyces* contra diversos patógenos, en una investigación se lo ha utilizado como agente de biocontrol en el cultivo de papa donde, se logró disminuir significativamente la penetración del patógeno *Pythium ultimum* en un 62% y reducir el porcentaje de pérdida de peso en un 59% aproximadamente (Sellem et al., 2017). De la misma forma, una reciente investigación del control biológico de la piriculariosis, producida por el hongo *Magnaporthe oryzae*, demostró a especies de *Streptomyces* como agentes de control biológico altamente efectivos pues al aplicarse a plántulas infectadas por el patógeno, genera un 88,3% de reducción de la enfermedad bajo condiciones de invernadero (Alba et al., 2019).

2.4.3.3. *Bacillus spp*

El género *Bacillus* es el más explotado en la biotecnología agrícola por su gran versatilidad metabólica permitiéndole llevar a cabo el control biológico de plagas y enfermedades por diversos mecanismos, además, produce endosporas uno de los principales activos de los formulados (Villarreal et al., 2018).

La capacidad de *Bacillus spp.*, para formar esporas que permanecen metabólicamente inactivas pero viables bajo condiciones adversas, los hace apropiados para la formulación de productos estables que benefician los cultivos agrícolas, además se los describe como un promotor de crecimiento de las plantas por sus mecanismos de resistencia sistémica inducida (ISR) que poseen frente a bacterias y hongos patógenos, virus sistémicos y nematodos de las raíces (Corrales et al., 2017).

2.4.3.4. Efecto antagonista

Algunas cepas secretan antibióticos que pueden inhibir directamente el crecimiento de hongos, omicetos y patógenos bacterianos de plantas, muchas cepas de *Bacillus* producen lipopéptidos cíclicos (CLP), compuestos antibióticos sintetizados de forma no ribosómica por grandes péptidos sintetasas y Varios lipopéptidos cíclicos (CLP)se han asociado con la supresión de patógenos vegetales (Joshi, 2006).

2.4.3.5. Mecanismo de acción del *Bacillus* spp.

Nagua (2016) menciona los mecanismos de acción más principales tal como:

- Antibiosis: el mecanismo más estudiado de la antibiosis es el efecto de las iturinas ya que posee una actividad biosida hacia patógenos del suelo, foliares y de postcosecha.
- Inducción de defensas secundarias: las plantas han desarrollado mecanismos de defensa contra patógenos, esto se ve modificado como una función de la ontogenia de las plantas e influencia de factores ambientales. Al ser una rizobacteria no patógena proporciona un efecto protector a la planta mediante la estimulación genera una activación rápida de las respuestas de defensa sobre el ataque de ciertos patógenos o plaga.
- Competencia: el antagonista coloniza la raíz, los microorganismos de origen natural se hacen frente a una situación de competencia por espacio para su desarrollo, zonas en las que emergen exudados de las plantas, por nutrientes y factores de crecimiento esenciales. Las raíces tienen cierta capacidad limitada para proporcionar un tamaño de población y ciertas especies de microorganismos.

2.5. Índice de calidad del apio

El tamaño del apio de manera general se lo determina por la longitud del tallo, diámetro del tallo y en ocasiones la longitud de la nervadura (Rabinal, 2017). Las especificaciones mínimas de calidad que se requieren en planta se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4

Especificaciones mínimas de calidad requeridas para apio de exportación

Especificación	Requerimiento mínimo
Altura de la planta	40 cm
Diámetro	7.35 cm
Diámetro del peciolo	1.00 cm
Peso por planta	1.00 kg

Fuente: Rabinal; (2015).

Las normas de calidad para el apio incluyen desde luego, las características deseables en cualquier vegetal de su tipo: tallos bien formados, tallos y hojas frescas con el color verde intenso característico, pecíolos gruesos, compactos y que no estén doblados, además, entre otros el largo de los tallos y de la nervadura central de la hoja, libres defectos como: corazón negro, pecíolos esponjosos, tallos con partiduras de igual manera la ausencia de daño por insectos o pudriciones sin residuos de químicos, plantas bien cortadas para que no se desprendan hojas durante la comercialización, sin tallos florales (Leime, 2013; Rabinal, 2015).

2.6. Rendimiento

En el cultivo de apio la producción en suelo, en carpas solares se ha obtenido un rendimiento de 13 toneladas por hectárea, equivale a 1.3 kilogramos por metro cuadrado y en las producciones hidropónicas es de 3.5 kilogramos por metro cuadrado (Sosa, 2007).

Los agricultores aprovechan la época de lluvia para sembrar el cultivo de apio para conseguir mejores precios, donde llegan tener rendimiento del cultivo de apio es de 30 a 40 mil atados ha^{-1} que abarca entre 5000 a 22600 kg/ha (Santos, 2019).

2.7. Comercialización

La actividad de comercio del apio se realiza generalmente en mercados mayoristas, donde un mal manejo en pos cosecha es un factor de importancia en la cadena de producción del apio, sin embargo, en otros países la comercialización de este producto, los peciolos y las hojas son extraídos y el apio cosechado se empaqueta por tamaño y calidad, además, un adecuado almacenamiento en condiciones óptimas, el apio se lo puede almacenar aproximadamente siete semanas entre 0 y 2 °C (Quispe, 2019).

2.8.Importancia económica

El apio dentro del mercado en los últimos años se ha inclina por las variedades verde pálido en deterioro de las de color verde intenso, especialmente el mercado Ingles así mismo, las variedades de apio blanco son demandadas concretamente por el mercado francés, en general el consumo se cifra en un 70 % de apio verde y un 30 % de apio blanco (Vallejo. 2013).

Flores (2022) realizó encuestas a comerciantes del cantón Riobamba de los diferentes canales de comercialización para saber la aceptación de los productos agrícolas donde, el apio se encuentra en los rangos del 77% de productos adquiridos que pueden conseguir directamente del productor al momento que llegan a comercializarlo en el mercado y otra parte lo adquieren ya de otros vendedores además, de 86 personas que integran las diferentes asociaciones vinculadas al proyecto de comercio justo un total de 51 personas se dedican a la siembra del cultivo de apio.

De manera general el consumo de apio se cifra en un 70% de apio verde y un 30% de apio blanco, además, las exportaciones españolas de apio van dirigidas de manera general a: Reino Unido (70%), Francia (10-15%) y otros países como Alemania, Italia, Suecia, entre otros aproximadamente del 10-15% es así, el principal competidor de España en la comercialización de apio es Israel, Francia e Italia (Torres, 2012).

2.8.1 Costos de producción

El rendimiento promedio por hectárea que obtienen los productores del cultivo de apio es de 42 700 kilogramos con precio promedio de venta por kilogramo es de \$2.00 pesos mexicanos se genera una utilidad obtenida es de \$0.52 por kilogramo (Almaguer et al., 2012).

Tabla 5

Costos de producción y rendimiento de apio en el Distrito Federal de México

Actividad	Costo por actividad
Preparación de terreno (ha)	\$ 6 900.00
Siembra (ha)	\$ 5 950.00
Semilla (ha)	\$ 1 700.00
Fertilizantes (ha)	\$ 4 260.00
Plaguicidas	\$ 1 830.00
Labores culturales (ha)	\$ 10 346.00
Cosecha (ha)	\$ 32 100.00
Costo total (ha)	\$ 63 086.00
Rendimiento kg/ha	\$ 42 700.00
Precio de venta kg	\$ 2.00
Costo kg	\$ 1.48
Ganancia kg	\$ 0.52

Fuente: Almaguer et al., (2012)

En Estados Unidos de América se obtienen rendimientos promedios de 81 t /ha y tienen costos de producción de \$ 142 000, en el Distrito Federal se obtiene un rendimiento de 43 t ha⁻¹, con un costo de producción de 62 000 pesos esta diferencia de costos se debe principalmente

a la tecnología de producción que por parte de Estados Unidos de América es muy alta, desde la preparación del terreno hasta la venta (Almaguer et al., 2012).

2.9.Marco legal

La presente investigación se encuentra dentro de los lineamientos y cumple con las leyes establecidas que rigen el estado ecuatoriano propuestos en el Plan de creación de oportunidades 2021-2025 menciona el objetivo 12 “Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales.” Dicho objetivo propone avanzar las condiciones legales, económicas y de protección ambiental necesarias para lograr el funcionamiento de las actividades humanas en el marco de transición ecológica, a través de la programación de acciones que permita la conservación de los hábitats, la gestión eficiente de los recursos naturales t la reparación de los ecosistemas.

Ademas, del objetivo 12 nos hae mención “Fomentar modelos de desarrollo sostenibles aplicando medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.” El presente objetivo establece que la productividad y las prácticas amigables con la naturaleza requieren incentivar la innovación para la creación de nuevas tecnologías que optimicen su recuperación con métodos de producción eficientes, reduce los efectos del cambio climático. Dicho lo anterior, la investigación ser una alternativa agroecológica para así lograr una producción amigable con el ambiente y su entorno a tal manera el uso de controladores biológico influirá en patógenos como en el control de *septoria apiicola* al ser una de las enfermedades más grave en el cultivo de apio.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

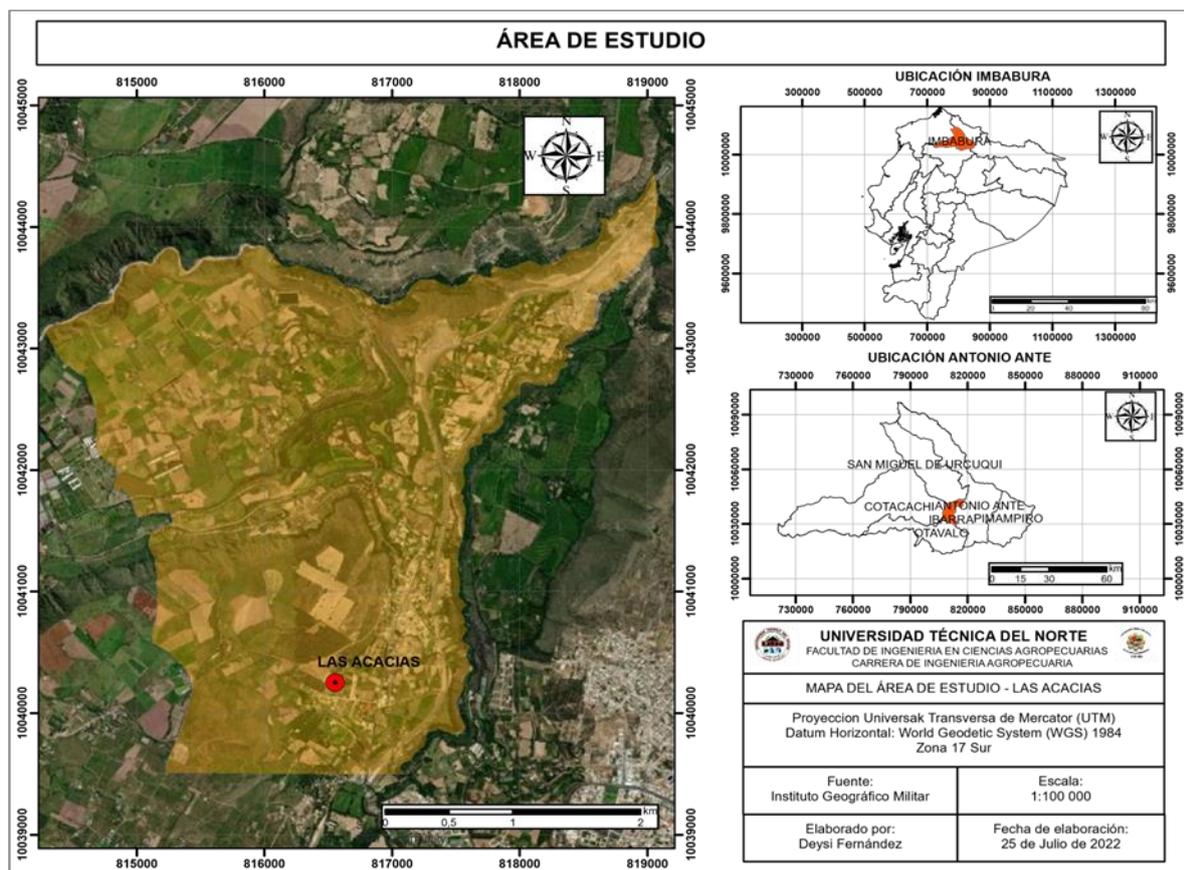
3.1. Caracterización del área de estudio

La investigación se desarrolló en la parroquia de Imbaya, perteneciente al cantón Antonio Ante ubicado en la provincia de Imbabura, barrio “Las Acacias” Figura 6.

3.1.1 Características climáticas del área de estudio

Figura 6

Mapa de ubicación del trabajo de investigación



En la tabla 6 se observa las características climáticas de la zona de estudio de la presente investigación (Gobierno Autónomo Descentralizado Antonio Ante ,2019).

Tabla 6*Características climáticas de la zona de estudio*

Ubicación	Descripción
Altitud:	2070 m.s.n.m.
Temperatura media anual:	24 °C
Precipitación medio anual:	500 a 750 mm

3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas

Los materiales que se emplearon en la presente investigación se detallan de manera puntual en la tabla 7.

