

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

**EFECTO DE *Trichoderma harzianum* Rifai PARA EL
CONTROL DE *Alternaria solani* Sorauer EN EL CULTIVO
DE *Solanum sessiliflorum* Dunal EN TULUMAYO**

Para optar título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por:

TURPO MENDOZA JORGE EDGAR

Tingo María – Perú

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: fagro@unas.edu.pe

"Año de la Universalización de la Salud"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 00 -2020-FA-UNAS

BACHILLER : Jorge Turpo Mendoza

TÍTULO : Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai para el control de *Alternaria solani* Sorauer en el cultivo de *Solanum sessiliflorum* Dunal en Tulumayo"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. Oscar Cabezas Huayllas
VOCAL : Ing. Carlos Miranda Armas
VOCAL : M.Sc. Jaime Chavez Matías

ASESOR : M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 30 de octubre 2020

HORA DE SUSTENTACIÓN : 11:30 AM

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Plataforma Teams

CALIFICATIVO : Muy Bueno

RESULTADO : Aprobado

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 28 DE NOVIEMBRE DE 2020

Ing. Oscar Cabezas Huayllas
PRESIDENTE

Ing. Carlos Miranda Armas
VOCAL

M.Sc. Jaime J. CHAVEZ MATIAS
VOCAL

M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por guiarme por el buen camino, darme fuerzas necesarias para seguir adelante en mis estudios y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a perseverar en todo momento.

A mis queridos padres, Jorge Turpo Calcina y Petronila Mendoza Rueda, por el amor, apoyo y sacrificio incondicional que hicieron por mi formación profesional.

A mis hermanos, Katy y Guder; Ivan y Natalie por la motivación, ayuda y fuerza que me dan para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

- A mi alma máter, Universidad Nacional Agraria de la Selva, por brindarme un buen y adecuado aprendizaje durante mi formación profesional.
- A los docentes de la Facultad de Agronomía, que contribuyeron en mi formación profesional impartiendo sus conocimientos.
- Al Ing. Oscar Esmael Cabezas Huayllas (presidente), Ing. Carlos Miguel Miranda Armas (miembro), y al Ing. Jaime Josseph Chávez Matías (miembro), por sus aportes científicos y sus acertadas colaboraciones en el trabajo de investigación.
- Al ing. M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump, asesor de la tesis por sus conocimientos brindados; y la orientación en la redacción.
- A la Ing. Luz Elita Balcázar Terrones, por brindarme el asesoramiento y apoyo durante la ejecución de la tesis.
- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana y todo el personal por ayudarme en la instalación y manejo del cultivo de la cocona.
- Al Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria – Puerto Súngaro (CIPTALD) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por brindarme el espacio para el desarrollo de experimento.
- A la empresa SERFI S.A. por la adquisición del producto en estudio y su colaboración durante la ejecución de la tesis.
- A mi amada Natalie Callupe Vargas, por la motivación y su cooperación en la ejecución y evaluación del trabajo experimental.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	20
II.	REVISION DE LITERATURA	22
2.1.	Generalidades de <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	22
2.1.1.	Importancia económica.....	22
2.1.2.	Condiciones edafoclimáticas	22
2.1.3.	Descripción botánica del cultivo de la cocona	24
2.1.4.	Fenología del cultivo de la cocona.....	26
2.1.5.	Rendimiento	29
2.2.	Ecotipo CTR (Cocona Trujillo)	29
2.3.	Generalidades de la alternariosis en <i>Solanum</i> <i>sessiliflorum</i> Dunal.....	30
2.3.1.	Agente causal.....	31
2.3.2.	Clasificación taxonómica	31
2.3.3.	Rango de hospedantes.....	32
2.3.4.	Estructuras conservativas.....	32
2.3.5.	Sintomatología en el cultivo de <i>Solanum</i> <i>sessiliflorum</i>	33
2.3.6.	Condiciones favorables	35
2.3.7.	Ciclo de vida.....	35
2.4.	Generalidades de <i>Trichoderma</i> sp.	36
2.4.1.	Descripción taxonómica.....	36
2.4.2.	Biología	36