Tabla 7*Materiales y equipos utilizados en el estudio de evaluación de agentes biológicos.*

Materiales de campo	Material de oficina	Material Vegetativo	Insumos	Programas
Azadón	Computadora	Plántulas de apio	Trichomix	InfoStat
Bomba de mochila	Impresora		Balus Ant	Excel
Etiquetas	Esfero		Balus	Word
Estacas	Libro de campo		Amistar	
Cinta métrica	Regla		Fertilizantes	
Pala	Calculadora			
Balanza				

3.3. Métodos

Se realizó un trasplante de plántulas de apio, posterior se realizó la incorporación de los controladores biológicos y el testigo (Amistar) para el control de *Septoria Apiicola* Spg.

3.3.1 Factor en estudio

El factor en estudio fueron los diferentes controladores biológicos para evaluar el más efectivo en el control de septoriosis.

Factor: Controladores Biológicos

T1: *Streptomyces spp.*

T2: *Bacillus spp.*

T3: *Trichoderma spp.*

T4: Amistar (Azoxistrobina)

La aplicación de los controladores biológicos fue de manera foliar en el cultivo de apio, las dosis establecidas fueron de 1.5 ml/L de agua en todas las unidades experimentales, con una frecuencia de cada 8 días luego del trasplante a diferencia del control químico que se siguió las indicaciones de la casa comercial.

Tabla 8

Distribución y descripción de los tratamientos para el ensayo en el control de septoriosis

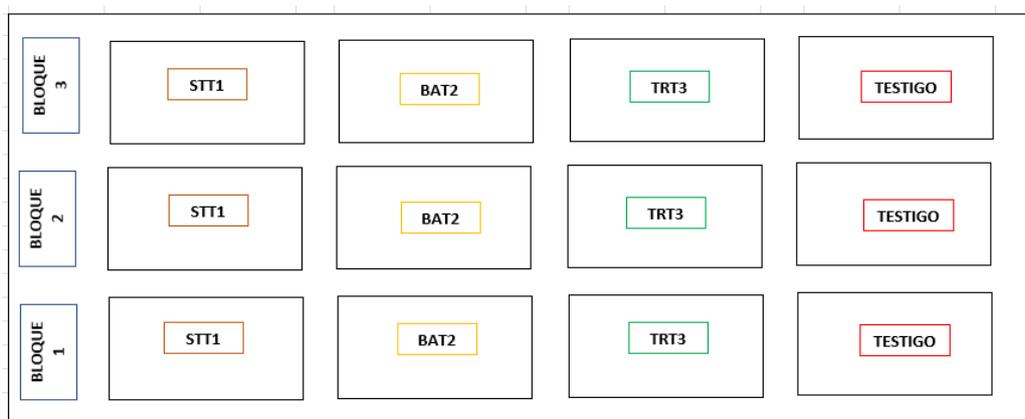
Producto comercial	Composición	Código
Balus Ant	<i>Streptomyces spp.</i>	STT1
Balus	<i>Bacillus spp.</i>	BAT2
Trichomix	<i>Trichoderma spp.</i>	TRT3
Amistar	Azoxistrobina	AMT4

3.3.2 Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizará un diseño en bloques completos al azar (DBCA), con 4 niveles

Figura 7

Esquema del diseño experimental aplicado para el control de septoriosis



3.3.3 Características del experimento

La investigación se estableció en una superficie de 156 m², con un total 12 unidades experimentales, como se observa en La Tabla 9.

Tabla 9

Características generales de la unidad experimental

Características	Datos
Bloques	3
Tratamientos	4
Unidades experimentales	12
Área total del experimento	156 m ²
Distancias entre unidades experimentales	0.50 m
Número total de plantas	1188
Ancho Unidad experimental	13 m
Largo unidad experimental	12 m

3.3.4 Características de la unidad experimental

Para la unidad experimental se trabajó con 12 unidades experimentales. En la siguiente tabla se detalla las características de las unidades experimentales del ensayo.

Tabla 10*Descripción de las características de la unidad experimental de la investigación*

Datos	Datos
Área de la unidad experimental	8.58 m ²
Área de la parcela neta	4.86 m ²
Número de surcos por unidad experimental	8
Número de plantas por unidad experimental	99
Número de plantas parcela neta	63
Distancia de plántulas	0.30 cm
Distancia entre surcos	0.30 cm

3.3.5 Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico de los datos se hará uso del análisis de varianza del programa InfoStat versión 2020 y la prueba de significancia de Fisher al 5% Tabla 11.

Tabla 11*Análisis de la varianza (ADEVA), para un diseño de bloques completamente al azar.*

Fuentes de Variación	Fórmula	GL
Bloques	$B - 1$	2
Niveles	$n - 1$	3
Error experimental	$(n - 1)(B - 1)$	6
Total	$(n \times B) - 1$	11

3.4. Variables evaluadas

Las variables evaluadas dentro del cultivo de apio se recolectaron en dos fases que fue durante el desarrollo de su ciclo vegetativo, además, de la primera y segunda cosecha tras la aplicación de los controladores biológicos y el tratamiento químico, seguidamente, se describe de mejor manera cada una de las mismas:

3.4.1 Incidencia de la enfermedad

Se evaluó un total de 10 plantas al azar de la parcela neta de las 12 unidades experimentales, donde se observó las plantas afectadas se tomó en cuenta los síntomas externos del follaje como son los picnidios de septoriosis de la planta. Los datos fueron recolectados una vez cada 15 días luego del trasplante.

Para el cálculo se utilizó la siguiente Ecuación 1:

$$\% \text{Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas}} * 100 \quad (1)$$

Figura 8

Incidencia de septoriosis en apio



3.4.2 Severidad de enfermedad

La severidad de septoriosis se evaluó 10 plantas al azar. De cada planta se evaluó 5 hojas al azar donde contabilizó el número de picnidios. Los datos se recolecto una vez cada 15 días luego de su trasplante.

Para el cálculo se utilizó la siguiente Ecuación 2:

$$\% \text{Severidad} = \frac{\text{Número hojas afectadas}}{\text{Número de hojas muestreadas}} * 100 \quad (2)$$

Figura 9

Severidad de septoriosis en apio

**3.4.3 Altura de la planta**

Se determinó la altura de la planta una vez cada 15 días después del trasplante. Se evaluó 10 de plantas de la parcela neta de cada unidad experimental, se midió desde el ápice la hoja hasta la base del tallo. Para la medición de la variable se hizo uso de una regla.

3.4.4 Longitud del peciolo

Se recolectó esta variable a los 138 días luego de su trasplante durante dos meses que dura su cosecha. Donde, se seleccionó 10 plantas, marcándolas con estacas para la toma de los datos de la parcela neta. Se medirá en centímetros.

Figura 10*Longitud del pecíolo***3.4.1 Peso del pecíolo**

Se recolectó esta variable a los 138 días luego de su trasplante durante dos meses que dura su cosecha. Donde, se seleccionó 10 plantas, marcándolas con estacas para la toma de los datos de la parcela neta. Se medirá en gramos.

3.4.2 Número de peciolo por planta

Se recolectó esta variable a los 138 días luego de su trasplante durante dos meses que dura su cosecha. Donde, se seleccionó 10 plantas, marcándolas con estacas para la toma de los datos de la parcela neta. Se contabilizo el número de peciolo de cada planta seleccionada aptas para el mercado.

Figura 11

Numero de peciolo de apio



3.4.3 Análisis económico de los tratamientos en estudios

El análisis económico se realizó la recolección de todos costos de producción de la investigación donde, se detalló todos los gastos y los costos directos e indirectos generados en el cultivo de apio. Todos los gastos e ingresos de la investigación se los realizó para un total de 1000 metros cuadrados.

4.3.3.1 Relación beneficio / costo

Se realizó al culminar las dos etapas de cosecha del cultivo de apio, el análisis será en función del costo de cada unidad experimental al final de la investigación. Mediante el uso de la siguiente formula:

$$B/C = IT/CT$$

IT = Ingresos Totales

CT = Costos Totales

4.3.3.2 Utilidad

Para determinar la utilidad al final de la investigación, se realizó un estimado de la cantidad de plantas que ocuparon el área de terreno establecido y basándonos en la media del

precio del apio en el mercado. Donde, se hizo el estimo el número de atados que se obtuvo en cada tratamiento establecido en la investigación.

3.5. Manejo específico del experimento

3.5.1 Análisis de suelo

Se tomó diferentes submuestras del suelo a una profundidad de 30 cm, para él envió a realizar los respectivos análisis con la empresa Agrarprojekt. Para la realización de una fertilización acorde a los requerimientos que presente el análisis. En el Anexo 1 se observa los resultados obtenidos del análisis de suelo.

Figura 12

Toma de muestras de suelo



3.5.2 Preparación del suelo

Para la preparación del terreno se empezó con la delimitación del área total con ayuda de un cercamiento para evitar el ingreso de animales, posterior se realizó una desinfección del suelo, la preparación del suelo fue de manera manual.

Figura 13

Desinfección del suelo

**3.5.3 Delimitación unidades experimentales**

Se delimitó las 12 unidades experimentales, de igual manera, se distribuyó los tratamientos biológicos y el control químico mismos señalizados con el uso de rótulos se realizó las codificaciones de cada unidad perteneciente a los 3 bloques. Cada unidad experimental contó con un área de 8.58 metros cuadrados.

Figura 14

Unidades experimentales delimitadas

**3.5.4 Trasplante**

Se realizó un trasplante de un total de 1188 plántulas de apio variedad Mambo. Se realizó orificios en cada hilera a una distancia de 0.30 cm entre orificio y 0.30 cm entre surcos. Cada unidad experimental a una distancia de 0.50 cm. La siembra se realizó el 29 de Julio del 2022.

Figura 15

Siembra de plántulas de apio

**3.5.5 Aplicación de tratamientos**

Para la evaluación de la eficacia de los controladores biológicos se realizó la aplicación de tres productos tales como: Trichomix que contiene esporas de *Trichoderma* spp., Balus que contiene cepas de *Bacillus* spp., y Balus Ant que contiene cepas de la bacteria *Streptomyces* spp., se estableció una aplicación de una dosis 1.5 cc /lt de cada producto en cada unidad experimental con frecuencia de cada 8 días. La aplicación de los controladores biológicos a campo se realizó luego del trasplante. El testigo se aplicó de acuerdo con las instrucciones del producto y la casa comercial.

Figura 16

Aplicación de tratamientos

**3.5.6 Riego**

El riego se lo realizó de forma convencional por surcos, cada 5 a 8 días se tomó en cuenta las condiciones climáticas que se presenten en la zona durante la fase experimental.

3.5.7 Labores culturales

Para el control de malezas, se realizó en cada una de las unidades experimentales en función como se desarrolle la aparición de las malezas para evitar competencia de nutrientes con el cultivo.

Figura 17

Deshierbe manual



3.5.8 Cosecha

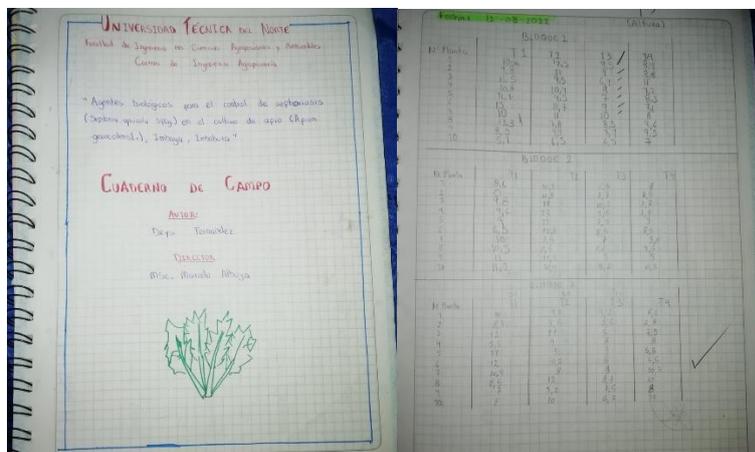
La cosecha se realizó a los 138 días después de su siembra hasta el día 194, fue de forma manual cuando la planta adquiriera su madurez fisiológica, se observó que cada tallo cosechado presente buena sanidad y se elimina los tallos no se encuentren 100% sanos. La investigación está prevista hasta un máximo de dos meses de cosecha, sin embargo, el cultivo puede extenderse hasta 6 meses más de cosecha.

3.5.9 Libro de campo

Esta herramienta nos permitió registrar toda la información de las variables mencionadas anteriormente durante el tiempo que duró la investigación, además, en la recolección de los costos directos e indirectos que se presentaron durante la investigación.

Figura 18

Libro de campo de la investigación



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron después de haber concluido la fase experimental tras la aplicación de los controladores biológicos y su tratamiento convencional para el control de septoriosis en el cultivo de apio.

4.1. Incidencia de septoriosis

De acuerdo con la Tabla 12 los resultados del análisis de varianza indican que para la variable incidencia existen diferencias significativas entre los días después de la siembra (dds) y tratamientos en estudio ($F=7.69$; $gl=24.70$; $p<0.0001$) para la variable incidencia de septoriosis.

Tabla 12

Análisis de varianza de incidencia de septoriosis bajos los tratamientos en estudio

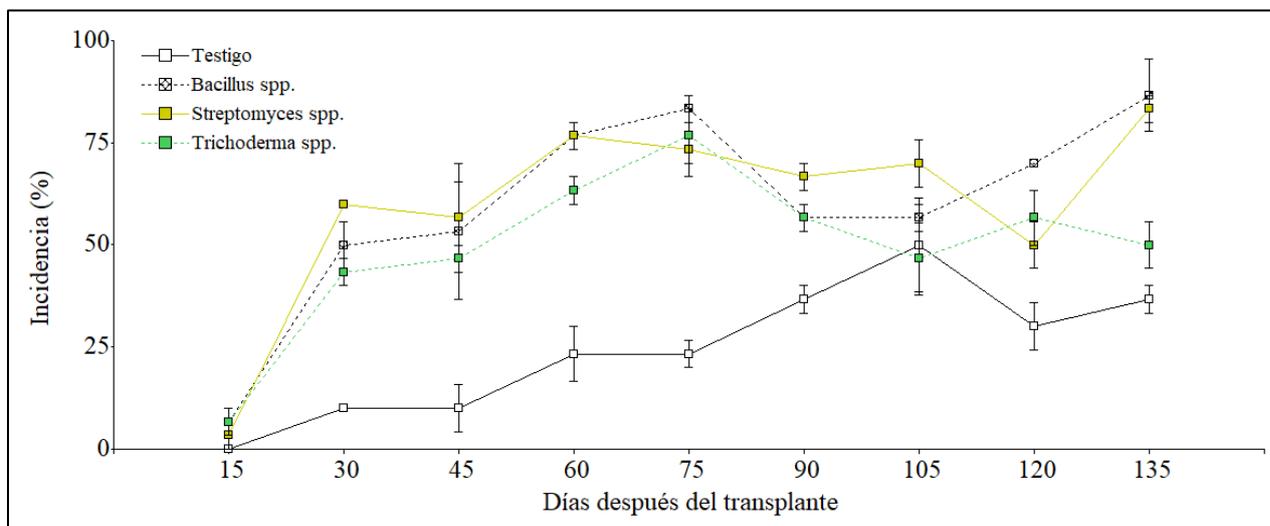
Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad del error	F-value	p-value
Dds	8	70	165.89	<0.0001
Tratamiento	3	70	101.00	<0.0001
dds: Tratamiento	24	70	7.69	<0.0001

Nota. dds=días después de la siembra

En la figura 19 se puede observar el comportamiento de la incidencia de septoriosis tras la aplicación de los agentes biológicos.

Figura 19

Porcentaje de incidencia de septoriosis en el cultivo de apio



CV:53,53

Donde, para el día 60 se observa que *Bacillus* spp., y *Streptomyces* spp., muestran una incidencia del 76% respectivamente en comparación al tratamiento con *Trichoderma* spp que fue mucho menor de 43% aproximadamente. Para el día 75 los 3 tratamientos muestran un incremento en su incidencia sin embargo el tratamiento con *Trichoderma* spp. presenta mejores resultados al transcurso de esos días sin embargo el control químico presentó una incidencia mucho menor a todos los tratamientos biológicos.

Para el día 90, la incidencia de septoriosis disminuye hasta un 56 % para *Bacillus* spp. y *Trichoderma* spp aproximadamente, a diferencia del tratamiento con *Streptomyces* spp, presento mayor incidencia del 66. 67 %. Sin embargo, para el tratamiento con *Trichoderma* spp., tuvo una incidencia menor del 46% sobresale a los demás controladores biológicos posterior a los días de cosecha.

Por lo tanto, *Trichoderma* spp, muestra ser el óptimo tratamiento en la incidencia de septoriosis puesto que al día 120 y 135 se observa una incidencia del 56 y 50 % aproximadamente. Por último, el tratamiento con amistar (testigo) su incidencia fue menor

alcanza el punto más alto en el día 105, donde la presencia de septoriosis fue de un 50%. Cabe destacar que en el día 105 los 4 tratamientos fueron similares en un promedio de 56% de la incidencia.

El umbral de enfermedad para el apio es efectivamente cero debido a que las plantas con lesiones notables en las hojas y pecíolos no son comercializables, ya que los pecíolos enfermos deben ser eliminados manualmente (Ortiz et al., 2016). Su presencia es visible en las hojas más viejas donde se observa picnidios en el centro de las lesiones, hasta el marchitamiento total del follaje (Sandoval, 2015).

Ciertamente, en diversos cultivos *Trichoderma* spp. es un gran controlador así lo menciona el Instituto Español de Comercio Exterior (2009) en donde la incidencia de la enfermedad en las raíces de fresa mostró una significancia estadística, presenta menores porcentajes de incidencia de 17,75 y 16,50 %. A lo que concluye que el tratamiento con *Trichoderma* al momento de colonizar el sistema radicular actúa de manera rápida como antagonista evita infecciones de patógenos vegetales y por lo tanto un crecimiento de raíces más sano.

Por otra parte, Arce (2022) menciona en un ensayo donde utilizó cepas de *Trichoderma* en diferentes patógenos muestra que este género dentro de su investigación la forma de antagonismo es la que sobresale con un 57% en donde sobrecrece en el patógeno como (*Fusarium circinatum*, *Alternaria linarias*, y *Neocytelidium*) cubriéndolos totalmente. Lo cual corrobora con lo anterior mencionado la eficiencia de *Trichoderma* para inhibir el crecimiento de patógenos por medio de sus mecanismos de acción.

Así mismo, al utilizar cepas de *Trichoderma Harzianum* en el control de septoriosis tiene un modo de acción que es inhibir el crecimiento de la enfermedad por competencia de nutrientes y espacio (Sandoval, 2015). En efecto, el control de los hongos patógenos por

Trichoderma spp., provoca un cambio bioquímico en las plantas, en respuesta de defensa, que es similar a la descrita en diversas investigaciones (Paredes, 2015).

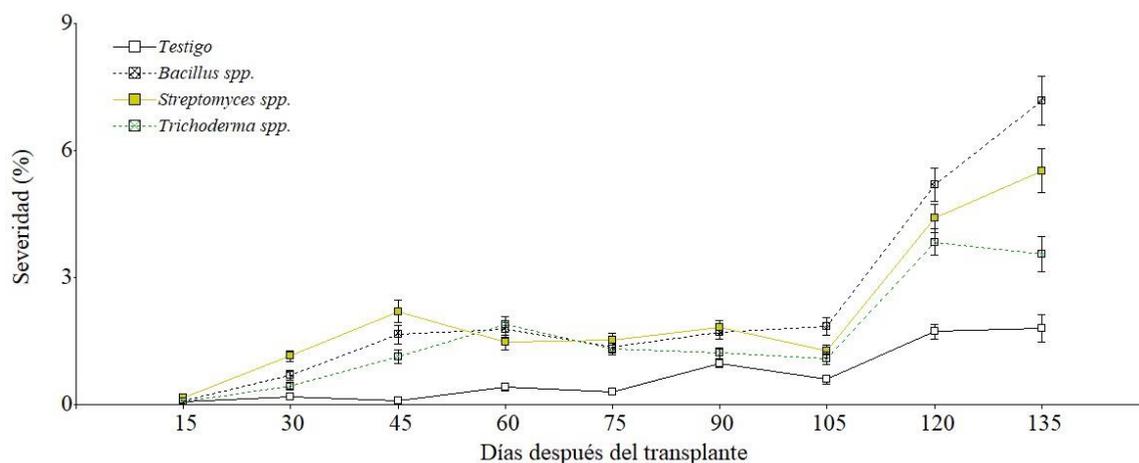
Finalmente, Cruzat y Ionannidis (2010) mostraron en su estudio la acción que existe sobre los patógenos estudiados de *Trichoderma* spp. Demostró especificidad en su acción, lo que hace más seguro el uso de este microorganismo. Es así la eficiencia de las cepas en estudios in vitro y también en cultivos experimentales y comerciales, mostro la viabilidad técnica del uso de este biocontrolador.

4.2. Severidad de septoriosis

Para la variable severidad de septoriosis existe diferencias significativas entre los días después de la siembra y tratamientos en estudio ($T^2=54.22$; $p<0.0001$) para la variable severidad de septoriosis.

Figura 20

Porcentaje de severidad de septoriosis en el cultivo de apio



CV: 186,27

En la figura 20, se puede observar el comportamiento de la severidad de septoriosis tras la aplicación de los agentes biológicos donde, al día 30 y 45 se observa una tendencia en el

tratamiento con *Streptomyces* spp. de 1.15 a 2.20% en comparación a los demás tratamientos que presentaron resultados similares.

A partir del día 60 al 105 existe una misma tendencia en los resultados para los tratamientos biológicos. Sin embargo, del día 120 al 135 los tratamientos alcanzan un pico máximo que va de 5.19 a 7.18 % para el tratamiento con *Bacillus* spp., mostrándose como el tratamiento con mayor severidad de septoriosis seguido, el tratamiento con *Streptomyces* spp., alcanza un punto máximo del 4.40 al 5.53 % en comparación a sus primeros 90 días.

Por el contrario, el tratamiento con *Trichoderma* spp., al día 60 y 120 con 1.90 y 3.84% respectivamente, son los días con severidad más alta que presentaron. Donde, es importante destacar que al día 135 existió una disminución de severidad alcanzo el 3.56% en comparación a días anteriores y demás tratamientos biológicos. Finalmente, el tratamiento testigo mostró un crecimiento constante después de la siembra con una severidad no mayor al 1.79% de septoriosis al día 135.

Se evidencia que *Trichoderma* spp., es el control más efectivo para septoriosis en apio en comparación a los demás tratamientos biológicos presento menores índices de severidad. Sin embargo, no existen estudios del efecto de este hongo en apio más bien en diversos cultivos viene a ser un gran control biológico.

Stocco et al. (2016) menciona que el género *Trichoderma* ha sido estudiado y utilizado para el control biológico de varias especies de fitopatógenos. En su investigación en el cultivo de trigo para control de septoria mancha foliar del trigo mediante una selección y caracterización de *Trichoderma Harzianum*, obtuvo resultados muy favorables donde, 84 cepas de 240 lograron reducir la gravedad de la enfermedad igual o superior al 50% de la mancha foliar del trigo.

Así mismo, se debe tomar en cuenta que, durante la fase experimental, presentó ascensos de precipitación y a la vez coincidía con las labores culturales del cultivo como es el riego en la zona de estudio a los 90 y 105 días. Donde este pudo ser un factor climático de importancia para el progreso de la acción de *Trichoderma* spp., en comparación a los demás tratamientos.

Como lo menciona Martínez et al. (2013), en diversas investigaciones se ha determinado que *Trichoderma* spp., es un hongo aeróbico, con capacidad para resistir un amplio intervalo de temperaturas. Al contar con buena humedad del suelo óptimo de un 60% de la capacidad de retención de humedad de este, por ellos varias especies/cepas de *Trichoderma* son capaces de combatir patógenos foliares y aéreos.

Según Zin y Badaluddin (2020) mencionan que este género presenta mecanismos que suelen estar involucrados como son los antibióticos, el micro parasitismo, la competencia por los nutrientes y también la estimulación de la resistencia sistémica en las plantas. Además, los metabolitos secundarios que expulsa han demostrado su papel en la supresión del crecimiento de microorganismos patógenos y la estimulación del crecimiento de las plantas.

Igualmente, Arce (2022) menciona sobre el antagonismo de cepas de *Trichoderma* spp. que fueron aisladas de suelos agrícolas de Galápagos sobre hongos patógenos, donde, obtuvo que con un 57 % sobrecrece el hongo benéfico completamente al patógeno y cubre totalmente la superficie del medio nivel 1 y así mismo con un 31% sobrecrece las dos terceras partes de la superficie del medio nivel 2; corrobora su eficiencia de para inhibir el crecimiento de patógenos por medio de sus mecanismos de acción.

4.3. Altura de la planta de apio

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza como se muestra en la Tabla 13, se observa que para la variable altura de la planta, se determinó que existe diferencias significativas para los días después de la siembra (dds) y tratamientos en estudio ($F=$; 1.99; $gl=24,1041$; $p<0.0045$) para la variable altura de la planta.

Tabla 13

Análisis de varianza de la altura de la planta

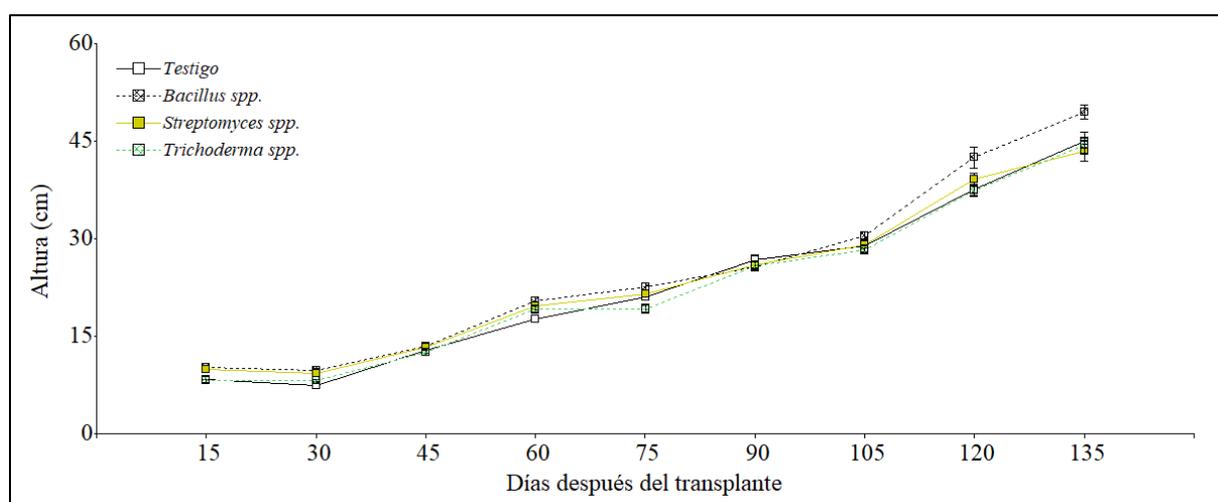
Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad del error	F-value	p-value
Dds	8	1041	1359.56	<0.0001
Tratamiento	3	1041	29.41	<0.0001
dds: Tratamiento	24	1041	1.94	0.0045

Nota. dds=días después de la siembra

En la Figura 21 se observa que a partir del día 15 existe una misma tendencia en la altura de las plantas para todos los tratamientos, sin embargo, se evidencia que el tratamiento con *Bacillus* spp. indica mejores resultados a partir del día 105 hasta iniciar su cosecha.

Figura 21

Altura de las plantas de apio bajo los tratamientos en estudio



CV: 55,00

Rápidamente, se observa que las plantas alcanzan una altura de 42.47 y 49.50 cm a los 120 y 135 días respectivamente con las aplicaciones de *Bacillus* spp. Si comparamos con los tratamientos como *Trichoderma* spp y *Streptomyces* spp no muestran diferencias durante esos días ya que son alturas menores por 4 y 5 cm aproximadamente. Por último, el tratamiento testigo no presentó picos altos de crecimiento de la planta hasta el final del ciclo del cultivo.

En la investigación de Torres (2012) hizo aplicaciones de fertilizaciones orgánicas, en donde su tratamiento testigo obtuvo alturas promedio de 10.3, 18.37 y 37.83 cm para los 30, 60 y 90 días respectivamente con relación a la presente investigación a los 30 y 60 días se presentó alturas promedio de 8.66 y 19.2 centímetros sin embargo para el día 90 el promedio de altura es menor a la investigación mencionada de 20.05 centímetros a pesar de reflejarse una tendencia menor a los anteriores días a partir del día 120 y 135 su tendencia es mayor llega al mayor promedio de 49.5 para el tratamiento con *Bacillus* spp.

Bacillus es uno de los microorganismos más amplios ya que estas bacterias poseen características que les permiten su utilización como promotores del crecimiento vegetal y antagonistas de fitopatógenos (Rojas et al., 2020). En efecto sea evidenciado la capacidad que presenta *Bacillus* al entrar en asociación a plantas, la producción de fitohormonas como auxinas, muestra así sus potencialidades para promover el crecimiento de las plantas y el control biológico de ciertos patógenos (Tejeras et al., 2011).

Vásconez et al. (2020) mencionan en su investigación a *Bacillus* spp, como promotor de crecimiento ya que dentro de su ensayo realizaron aplicaciones en dos hortalizas como son la lechuga y el brócoli donde, lograron determinar que al menos uno de los tratamientos en estudio mostró diferencias significativas en la altura en el cual, obtuvieron un 26,7 % más de crecimiento foliar y un 13.7 % más de crecimiento foliar respectivamente en comparación con las plantas testigo, cabe destacar que dichas bacterias aumentan la longitud y grosor de la planta

debido a las bacterias que se asocian a la raíz producen fitohormonas, incrementan la fijación de nitrógeno y solubilizan fosfatos.

Por otra parte, la densidad de siembra es un factor importante dentro del desarrollo de un cultivo así mismo, en los resultados de la presente investigación se obtuvo un promedio de 49.50 cm de altura con una densidad de siembra igual, Rabinal (2017) menciona que en su investigación con una densidad de 94. 921 plantas por hectárea obtuvieron una altura promedio de 59.15 cm de altura. Se destaca que la mayor altura de las plantas se debe a la competencia por energía lumínica, a mayor densidad existe mayor competencia entre plantas.

Por último, se presenta mismas desventajas que podrían influir en el desarrollo del cultivo de apio donde Machaca (2014) y Quispe (2019) menciona que durante su investigación presentaron efectos negativos de las temperaturas, es posible, que el factor climático no se haya encontrado dentro del rango que el cultivo exige, a temperaturas alteradas, no favorecen al cultivo de apio, ocasiona el rápido entallamiento y floración debido a que las plantas son extraordinariamente sensibles a las bajas temperaturas.

4.4.Longitud del peciolo

Conforme con los resultados del análisis de varianza como se muestra en la Tabla 14, se observa que para la variable longitud del peciolo, se determinó que existe diferencias significativas para los días después de la siembra (dds) y tratamientos ($F=4.69$; $gl=21.926$; $p<0.0001$) para la variable longitud del peciolo.

Tabla 14

Análisis de varianza de la longitud del peciolo

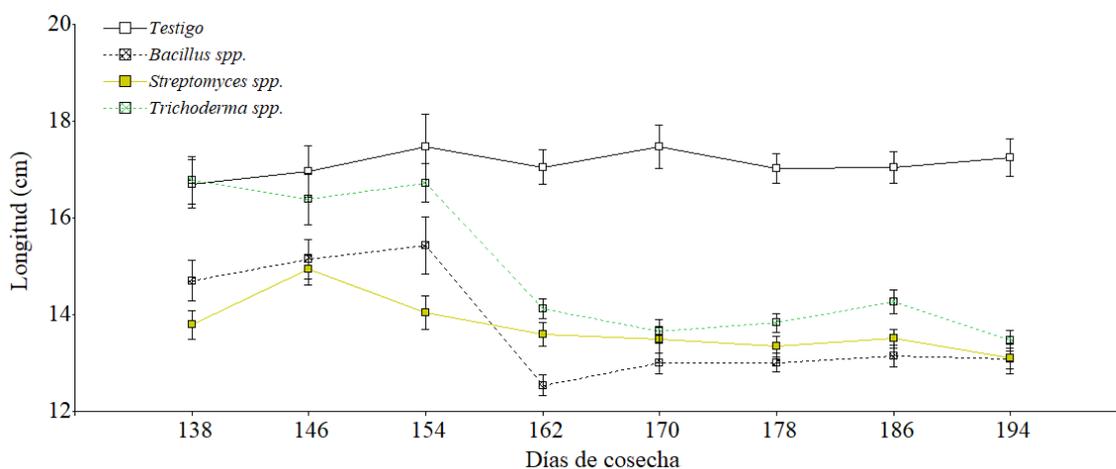
Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad del error	F-value	p-value
Dds	7	926	19.49	<0.0001
Tratamiento	3	926	179.6	<0.0001
dds: Tratamiento	21	926	4.69	<0.0001

Nota. dds=días después de la siembra

En la figura 22 se muestra los resultados promedios de la longitud del peciolo cosechados en los diferentes tratamientos. A partir del día 138, es el primer día de cosecha del apio con una frecuencia de 8 días de cosecha hasta el día 194.

Figura 22

Longitud del peciolo de apio bajo los tratamientos en estudio



CV: 17,12

En cuanto a los días 138, 146 y 154, al ser las 3 primeras cosechas del cultivo se observa que los tratamientos muestran una misma tendencia. Mostrándose al tratamiento con *Trichoderma spp.* con mayores longitudes de peciolo en las tres fechas con promedios de 16.77, 16.39, 16.72 cm respectivamente. Durante esos días el control alcanzó su pico más alto, en comparación a los demás tratamientos.

Seguidamente, se observa un descenso de los resultados para el día 162 mostrándose el tratamiento con *Bacillus* spp. se muestra con el menor promedio de 12.54 cm y *Trichoderma* spp. alcanza 14.12 cm de longitud del peciolo sobresale a los demás tratamientos.

Del mismo modo, al día 170 hasta el día 194 los tratamientos con *Streptomyces* spp. y *Bacillus* spp. muestran ser constantes en sus resultados durante los últimos días de su cosecha. Por el contrario, el tratamiento con *Trichoderma* spp., muestra resultados mayores a los dos anteriores, durante las cuatro últimas fechas de su cosecha donde alcanza el pico máximo de 14.27 cm de longitud del peciolo, es la segunda fecha en alcanzar picos altos mostrándose con los mejores resultados de los tres controles biológicos en estudio para la variable longitud del peciolo. Por último, el tratamiento testigo muestra una tendencia semejante en todos los días de cosecha con un promedio mínimo de 16.70 cm y máximo de 17, 47 cm de longitud del peciolo.

García et al. (2007), menciona en su investigación en donde se basó en un programa de riego con tres tratamientos para lo cual los resultados muestran que el largo de hojas con peciolo fue de 17.40, 18.83 y 19 cm de largo. Los resultados de la investigación presentan resultados similares ya que se tomó únicamente la longitud del peciolo sin contar con el follaje aun así se obtiene un promedio de 17.47 cm de longitud de peciolo. Mostrándose, así como buenos resultados de longitud.

Por otra parte, Casaca (2005) menciona que la recolección del apio la longitud es receptada de dos maneras, en campo se cortan a 35 cm de longitud y dentro de almacén a una longitud entre 27 y 30 cm destaca que el corte debe realizarse siempre por encima del nudo. También, una parte del follaje terminal se recorta considerándose como tamaño estándar o usual, 40 cm medidos desde la base hasta las coronas de los manojos.

Por otro lado, la densidad de siembra también viene hacer un factor que determina la capacidad del cultivo de interceptar recursos: luz, agua y nutrientes, por lo cual se genera una competencia misma que hace que las plantas compartan recursos de manera insuficiente que no permitan su desarrollo óptimo. Además, esto provoca un incremento de área foliar de un cultivo (Golik, 2022).

4.5. Peso de las pencas

Conforme con los resultados del análisis de varianza como se muestra en la Tabla 15, se observa que para la variable peso de peciolos o pencas, se determinó que existe diferencias significativas para los días después de la siembra (dds) y tratamientos ($F=0.95$; $gl=21.926$; $p<0.0296$) para la variable peso de las pencas.

Tabla 15

Análisis de varianza del peso de las pencas de peciolo de apio

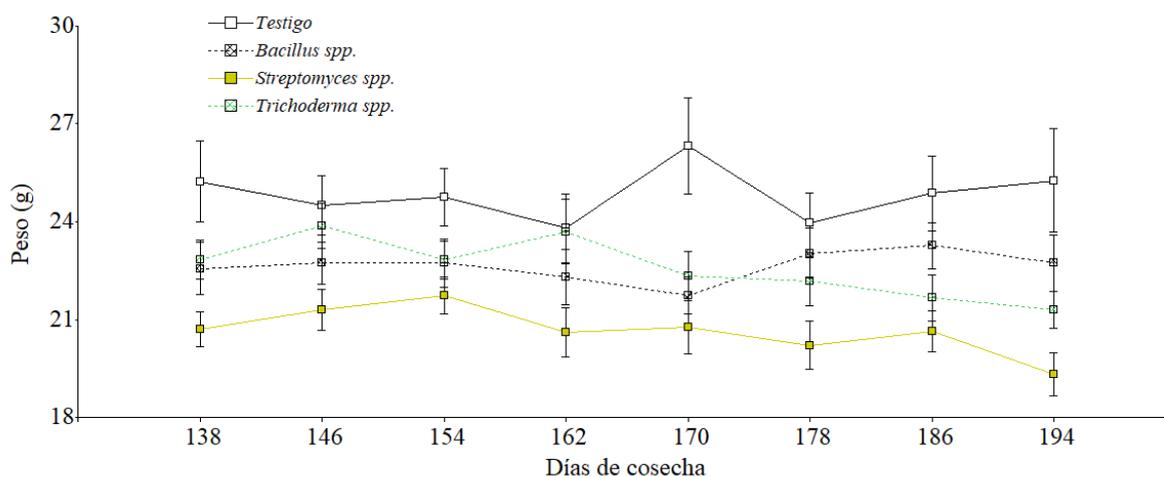
Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad del error	F-value	p-value
Dds	7	926	0.66	<0.7056
Tratamiento	3	926	37.35	<0.0001
dds: Tratamiento	21	926	0.95	<0.0296

Nota. dds=días después de la siembra

La figura 23 muestra el peso promedio de los peciolos obtenidos en cada tratamiento, a los 138 días después de la siembra donde se observa resultados similares. Por el contrario, *Streptomyces* spp. muestra resultados constantes hasta el día 194 sin mostrar picos máximos, pero si un peso menor de 19.33 gramos en comparación a los demás tratamientos.

Figura 23

Peso de las pencas de apio en gramos bajo los tratamientos en estudio



CV: 21.54

A los 146 y 162 días *Trichoderma* spp. alcanza un mayor peso de 23 gramos aproximadamente, los picos más altos para el control a los días mencionados para el tratamiento. A partir del día, 170 *Trichoderma* spp. muestra una declinación de peso de los peciolas a partir de ese día llega a un peso no menor al control con *Streptomyces* spp. de 21.30 gramos.

Por el contrario, a partir de día 170 *Bacillus* spp. presenta una tendencia en sus resultados que van de 22 a 23 gramos de peso promedio de los peciolas para los días 178 al día 194 respectivamente mostrándose como el mejor tratamiento para las últimas tres fechas de cosecha del apio. Finalmente, el tratamiento testigo muestra una tendencia similar en todos los días de cosecha, únicamente muestra un pico máximo de 26.33 gramos en comparación a los demás tratamientos.

Mendoza (2019) en su investigación quien al utilizar 3 dosis de lixiviado de humus obtuvo pesos promedio de 25.33 y un máximo de 59 gramos los demás valores se encuentran dentro del rango. Además, menciona que las pencas de apio aumentan su peso húmedo en cada

cosecha, aumenta su capacidad productiva, va aumenta carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, como también mayor porcentaje de agua, en su composición vegetativa.

Por otra parte, Rabinal (2017) señala en su investigación donde aplicó diferentes densidades de siembra en apio en donde la medición fue de la planta total. Señala que la densidad de siembra correspondiente a 81,361 plantas. ha-1 con una media de 1.489 kg de peso por planta fue la mejor en su estudio a los 110 días de su siembra.

De la misma manera, Carrillos (2002) evaluó tres densidades de siembra por metro cuadrado de superficie de igual manera que el anterior autor por el peso total de la planta obtiene un peso mayor de 308.9, 175, 144.8 gramos. Al observar la tendencia decreciente el autor asume que en el desarrollo óptimo de cada planta de apio mayores poblaciones por superficie, posiblemente exista una competencia por luz y agua.

Así mismo Flores (2021) indica que el distanciamiento de siembra influye en el peso de peciolo por planta indica que las plantas acumulan más biomasa en la parte aérea de la planta. En los resultados obtenidos con respecto al peso de peciolo por planta reflejan a los resultados obtenidos al número de peciolo por planta, donde el distanciamiento de 0.50 x 0.30 cm presentó el mejor valor promedio con 256 g, mientras tanto a un distanciamiento de 0.30 x 0.30 cm obtuve el menor peso de 102 g.

Por último, es importante mencionar que la mayoría de las investigaciones se basan en un plan de fertilización tanto orgánica como química, para mejorar el desarrollo productivo de las plantas, sin embargo, los resultados de la investigación no son muy similares las investigaciones mencionadas debido a que únicamente se realizó una fertilización única para todos los tratamientos por igual, a diferencia que se usó controladores biológicos en el control de septoriosis.

4.6. Número de pencas por planta

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza indican en la Tabla 16, se observa que para la variable número pencas, se determinó que existe diferencias significativas para los días después de la siembra (dds) y tratamientos ($F=1.24$; $gl=21.926$; $p<0.0402$) para la variable número de pencas por planta.

Tabla 16

Análisis de varianza del número de pencas de apio por tratamiento

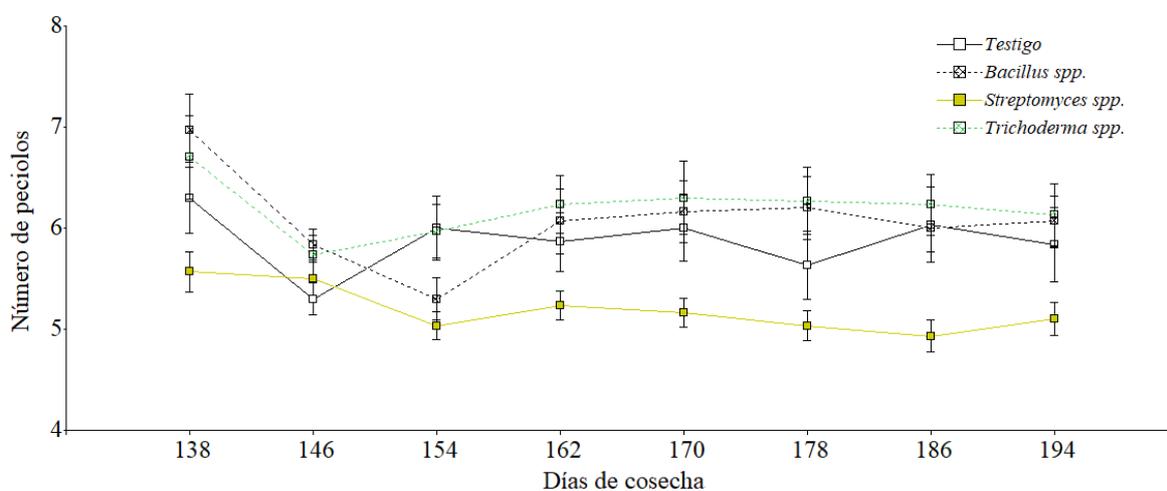
Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad del error	F-value	p-value
Dds	7	926	5.19	<0.0001
Tratamiento	3	926	32.90	<0.0001
dds: Tratamiento	21	926	1.24	0.0402

Nota. dds=días después de la siembra

En la figura 24 se observa el número de peciolos cosechados a partir del día 138, posterior a la recolección que se realizó cada 8 días hasta el día 194 fin del ciclo, para esta variable se realizó la extracción de las pencas de las plantas de apio de forma manual.

Figura 24

Numero de peciolos por planta bajos los tratamientos en estudio



C.V: 26,82

Se observa a los 138 días de su cosecha los tratamientos con mayor número de pencas o peciolos fueron *Bacillus* spp. y *Trichoderma* spp. con un total de 6 peciolos aproximadamente. Seguido al día 146 no se observa muchas diferencias para los tratamientos se encuentran en un rango de 5,30 para el tratamiento testigo y 5,83 para *Bacillus* spp. los demás tratamientos se encuentran dentro de este rango de peciolos recolectados.

Al día 154 se observa que *Trichoderma* spp. muestra mejores resultados con promedio de 5 peciolos cosechados aproximadamente, fue el tratamiento que a partir de esos días presento mayores números de peciolos con resultados constantes donde, su pico máximo es de 6.27 promedio de numero de peciolos. Posterior, al día 138 muestra un crecimiento notorio a tal modo que su número mínimo de peciolos fue de 5.73 a partir de allí mostro una tendencia en sus resultados.

Se aprecia que *Bacillus* spp. es el segundo tratamiento con mejores resultados al número de peciolos con un promedio de 6.07 al día 162 más adelante, se observa que muestra una tendencia contante. Sin embargo, el tratamiento con *Streptomyces* spp. muestra diferencias significativas en comparación a los demás tratamientos al número de peciolos promedio recolectados fue no mayor a 5.57 y 5.50. Por último, el tratamiento testigo presenta menores números de peciolos en comparación al tratamiento con *Trichoderma* spp.

Mendoza (2019) en su investigación obtuvo como menor resultado 4 y un máximo de 9 pencas por planta, expone que su investigación se basó en un plan de fertilización. Sin embargo, a partir de la segunda cosecha presento una disminución de pencas en sus tratamientos debido, a la presencia de plagas. Ambos estudios demuestran que las plagas y enfermedades inciden en el cultivo de apio ya que la presencia de septoriosis dentro del estudio incidió en las pencas aptas a cosechar y se puede ver que el numero promedio de pencas/plantas

obtenidas se encuentran en un rango de 4 y 6 pencas por planta de apio aproximadamente es un resultado aceptable.

Flores (2021) da a conocer en su investigación con un distanciamiento de 0.30 x 0.30 obtiene un promedio de 11 peciolo por planta en donde indica que el distanciamiento de siembra influye significativamente en el número de peciolo ya que, las plantas que tuvieron un mayor espacio para realizar con mayor velocidad su proceso fotosintético que condujo a un mejor desarrollo de la parte aérea de la planta. Dentro del estudio presenta un mismo distanciamiento se llega a un promedio de 6 peciolo por planta aproximadamente para TRT3.

Por otra parte, Carrillos (2002) mostró que a medida que aumenta el número de plantas de apio por metro cuadrado de superficie, el número de tallos se ve disminuido en donde tuvo promedios de 6.37 a 9.50 tallos por planta. Es así como algunos componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento se ven afectados a mayores densidades por área de superficie, a causa de la competencia intravarieta de la planta.

Por último, dentro de la producción de un cultivo las condiciones climáticas son factores relevantes de manera que Machaca (2014) menciona que la temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, porque afecta a la intensidad y velocidad de los procesos fisiológicos, actúa de forma directa sobre la humedad, evaporación e incide en la morfología vegetal.

4.7. Análisis económico de los tratamientos en estudio

Para el análisis económico, se tomó en cuenta todos los costos de producción por cada tratamiento. En la tabla 17 se observa el resumen de los costos de producción, ingresos, R/B y utilidad obtenida del cultivo de apio para un tiempo de 8 meses de cosecha. Dentro de los costos de producción, se consideró la preparación del terreno, actividades de siembra, labores

culturales y cosecha, los insumos utilizados como controladores biológicos, control químico y fertilizantes. A partir del Anexo 3-8 se detallan los costos de producción de cada tratamiento.

Es importante mencionar que el costo de producción para los tres tratamientos con *Bacillus* spp, *Trichoderma* spp y *Streptomyces* spp presentan los mismos valores tienen un mismo costo de producción a diferencia del control testigo donde, la valores varían.

Tabla 17

Resumen del análisis económico del cultivo de apio para 8 meses de cosecha en un área de 1000 metros cuadrados

Detalle	STTT1	BAT2	TRT3	AMT4
Costos de producción	\$ 5027.2	\$ 5027.2	\$ 5027.2	\$ 5078.4
Ingresos	\$ 6225.1	\$ 7278,0	\$ 7448.2	\$ 7033.2
Utilidad	\$ 1197.9	\$ 2250.8	\$ 2421.0	\$ 1954.8
Relación beneficio costo	1.2	1.4	1.5	1.4

De acuerdo con el análisis económico presentado en la Tabla 17, se observa que en un periodo de ocho meses de cosecha del cultivo de apio los tratamientos que presentan ingresos superiores los \$ 7000 aproximadamente son *Trichoderma* spp (TRT3) y *Bacillus* spp (BAT2) donde se aprecia que las utilidades para los dos tratamientos son mayores a los \$ 2000 permitiendo una recuperación satisfactoria de los costos de producción por otra parte el tratamiento testigo que presenta ingresos favorables de igual manera no obstante el tratamiento con menores ingresos fue *Streptomyces* spp. (STT1) debido a que las plantas de apio no alcanzaron en su mayoría a cumplir con las características requeridas hacia el mercado. En el Anexo 8 se detallan todos los detalles mencionados.

Por otra parte, la relación beneficio/costo se evidencia que es más alta para el tratamiento con *Trichoderma* spp (TRT3) es mayor a comparación a los demás tratamientos,

donde se obtiene un beneficio de 1.5 es decir, por cada dólar invertido se obtiene un beneficio de 0.50 centavos. Por el contrario, el tratamiento con *Streptomyces* spp. (STT1) fue mucho menor a todos, sin embargo, se genera una utilidad no limitada a lo esperado en la investigación.

La relación beneficio/costo fue calculada para cada tratamiento en estudio donde, se puede apreciar de manera general valores son superiores a 1. Rosales (2018) afirma que la relación beneficio/costo de un cultivo es aceptable cuando el valor es mayor o igual a 1.0, pues así que al obtener un valor igual a 1.0 significa que la inversión inicial se recuperó satisfactoriamente, sin embargo, los resultados obtenidos no presentan resultados favorables.

Tabla 18

Costos de producción e ingresos del cultivo de apio de un agricultor de la zona de estudio

Detalle	Agricultor
Costos de producción	\$ 1740
Ingresos	\$ 2063
Utilidad	\$ 323
Relación Beneficio costo	1,2

De acuerdo con la Tabla 18 el reporte del agricultor de la zona en estudio, el cultivo de apio es rentable en sus datos que reflejan un periodo de dos cosechas, además, presenta una relación beneficio costo mayor a 1 de igual manera se evidencia que sus ingresos superan a los costos de producción permitiendo una recuperación convincente.

Es importante destacar que el manejo convencional se basa en una combinación de productos químicos que han permitido el control de la enfermedad generando menores pérdidas económicas del cultivo como se puede evidenciar de manera detallada a partir del anexo 9 al

11 donde se observa los diferentes productos tanto de dos casas comerciales como de un agricultor de la zona.

Tabla 19

Resumen de los costos de las diferentes composiciones de productos para septoriosis

Composición 1	Composición 2	Composición 3	Composición 4
Casa comercial	Casa comercial	Casa comercial	Agricultor
\$ 23.30	\$ 37.90	\$ 30.90	\$ 23.25

Los valores de las tres recetas son desiguales ya que, como observa en la tabla 19 el costo de una receta para una sola aplicación puede ser como máximo de \$37.90 y como costo mínimo del agricultor de la zona que son \$23.25 manera semanal ya que de igual manera que la investigación las aplicaciones las realizan cada ocho días e inclusive dentro del manejo convencional lo pueden realizar dos veces por semana.

De acuerdo con el análisis económico de Torres (2003) obtuvo un costo de producción de \$3000 por hectárea generándole una utilidad de \$703.63 cabe destacar que el precio al mercado del apio fue de 0.50 centavos el kilogramo, con ellos una utilidad del 23% todos estos datos son recolectados del tratamiento testigo ya que, sus demás tratamientos presentan utilidades mayores a los \$5000 con un plan de fertilización como se puede analizar los ingresos y utilidades de los tratamientos establecidos en la investigación son inferiores.

Para finalizar, Rabinal (2017) en su investigación obtuvo una rentabilidad del 58.18% genera una relación Beneficio costo de 1.58 con una utilidad de 94.398 quetzales (\$12.259). Donde, tuvo un costo de producción de 59.678 quetzales (\$7.750), tras estudiar tres densidades de siembra con mejores resultados obtuvo la siembra de 94 000 plantas/hectárea. De acuerdo con Cano (2023) los valores reflejados con anterioridad a dólares estadounidenses se encuentran en su último cambio de la equivalencia de \$1 correspondientes a 7.7 quetzales.

De acuerdo con las investigaciones planteadas el cultivo de apio llega a ser un cultivo rentable, sin embargo, dentro de la investigación a una proyección de 8 meses de cosecha el cultivo de apio se lo puede considerar rentable ya que genera utilidades superiores a los costos de producción, además, es importante destacar que los resultados del agricultor de la zona muestran resultados económicos positivos pese a que sus costos podrían incrementar por el costos de las aplicaciones al control de septoriosis.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La presencia de septoriosis en el apio fue notoria donde se determinó que la aplicación de controladores biológicos no presentó efectos significativos sobre la incidencia y severidad, sin embargo, el tratamiento con *Trichoderma* spp. mostró efectos más considerables finalmente, el tratamiento químico fue superior a todos.
- El uso de *Bacillus* spp y *Trichoderma* spp, influyen en las características del cultivo de apio, sin embargo, el control testigo presentó un comportamiento similar, en síntesis, se evidenció que los agentes biológicos presentan mejores características en el desarrollo del cultivo de apio.
- Con respecto al análisis económico el tratamiento más rentable que presentó mayores ingresos fue *Trichoderma* spp, donde, se logra un beneficio mayor a los demás tratamientos. Para finalizar, el tratamiento con resultados inferiores a los demás fue *Streptomyces* spp.

5.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una inmersión de las plántulas de apio en una solución del producto biológico previo al trasplante. Para contrarrestar la presencia de septoriosis durante el desarrollo del cultivo.
- Para un mejor control de septoriosis incrementar o realizar nuevas dosis de aplicación de producto para mejorar los resultados, tanto en características agronómicas como en calidad del cultivo. Ya que el control testigo sus dosis fueron mayores al biológico.
- Por último, se sugiere una nueva densidad de siembra misma que permitirá un mejor manejo y desarrollo del cultivo. Para evitar una competencia por nutrientes, espacio, luminosidad entre otros y tenga las características aptas para el mercado.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Alba Marina Cotes, Yimmy Zapata, Camilo Beltrán Acosta, Sadao Kobayashi, Liz Uribe, Yigal Elad. (2019). *Control biológico de patógenos foliares*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (agrosavia). [ARCHIVO PDF]. <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/21/13/161-1?inline=1>
- Adlercreutz, E. G. (2013). *Manejo integrado de plagas*. Instituto Nacional de manejo Agropecuario [Archivo PDF]. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ea_041013.pdf
- Almaguer Vargas, G., Ayala Garay, A. V., Schwentesius Rindermann, R., y Sangerman-Jarquín, D. M. (2012). Rentabilidad de hortalizas en el Distrito Federal, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000400002
- Amores Andrade, Á. G. (2015). *Comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja cilantro (*Coriandrum sativum*) y apio (*Apium graveolens*) con dos fertilizantes orgánicos en el Centro Experimental “La Playita” UTC 2013*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3517>
- Arce Dávila, J. J. (2022). *Antagonismo de cepas de *Trichoderma* spp. aisladas de suelos agrícolas de Galápagos a diferentes hongos patógenos*. [Tesis de grado, Universidad Científica del sur]. <https://doi.org/10.21142/tb.2021.1873>

- Benavides, Á. C. (2010). *Identificación, control de plagas y enfermedades en hortalizas con el uso de extractos naturales, hongos antagonistas y entomopatógenos*. [Archivo PDF] http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2018/Identificacin_control_de_plagas_y_enfermedades_en_hortalizas_min_edited.pdf
- Cañedo, V., Alfaro, A., y Kroschell, J. (2011). *Manejo integrado de las plagas en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú*. Lima: Centro Internacional de la papa.18
- Cano, M. A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. Y *Pseudomonas* spp. Una revisión . *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, , 14(2), 15-31. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262011000200003
- Cano, A. (2023). Impactos del COVID-19 en Guatemala: un recorrido por los principales indicadores económico-sociales y su vínculo con la agricultura familiar. *Análisis de coyuntura COVID-19 en America Latina, Mayo 2023 Análisis n° 34*.
- Cárdenas, J. A. (2020). *Caracterización microbiológica y producción de *Trichoderma harzianum* Y *Trichoderma viride* en cultivo artesanal* [Tesis de posgrado, Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8662/tesis615.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrillos Romero, C. (2002). *Evaluación de tres densidades y dos arreglos espaciales en producción orgánica hidropónica de apio (*Apium graveolens* L.)*. [Tesis de grado, Universidad del Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1560>

- Casaca, D.A. (2005). El cultivo de apio. Guías Tecnológicas de frutas y Vegetales.
- Chile la Serena, B. T. (2017). *El cultivo de apio*. [Archivo PDF].
[.http://allmacigos.cl/bt/EL%20CULTIVO%20DEL%20APIO.pdf](http://allmacigos.cl/bt/EL%20CULTIVO%20DEL%20APIO.pdf)
- Chinchilla, C., y Mora, M. (1986). Evaluación de fungicidas para el combate de *Septaria apiicola* en apio (*Apium graveolens*) [Archivo PDF].
https://www.mag.go.cr/rev_agr/v10n01-2_051.pdf
- Comercio Ibarra. (2017). Compañía de Economía Mixta Mercado Mayorista de Ibarra.
<http://mercadomayoristaibarra.com/web/>
- Condori Pacsi, S. J., Fernández Guzman, P. R., y Valderrama-Valencia, M. R. (2019). Aislamiento y caracterización de *Streptomyces* spp rizosféricos promotores del crecimiento vegetal. *Idesia*, 37(2), 109-116. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019000200109>
- Consentino, B. B., Virga, G., La Placa, G. G., Sabatino, L., Roupheal, y., Ntatsi, G., Pasquale, C. (2020). Celery (*Apium graveolens* L.) Performances as Subjected to Different Sources of Protein Hydrolysates. *Plants*. <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/12/1633>
- Corrales Ramírez MSc, L. C., Caycedo Lozano, L., Gómez Méndez, M. A., Ramos Rojas, S. J., y Rodríguez Torres, J. N. (2017). *Bacillus* spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. *Nova*, 15(27), 46-65.
<http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v15n27/1794-2470-nova-15-27-00046.pdf>
- Cordo, C. A., Consolo, V. F., Astiz Gassó, M. M., Simón, M. R., Kripelz, N. I., y Mónaco, C. I. (2014). *Septoriosis del trigo en la Argentina: observaciones prácticas para el manejo de la enfermedad*. [Archivo PDF].

<http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/66833/Resumen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Crawford, D. (10 de enero de 2005). *La septoriosis de la hoja mancha en hojas de apio*. Alamy, fotografías, vectores y videos. <https://www.alamy.es/foto-la-septoriosis-de-la-hoja-mancha-en-hojas-de-apio-15475084.html>

Cruzat, R. G. y Ionannidis, D.N. (2010). *Biocontrol de Enfermedades Fungosas con Trichoderma spp.* Ograma Ltda.

De Albuquerque Maranhão, E. A., y de Albuquerque Maranhão, E. (2008). Hongos entomopatógenos: importante herramienta para el control de “moscas blancas”(Homoptera: Aleyrodidae) . *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*. <https://journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/180>

Diaz Reina, D. D. (2022). *Evaluación de abonos orgánicos y micorrizas sobre el rendimiento de cultivo de apio (Apium graveolens) en el municipio de IpiALES*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi].

Ezziyyan, M., Pérez Sánchez, C., Sid Ahmed, A., Requena, M. E., y Candela, M. E. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Anales de Biología*. No. 26,35-45. <https://revistas.um.es/analesbio/article/view/30441/29631>

Flores Arana, E. A. (2021). *Distanciamiento de siembra y su influencia en las características agronómicas y rendimiento de Apium graveolens L. “apio”, Zungarococha-Loreto*. [Tesis de grado, Escuela Profesional de Agronomía]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7509>

- Flores Orna, J. J. (2022). *Propuesta de planificación agrícola para las once asociaciones vinculadas al proyecto de comercio justo del cantón Riobamba*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/17819/1/13T01040.pdf>
- García Bernal, M., Medina Marrero, R., Abasolo Pacheco, F., Ojeda Silvera, C. M., Arcos Ortega, G. F., y Mazón Suástegui, J. M. (2022). Efecto antifúngico de la cepa de *Streptomyces* sp. RL8 y su acción promotora en la germinación y crecimiento inicial del frijol Tépari (*Phaseolus acutifolius* Gray). *Terra Latinoamericana*, 40.
<https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1067>
- García, S., Cun, R., y León, M. (2007). Respuesta del apio (*Apium graveolens* L) y perejil (*Petroselinum crispum*, Mill), a diferentes coeficientes de cultivo en condiciones de organopónicos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 16(3), 1-5.
<https://www.redalyc.org/pdf/932/93216301.pdf>
- Gavilanes, A. B. (2015). *Control biológico del tizón tardío *Phytophthora infestans* en papa *Solanum tuberosum* a través de consorcios microbianos formados por hongos nativos del género *Trichoderma* sp.* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7692/1/UPS-CT004553.pdf>
- Gyenis, L., Anderson, NA y Ostry, ME (2003). Control biológico de la enfermedad de la mancha foliar por *Septoria* del álamo híbrido en el campo. *Enfermedad de las plantas*.
<https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.7.809>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Antonio Ante. (2017), Datos Generales.
<https://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/index.php/canton/poblacion/17-canton/99-imbaya>

- Goites, E. D. (2008). *Manual de cultivos para la Huerta Orgánica Familiar*. [Archivo PDF]. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_.pdf
- Golik, S. I. (2022). Trigo: siembra y densidad. *Libros de Cátedra*
- Hernández Melchor, D. J., Ferrera Cerrato, R., y Alarcón, A. (2019). Trichoderma: agricultural and biotechnological importance, and fermentation systems for producing biomass and enzymes of industrial interest. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences, ex Agro-Ciencia*, 35(1), 98-112. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203133025>
- Hernández, L. P., Reséndiz Martínez, F., y Arriola Padilla, V. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México. *Revista mexicana de ciencias forestales*. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.496>
- Hilal, A., & Ghebrial, E. (2015). Occurrence of late blight (*Septoria apiicola* Speg.) on celery (*Apium graveolens* L.) in Egypt. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 43(1), 187-188. [10.21608/ejp.2015.94686](https://doi.org/10.21608/ejp.2015.94686)
- Hui lian, X., Rongyan, X., Feifei, Q., Gang, M., Yi Y., y Shailendra, K .S. (2008). Biological pest and disease control in greenhouse vegetable production. *Acta Horticulturae*, . [10.17660 / ActaHortic.2008.767.23](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.767.23) [10.17660/ActaHortic.2008.767.23](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.767.23)
- Ilustración de stock. (23 de marzo 2019). *Etapas de cultivo de apio*. <https://www.istockphoto.com/es/vector/etapas-de-cultivo-de-apio-planta-de-apio-en-crecimiento-cosecha-vegetal-de-gm1137719451-303489741>

- Infante, D., Martínez , B., González, N., y Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos a frente a hongos. *Revista Protección Vegetal* Vol. 24. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002
- Infoagro. (2003). El cultivo del apio. <https://www.infoagro.com/hortalizas/apio.htm>
- Instituto Español de Comercio Exterior. (2009). *Efecto aplicación de Trichoderma harzianum sobre la incidencia de Damping off en el cultivo de fresa (Fragaria vesca l) en la zona de el Quinche provincia de Pichincha.* [ARCHIVO PDF] <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/140/T-UTB-FACIAG-AGR-000037.03.pdf;jsessionid=79E8DEBA6471615E557B740C50812EC3?sequence=10>
- Insuasti Andrade, J. C. (2021). *Análisis de sistemas de almacenamiento para brócoli (Brassica oleraceae) y apio (Apium graveolens) en centros de distribución del cantón Ambato* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7906/1/TESIS%20FINAL%20Juan%20Carlos%20Andrade.pdf>
- Jaramillo, N. (2001). *El manejo agronómico de cultivos como herramienta de manejo integrado de plagas y enfermedades tendientes a la producción limpia de hortalizas* [Archivo PDF]. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17813/42422_46311.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Joshi, R., y McSpadden Gardener, B. B. (2006). Identification and characterization of novel genetic markers associated with biological control activities in *Bacillus subtilis*. *Phytopathology*, 96(2), 145-154. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0145>

- Lin, H. A., Villamil, M. B., y Mideros, S. X. (2020). Characterization of Septoria brown spot disease development and yield effects on soybean in Illinois. *Canadian Journal of Plant Pathology* . <https://doi.org/10.1080/07060661.2020.1755366>
- López Franco, R., Álvarez Aldana, A., León Rodríguez, D. A., Taylor Orozco, V. M., Guiral Guiral, D., Ríos Cifuentes, S., y Vergara Acevedo, S. (2020). *La investigación con Streptomyces spp. como herramienta para el estudio de los microorganismos del suelo.*
- Leime Pillajo, M. L. (2013). *Evaluación del comportamiento en poscosecha del apio (apium graveolens), con tres atmósferas modificadas y tres temperaturas de almacenamiento en la provincia de Cotopaxi, 2013* [Tesis de grado, Universidad técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2571/1/T-UTC-00107.pdf>
- Machaca Sosa, F. M. (2014). *Efecto de niveles de estiércol de ovino en el rendimiento de variedades apio (Apium graveolens L.), bajo ambiente protegido en el municipio de El Alto* (Doctoral dissertation). [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://hdl.handle.net/123456789/5116>
- Martínez, B., Infante, D., y Reyes, Y. (2013). Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal*, 28(1), 1-11. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1010-27522013000100001
- Mathieu, D., y Kushalappa, A.C.(1993). *Effects of temperature and leaf wetness duration on the infection of celery by Septoria apiicola*. *Phytopathology*. [ARCHIVO PDF]. https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1993Articles/Phyto83n10_1036.PDF
- Mendoza Escobar, D. R. (2019). *Evaluación del efecto de tres dosis de lixiviado de humus de lombriz en el comportamiento productivo de apio (Apium graveolens L.) bajo ambiente*

- protegido en la zona de Callapa-La Paz* (Doctoral dissertation). [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés].
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/20693>
- Méndez, M. (2005). Manejo integrado de plagas en hortalizas. Un Manual para Extensionistas. [ARCHIVO PDF].
https://www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf
- Mendieta, J. F. (2017). *Efecto de soluciones nutritivas en 2 variedades de apio (Apium graveolens) sembrado en condiciones hidropónicas en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas* [Tesis de grado, Universidad Estatal de Quevedo].
<http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3301>
- Mohammed Ezziyyani, C. P. (2004). *Trichoderma harzianum como biofungicida para el biocontrol de Phytophthora capsici en plantas de pimiento (Capsicum annuum L.)*. [Archivo PDF]. <https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/05-TRICHODERMA.pdf>
- Mónaco, C., Stocco, M., Lampugnani, G., Abramoff, C., Kripelz, N., y Cordo, C. (2015). Capacidad biocontroladora de *Trichoderma* sp. sobre la manifestación de la septoriosis del trigo. *Curso de Terapéutica vegetal*. <http://hdl.handle.net/11086/2514>
- Morales Garcés, C. E. (2022). *Biofortificación del cultivo de apio (Apium graveolens) mediante la utilización de Yodo agrícola*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36984/1/Tesis-338%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Morales%20Garc%C3%A9s%20Christian%20Eliseo.pdf>

- Moscol Pozo, L. A. (2018). *Producción hidropónica de apio (Apium graveolens) y lechuga (Lactuca sativa), inyectando micronanoburbujas en el riego*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3677>
- Nagua Ortega, E. S. (2016). *Uso de la bacteria bacillus subtilis como agente de control biológico de hongos fitopatógenos en cultivos tropicales*. [Tesis de gradi, Universidad Técnica de Machala] http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7606/1/DE00003_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf
- Nava Pérez, E., García Gutiérrez, C., Camacho Báez, J. R., y Vázquez Montoya, E. L. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46125177003.pdf>
- Nicaragua, I. I. (Agosto de 2017). *Guía Práctica de Exportación de apio a los Estados Unidos* [Archivo PDF]. <http://repiica.iica.int/docs/b3431e/b3431e.pdf>
- Nicholls, C. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. *Ciencia y tecnología*. Universidad de Antioquia
- Ortiz, F., Rodríguez, D., Sanabria, M. E., y Pineda, J. (2016). Manejo del tizón tardío del celery (*Apium graveolens* L. var. Dulce) usando extractos vegetales bajo condiciones controladas. *Bioagro*, 28(2), 87-94. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612016000200003&script=sci_arttext
- Ortiz, F., Ulacio, D., Rodríguez, D., y Urdaneta, L. (2013). Validación y comparación de dos escalas diagramáticas para la medición del tizón tardío del apio (*Apium graveolens* L. var. dulce). *Fitopatología Colombiana*, 36(2), 37-40.

- Paredes, A. E. (2015). *Acción biofungicida con aplicaciones de Trichoderma harzianum para controlar la mancha de la hoja del trigo* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/54256>
- Pariona, D., Higaonna, C., y Matos, B. (2001). *Enfermedades en hortalizas. Obtenido de Instituto nacional de investigacion agraria*[Archivo PDF]. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/863/1/Pariona-Enfermedades_Hortalizas.pdf
- Pino, M. d. (2014). *El cultivo de apio*. [ARCHIVO PDF]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/66573>
- Quenum, L. E. (2010). *Comparación entre la producción ecológica e integrada de hortalizas en base a parámetros del cultivo y del suelo* [Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Valencia]. <http://hdl.handle.net/10251/7347>
- Quispe Lacastro, V. S. (2019). *Efecto de la incorporación de “te” de pollinaza al suelo y follaje en el rendimiento de apio (apium graveolens) en la irrigación Majes*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11597>
- Rabinal, S. H. (2017). *Evaluación de tres densidades de siembra en la producción de apio, (Apium graveolens L.), en la aldea chirijuyú, tecpán, chimaltenango, guatemala, c.a.* [Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6894/1/STEVENS%20HORACIO%20SUREC%20ORABINAL.pdf>

- Robak, A., y Wodarek , J. (2015). Possibilities of integrated protection against septoria late blight of celery using of conventional and natural products. *Progress in Plant Protection*. 10.14199/ppp-2015-029
- Rojan, J. P., Tyagi, R. D., Prévost, D., Brar, S. K., Pouleur, S., y Surampalli, R. Y. (2010). Mycoparasitic *Trichoderma viride* as a biocontrol agent against *Fusarium oxysporum* f. sp. adzuki and *Pythium arrhenomanes* and as a growth promoter of soybean. *Crop Protection*, 29(12), 1452-1459. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.08.004>
- Rojas Badía¹, M.M., Bello González, M.A., Ríos Rocafull, A., Lugo Moya, D., y Rodríguez Sánchez, J. (2020). Utilización de cepas de *Bacillus* como promotores de crecimiento en hortalizas comerciales. *Acta Agronómica*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v69n1/0120-2812-acag-69-01-54.pdf
- Romero Arenas, O., Huerta Lara, M., Huato, M. D., Domínguez Hernández, F., y Arellano Victoria, D. A. (2009). The characteristics of *Trichoderma harzianum* as a limiting agent in edible mushrooms. *Revista Colombiana de Biotecnología*.149. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752009000200015&script=sci_abstract&tlng=pt
- Romero, C. C. (2002). *Evaluación de tres densidades y dos arreglos espaciales en producción orgánica hidropónica de apio (*Apium graveolens* L.)*. [Tesis de grado, Universidad de el Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1560>
- Rosales Villao, V. M. (2018). *Análisis económico de la producción y comercialización de la sandía *Citrullus lanatus* en el centro de práctica Manglaralto, provincia de Santa*

- Elena [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
<http://repositorio.upse.edu.ec:8080/jspui/handle/46000/4281>
- Rupay Pecan, E. J. (2017). *Efecto de tres sustratos orgánicos en el rendimiento del cultivo de apio (Apium graveolens var. Dulce) en el distrito y provincia de carhuaz* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo].
http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1994/T033_43528002_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Saiz, Y. (21 de septiembre 2018). *Las 12 frutas y verduras que más pesticidas contienen*. La vanguardia
<https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20180921/451932266973/las-12-frutas-y-verduras-que-mas-pesticidas-contienen.html>
- Sanchez, J. (2017). *Efecto de aplicación del biofertilizante humega en tres diferentes dosis en la producción del apio (Apium graveolens l var. bonanza), en condiciones del valle de Santa Catalina*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada Antenor Orrego].
- Sandoval, K. C. (2015). *Aplicación foliar de cuatro biofungicidas y un biofermento para el control de la septoriosis, causada por Septoria apiicola en el apio (Apium graveolens) hidropónico*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica].
<file:///D:/Users/PC/OneDrive%20-%20Universidad%20Tecnica%20del%20Norte/Escritorio/Descargas/WindowsUpdate/39352.pdf>
- Santos Aguirre, G. E. (2019). *Efecto de tres inductores de crecimiento en el rendimiento de dos variedades de Apio (Apium graveolens) en condiciones de Yanahuanca*. [Tesis de

grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2057>

Sellem, I., Triki, M. A., Elleuch, L., Cheffi, M., Chakchouk, A., Smaoui, S., y Mellouli, L. (2017). The use of newly isolated *Streptomyces* strain TN258 as potential biocontrol agent of potato tubers leak caused by *Pythium ultimum*. *Journal of basic microbiology*, 57(5), 393-401. DOI 10.1002/jobm.201600604

Sendra, N., Tonelli, B., Alí, y Sergio. (2011). *Cátedra Horticultura el cultivo del apio*. [ARCHIVO PDF].<https://docplayer.es/22949595-Catedra-horticultura-el-cultivo-del-apio.html>

Simbaña, J. M. (2011). *Evaluación agronómica del cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) a la aplicación foliar de tres bioestimulantes en tres dosis, en tumbaco provincia pichincha* [Tesis de Grado, Universidad Estatal de Bolívar].
<http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/997/1/038.pdf>

Sosa, F. M. (2007). *Efecto de niveles de estiércol de ovino en el rendimiento de variedades de apio (*Apium graveolens* L.), bajo ambiente protegido en el municipio de el alto* [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5116/T-1157.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Stocco, M. C., Mónaco, C. I., Abramoff, C., Lampugnani, G., Salerno, G., Kripelz, N., ... Consolo, V. F. (2016). Selection and characterization of Argentine isolates of *Trichoderma harzianum* for effective biocontrol of *Septoria* leaf blotch of wheat. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(3). <https://doi.org/10.1007/s11274-015-1989-9>

- Rabinal Surec, S. H. (2017). *Evaluación de tres densidades de siembra en la producción de apio, (Apium graveolens L.), en la Aldea Chirijuyú, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, CA* [Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2057/1/T026_71245419_T.pdf
- Susan, V. R., y Fereres Castiel, A. (2017). Control biológico de plagas y enfermedades de los cultivos [Archivo PDF]. <https://core.ac.uk/download/pdf/36025273.pdf>
- Tecnología, C. d. (2014). Centro de Educación y Tecnología. Chile, [Archivo PDF]. <http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/146882>.
- Tejeras Hernández, B., Rojas Badía, M. M., y Heydrich Pérez, M. (2011). Potencialidades del género Bacillus en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 42(3), 131-138. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181222321004.pdf>
- Torres, N. (2012). *Efecto de tres abonaduras orgánicas en el cultivo de apio (Apium graveolens) en la zona de la Libertad Cantón Espejo, Provincia del Carchi* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/459>
- Trueman, C. L., McDonald, M. R., Gossen, B. D., y McKeown, A. W. (2007). Evaluation of disease forecasting programs for management of septoria late blight (*Septoria apiicola*) on celery. *Canadian journal of plant pathology* <https://doi.org/10.1080/07060660709507479>
- Valle, L. M. (2013). La agricultura familiar en el Ecuador. *Quito, Pichincha, Ecuador*. [Archivo

PDF].https://flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/la_agricultura_familiar_en_el_ecuador.pdf

Vallejo Amaya, J. E. (2013). *Elaboración de un manual guía técnico práctico del cultivo de hortalizas de mayor importancia socioeconómica de la región interandina*. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2037/1/T-UCE-0004-37.pdf>

Vásconez, R. D. A., Mossot, J. E. M., Shagñay, A. G. O., Tenorio, E. M., Utreras, V. P. C., y Suquillo, I. D. L. Á. V. (2020). Evaluación de *Bacillus* spp. como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) en brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y lechuga (*Lactuca sativa*). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-16.
<https://revistacta.agrosavia.co/html/1465/>

Viera Arroyo, W. F., Tello Torres, C. M., Martínez Salinas, A. A., Navia Santillán, D. F., Medina Rivera, L. A., Delgado Párraga, A. G., y Jackson, T. (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 128-149.
<https://doi.org/10.36610/j.jsab.2020.080200128>

Villarreal Delgado, M. F., Villa Rodríguez, E. D., Cira Chávez, L. A., Estrada Alvarado, M. I., Parra Cota, F. I., y Santos Villalobos, S. D. L. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1), 95-130.

Vinchira Villarraga, D. M., y Moreno-Sarmiento, N. (2019). Control biológico: Camino a la agricultura moderna. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1), 2-5.

Zin, N. A., y Badaluddin, N. A. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 168–178.
<https://doi.org/10.1016/j.aoas.2020.09.003>

ANEXOS

Anexo 1

Resultado del análisis de suelo

RESULTADOS

Código Agrarprojeckt:

UTN-211221

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Suelo
Cultivo:	Cilantro
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Lote 1

Contenido de macro- y microelementos en mg / kg de suelo seco

Análisis		Unidad	*Método de Extracción	*Niveles Adecuadas para Hierbas Aromáticas - Cultivos Intensivos	Resultado
Características del Suelo	Materia Orgánica	%	-	4 - 8	4,2
	Conductividad (CE)	mS/cm	Vol. 1:2	0,5 - 1,0	0,44
	pH (en H ₂ O)	-	Vol 1:2	-	8,5
	pH (en KCl)	-	Vol 1:2	5,8 - 7,0	7,5
Macronutrientes	Nitrato (NO ₃ -N)	mg/kg	Extracto Agua	-	14,9
	Amonio (NH ₄ -N)	mg/kg	NaCl 0,05 M	-	5,6
	(NO ₃ +NH ₄)-N	mg/kg	-	30 - 45	20,5
	Fósforo (P)	mg/kg	NaHCO ₃ 0,5M	25 - 40	63,0
	Potasio (K)	mg/kg	NaCl 0,05 M	100 - 240	128
	Magnesio (Mg)	mg/kg	NaCl 0,05 M	45 - 120	201
	Calcio (Ca)	mg/kg	NaCl 0,05 M	400 - 1000	525
Azufre (SO ₄ -S)	mg/kg	Extracto Agua	10 - 15	8,9	
Micronutrientes	Hierro (Fe)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	20 - 50	10,2
	Manganeso (Mn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	6 - 30	23,2
	Cobre (Cu)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1,0 - 4,0	1,9
	Zinc (Zn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1,2 - 6,0	3,0
	Boro (B)	mg/kg	Extracto Agua	0,15 - 0,60	0,57
Peligro de Salinidad	Sodio (Na)	mg/kg	Extracto Agua	< 140	57,8
	Cloruro (Cl ⁻)	mg/kg	Extracto Agua	< 210	8,6
	Salas Totales	mg/kg	Extracto Agua	< 2000	367

Anexo 2

Libro de campo recolección de datos variable altura

15

Fecha: 12-08-2022 (Altura)

BLOQUE 1

N: Planta	T1	T2	T3	T4
1	10cm	12,5	9,5	8,4
2	9,8	11	9,1	8,8
3	11,5	9,5	6,4	11
4	10,8	10,9	7	12
5	11,4	9,5	7	10,3
6	13	11,7	9,9	11
7	10	11	10	8
8	13,3	7,8	8,5	9,6
9	8,9	9,7	7,7	9,5
10	5,7	6,5	6,5	7

BLOQUE 2

N: Planta	T1	T2	T3	T4
1	8,6	10,3	6,5	8
2	0	10,8	7,7	8,5
3	9,8	11	10,2	7,7
4	9,6	13	9,5	7,9
5	9	11	7,5	9
6	6,5	12,8	8,5	8,5
7	10	8,5	7	9,8
8	10,5	8,5	8,6	9,5
9	11	11,5	9	9
10	11,2	10,9	9,7	10,5

BLOQUE 3

N: Planta	ST T1	BA T2	Tre T3	T4
1	10	9,7	9,1	6,6
2	8,3	9,6	7,5	6,8
3	12	11	5	7,9
4	9,5	9	8	8
5	11	9	9	5,5
6	12	10,5	8	5,5
7	10,4	8	9	10,5
8	8,5	12	8,7	10
9	7,7	9,2	7,5	8
10	8	10	6,7	7,7

Anexo 3

Costos fijos de producción del cultivo de apio bajo los tratamientos en estudio por una superficie de mil metros cuadrados

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
A. Costos directos				
1. Preparación del terreno				
Análisis de suelo	Unidad	1	60	60
Rastra	Hora	1	15	15
Guachada	Jornal	2	15	30
2. Mano de obra				
Siembra	Jornal	4	15	60
Labores culturales	Jornal	8	15	120
Aplicación de tratamientos	Jornal	5	15	75
Fertilización	Jornal	3	15	45
Riego	Jornal	3	15	45
Cosecha	Jornal	4	15	60
3. Insumos				
Plántulas	Unidad	11540	0.02	230.8
Controladores Biológicos	Unidad	5	14.5	72.5
Fertilizantes				
Nitrato de potasio	libras	50	1.8	90
Sulfato de amonio	libras	50	0.6	30
Ecuabonaza	libras	40	0.25	10
Muriato de potasio	libras	252	0.6	151.2
Nitrato de calcio	libras	138	1.6	220.8
4. Materiales				
Piolas	Rollos	8	3	24
B. Costos indirectos				
Arriendo	m2	1	150	100
Subtotal				1489.3
Imprevistos 5%				74.5
TOTAL				\$ 1563.8

Anexo 4

Costos fijos de producción del cultivo de apio bajo el tratamiento convencional en estudio por una superficie de mil metros cuadrados

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
A. Costos directos				
1. Preparación del terreno				
Análisis de suelo	Unidad	1	60	60
Rastra	Hora	1	15	15
Guachada	Jornal	2	15	30
2. Mano de obra				
Siembra	Jornal	4	15	60
Labores culturales	Jornal	8	15	120
Aplicación de tratamientos	Jornal	5	15	75
Fertilización	Jornal	3	15	45
Riego	Jornal	3	15	45
Cosecha	Jornal	4	15	60
3. Insumos				
Plántulas	Unidad	11540	0.02	230.8
Amistar Top	Unidad	7	12.1	84.7
Fertilizantes				
Nitrato de potasio	libras	50	1,8	90
Sulfato de amonio	libras	50	0,6	30
Ecuabonaza	libras	40	0.25	10
Muriato de potasio	libras	252	0.6	151.2
Nitrato de calcio	libras	138	1.6	220.8
Materiales				
Piolas	Rollos	8	3	24
B. Costos indirectos				
Arriendo	m2	1	150	100
Subtotal				1501.5
Imprevistos 5%				75.1
TOTAL				\$ 1576.6

Anexo 5

Proyección costos de producción tratamientos biológicos para un año en 1000m2

Concepto	MES 1-2		MES 3-4		MES 5-6		MES 7-8		COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	
	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)		
A. Costos directos										
1. Preparación del terreno										
Análisis de suelo	Unidad	1	60	60	60	0	60	0	60	0
Rastra	Hora	1	15	15	15	0	15	0	15	0
Guachada	Jornal	2	15	30	15	0	15	0	15	0
2. Mano de obra										
Siembra	Jornal	4	15	60	15	0	15	0	15	0
Labores culturales	Jornal	8	15	120	15	120	15	120	15	120
Aplicación de tratamientos	Jornal	5	15	75	15	75	15	75	15	75
Fertilización	Jornal	3	15	45	15	45	15	45	15	45
Riego	Jornal	3	15	45	15	45	15	45	15	45
Cosecha	Jornal	4	15	60	15	60	15	60	15	60
3. Insumos										
Plántulas	Unidad	11.540	0,02	230,8	0,02	0	0,02	0	0,02	0
Controladores Biológicos	Unidad	5	14,5	72,5	14,5	72,5	14,5	72,5	14,5	72,5
Fertilizantes										
Nitrato de potasio	libras	50	1,8	90	1,8	90	1,8	90	1,8	90
Sulfato de amonio	libras	50	0,6	30	0,6	30	0,6	30	0,6	30
Ecuabonaza	libras	40	0,25	10	0,25	10	0,25	10	0,25	10
Muriato de potasio	libras	252	0,6	151,2	0,6	151,2	0,6	151,2	0,6	151,2
Nitrato de calcio	libras	138	1,6	220,8	1,6	220,8	1,6	220,8	1,6	220,8
4. Materiales										
Piolas	Rollos	8	3	24	3	30	3	30	3	30
B. Costos indirectos										
Arriendo	m2	1	150	150	150	150	150	150	150	150
Subtotal				1489,3		1099,5		1099,5		1099,5
Imprevistos 5%				74,5		55,0		55,0		55,0
TOTAL POR MESES DE COSECHA				1563,8		1154,5		1154,5		1154,5
COSTO TOTAL										5027,2

Anexo 6

Proyección costos de producción tratamiento convencional para un año en 1000m²

Concepto	Unidad	MES 1-2		MES 3-4		MES 5-6		MES 7-8		COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN
		Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)	Valor Unitario (USD)	
A. Costos directos										
1. Preparación del terreno										
Análisis de suelo	Unidad	1	60	60	60	0	60	0	60	0
Rastra	Hora	1	15	15	15	0	15	0	15	0
Guachada	Jornal	2	15	30	15	0	15	0	15	0
2. Mano de obra										
Siembra	Jornal	4	15	60	15	0	15	0	15	0
Labores culturales	Jornal	8	15	120	15	120	15	120	15	120
Aplicación de tratamientos	Jornal	5	15	75	15	75	15	75	15	75
Fertilización	Jornal	3	15	45	15	45	15	45	15	45
Riego	Jornal	3	15	45	15	45	15	45	15	45
Cosecha	Jornal	4	15	60	15	60	15	60	15	60
3. Insumos										
Plántulas	Unidad	11.540	0,02	230,8	0,02	0	0,02	0	0,02	0
Amistar top	Unidad	7	12,1	84,7	12,1	84,7	12,1	84,7	12,1	84,7
Fertilizantes										
Nitrato de potasio	libras	50	1,8	90	1,8	90	1,8	90	1,8	90
Sulfato de amonio	libras	50	0,6	30	0,6	30	0,6	30	0,6	30
Ecuabonaza	libras	40	0,25	10	0,25	10	0,25	10	0,25	10
Muriato de potasio	libras	252	0,6	151,2	0,6	151,2	0,6	151,2	0,6	151,2
Nitrato de calcio	libras	138	1,6	220,8	1,6	220,8	1,6	220,8	1,6	220,8
4. Materiales										
Piolas	Rollos	8	3	24	3	30	3	30	3	30
B. Costos indirectos										
Ariendo	m ²	1	150	150	150	150	150	150	150	150
Subtotal				1501,5		1111,7		1111,7		1111,7
Imprevistos 5%				75,1		55,6		55,6		55,6
TOTAL POR MESES DE COSECHA				1576,6		1167,3		1167,3		1167,3
COSTO TOTAL										5078,4

Anexo 7

Detalle ingresos del cultivo de apio para 1000 metros cuadrados en dos meses de cosecha

Tratamiento	Número de atados 1000m ²	Precio mercado	Ingresos USD 1000m ²
STTT1	968.9	1.5	\$ 1453.4
BAT2	1132.9	1.5	\$ 1699.3
TRT3	1159.3	1.5	\$ 1738.9
AMT4	1094.8	1.5	\$ 1642.2

Anexo 8

Detalles de ingresos del cultivo de apio en una proyección de 8 meses de cosecha en 1000m2

DETALLE	STTT1	BAT2	TRT3	AMT4
	968.9	1132,9	1159.3	1094.8
Número de atados 1000m2	1017.4	1189.5	1217.3	1149.5
	1065.9	1246.1	1275.3	1204.2
	1097.9	1283.5	1313.6	1240.3
Número de atados total	4150.1	4852.0	4965.5	4688.8
Precio mercado	1.5	1.5	1.5	1.5
Ingresos	\$ 6225.1	\$ 7278.0	\$ 7448.2	\$ 7033.2

Anexo 9

Productos químicos utilizados para el control de septoriosis en apio bajo manejo químico agricultor

Composición	Valor total (\$)
Score	7.60
Cosan	3.75
Novak	3.3
Vitavax	8.65
TOTAL	\$ 23.3

Anexo 10

Productos químicos utilizados para el control de septoriosis en apio bajo manejo químico casa comercial 1

Composición 1	Valor total (\$)	Composición 2	Valor total (\$)
Fijador	2	Break Thru	4
Score	8	Novak	3.5
Daconil	8	Kasumin	9
Prevalor	7	Fosfito Potásico	8.90
Fosfito Potásico	8.9	Gilmetin	5.5
Cosan	4		
TOTAL	\$ 37.90		\$ 30.90

Anexo 11

Productos químicos utilizados para el control de septoriosis en apio bajo manejo químico casa comercial 2

Composición	Valor total (\$)
Vitavax	-
Score	-
Kasumin	-
TOTAL	\$ 23.25