2.4.3.	Rango de hospederos .....	.37
2.4.4.	Mecanismo de acción .....	.37
2.5.	Fungicida químico agrícola Score ® 250 EC	43
2.6.	Ensayos de investigación realizados en <i>S. sessiliflorum</i>	
Dunal		44
2.7.	Trabajo de investigación realizados en <i>Alternaria solani</i>	
Sorauer		46
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	.51
3.1.	Lugar de ejecución	51
3.2.	Zona de vida	51
3.3.	Registro durante el experimento	52
3.3.1.	Análisis físico químico .....	.52
3.3.2.	Registro meteorológico .....	.52
3.3.3.	Registro al aplicar y evaluar los tratamientos .....	.53
3.4.	Diseño estadístico	55
3.4.1.	Componentes en estudio .....	.55
3.4.2.	Tratamientos.....	.56
3.4.3.	Dosificación .....	.56
3.4.4.	Diseño experimental .....	.58
3.4.5.	Análisis estadístico .....	.59
3.4.6.	Características del campo experimental .....	.60
3.5.	Variables de investigación.....	62
3.5.1.	Variables dependientes .....	.62
3.5.2.	Variables independientes.....	.63

3.6.	Ejecución del experimento.....	63
3.6.1.	Preparación del vivero	63
3.6.2.	Preparación del terreno	64
3.6.3.	Demarcación del terreno.....	64
3.6.4.	Muestreo del suelo	65
3.6.5.	Fecha de trasplante	66
3.6.6.	Densidad de siembra	66
3.6.7.	Aporque	66
3.6.8.	Deshierbo	67
3.6.9.	Riego	67
3.6.10.	Abonamiento	68
3.6.11.	Cosecha	69
3.7.	Metodología.....	69
3.7.1.	Efecto del fungicida biológico comercial “Tricho – D” en el control de la alternariosis en <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR	69
3.7.2.	Análisis económico	76
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	77
4.1.	Efecto de <i>Trichoderma harzianum</i> en el control de <i>Alternaria solani</i> en <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR	77
4.1.1.	Efecto en la incidencia de <i>Alternaria solani</i> en las hojas de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR.....	77
4.1.2.	Efecto en la severidad de <i>Alternaria solani</i> en las hojas de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR.....	83

4.1.3.	Efecto en la incidencia de <i>Alternaria solani</i> en frutos maduros y verdes de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR .....	..89
4.1.4.	Efecto en la altura de la planta de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR .....	..95
4.1.5.	Efecto en el diámetro del tallo <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR.....	102
4.1.6.	Efecto del <i>Trichoderma harzianum</i> en la longitud y diámetro del fruto de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR	109
4.1.7.	Efecto del <i>Trichoderma harzianum</i> en el rendimiento del fruto de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR.....	113
4.2.	Análisis económico	116
V.	CONCLUSIONES	119
VI.	RECOMENDACIONES.....	120
VII.	RESUMEN	121
	ABSTRACT	122
VIII.	BIBLIOGRAFIA	123
IX.	ANEXO.....	135

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Rango de hospederos del hongo antagonista <i>Trichoderma</i> sp.	40
2. Modo de acción de <i>Trichoderma</i> en diferentes cultivos agrícola	42
3. Rendimiento obtenido en algunos trabajos de investigación según la localidad y el ecotipo de <i>Solanum sessiliflorum</i>	50
4. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (periodo de junio – noviembre 2018).....	53
5. Registro de temperatura y humedad relativa por fecha de aplicación de los tratamientos	54
6. Registro del pH de la solución de los tratamientos por fecha de aplicación.....	55
7. Dosis por hectárea y frecuencia de aplicaciones de los tratamientos en estudio	56
8. Dosis empleada por área de los tratamientos aplicados con “Tricho – D”	57
9. Propuesta de escala de severidad de <i>Alternaria solani</i> en hojas de <i>Solanum sessiliflorum</i> modificado de DELGADO (1978).....	74
10. Análisis de varianza (ANVA) para la incidencia (%) de <i>Alternaria solani</i> en hojas de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018.	78

11. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para la incidencia de *Alternaria solani* en hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante con ocho aplicaciones en total, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018..... 80
12. Análisis de varianza (ANVA) para la severidad (%) de *Alternaria solani* en hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018 84
13. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para la severidad (%) de *A. solani* en las hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante con ocho aplicaciones en total, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018..... 86
14. Análisis de varianza (ANVA) para la incidencia de *Alternaria solani* en los frutos de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR en cuatro cosechas (135, 150, 175 y 190 días después del trasplante), en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018. 91
15. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para la incidencia (%) en los frutos maduros y verdes de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 135, 150, 175 y 190 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de

	Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018. ....	.93
16.	Análisis de varianza (ANVA) para la altura (cm) de planta de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018. ....	.97
17.	Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para la altura (cm) de planta de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018. ....	.99
18.	Análisis de varianza (ANVA) para el diámetro del tallo (cm) de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018.	103
19.	Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para el diámetro (cm) de la planta de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018.	105
20.	Análisis de varianza (ANVA) para la longitud y diámetro de los frutos de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR en cuatro cosechas (135, 150,	

175 y 190 días después del trasplante), en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018.	110
21. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para la longitud y diámetro (cm) para los frutos de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR a los 135, 150, 175 y 190 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018.	112
22. Resumen del ANVA para el número de frutos cosechados y rendimiento de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR en cuatro cosechas (135, 150, 175 y 190 ddt), en los meses de octubre y noviembre del 2018.....	114
23. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para el número de frutos cosechados y rendimientos de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR en cuatro cosechas (135, 150, 175 y 190 ddt) en los meses de octubre y noviembre del 2018.	114
24. Análisis económico de comercialización de los frutos de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR en el CIPTALD – UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre de 2018.....	117
25. Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 150 g/ha de “Tricho – D”.....	136
26. Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 300 g/ha de “Tricho – D”	137

27.	Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 450 g/ha de “Tricho – D”	138
28.	Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 600 g/ha de “Tricho – D”	139
29.	Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 750 g/ha de “Tricho – D”	140
30.	Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 300 ml/ha de “Score®”	141
31.	Promedio de altura (cm) durante las ocho evaluaciones de los tratamientos en estudio	142
32.	Promedio de diámetro (cm) durante las ocho evaluaciones de los tratamientos en estudio	142
33.	Promedio de incidencia (%) de <i>A. solani</i> en hojas durante las ocho evaluaciones de los tratamientos en estudio	143
34.	Promedio de severidad (%) de <i>A. solani</i> en hojas durante las ocho evaluaciones de los tratamientos en estudio	143
35.	Promedio de la longitud y diámetro (cm) de los frutos durante las cuatro cosechas de los tratamientos en estudio	144
36.	Promedio de la incidencia (%) de alternariosis en los frutos verdes y maduros durante las cuatro cosechas de los tratamientos en estudio .	145
37.	Número de frutos/parcela neta, número de frutos/hectárea, y rendimiento (t) durante las cuatro cosechas de los tratamientos en estudio	146

38.	Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 15 días después del trasplante.....	147
39.	Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 30 días después del trasplante.....	147
40.	Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 45 días después del trasplante.....	148
41.	Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 60 días después del trasplante.....	148
42.	Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 75 días después del trasplante.....	149
43.	Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 90 días después del trasplante.....	149
44.	Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 105 días después del trasplante.....	150
45.	Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 120 días después del trasplante.....	150
46.	Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 30 días después del trasplante.....	151
47.	Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 45 días después del trasplante.....	151
48.	Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 60 días después del trasplante.....	152
49.	Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 75 días después del trasplante.....	152

50.	Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 90 días después del trasplante.....	153
51.	Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 105 días después del trasplante.....	153
52.	Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 120 días después del trasplante.....	154
53.	Análisis de varianza de la longitud y diámetro de los frutos a los 135 días después del trasplante.	154
54.	Análisis de varianza de la longitud y diámetro de los frutos a los 150 días después del trasplante.	155
55.	Análisis de varianza de la longitud y diámetro de los frutos a los 175 días después del trasplante.	155
56.	Análisis de varianza de la longitud y diámetro de los frutos a los 190 días después del trasplante.	156
57.	Análisis de varianza de la incidencia de <i>A. solani</i> en los frutos verdes y maduros a los 135 días después del trasplante.....	156
58.	Análisis de varianza de la incidencia de <i>A. solani</i> en los frutos verdes y maduros a los 150 días después del trasplante.....	157
59.	Análisis de varianza de la incidencia de <i>A. solani</i> en los frutos verdes y maduros a los 175 días después del trasplante.....	157
60.	Análisis de varianza de la incidencia de <i>A. solani</i> en los frutos verdes y maduros a los 190 días después del trasplante.....	158
61.	Análisis de varianza del peso de frutos cosechados/ha	158
62.	Análisis de varianza del número de frutos cosechados/ha	159

63.	Análisis de varianza del rendimiento de frutos cosechados/ha	159
64.	Resultados del análisis físico – químico del campo experimental	160
65.	Resumen del análisis del suelo obtenido en los diferentes tratamientos en estudio en el campo experimental.....	161

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Periodos fenológicos del cultivo de <i>Solanum sessiliflorum</i>	28
2. Prueba de confrontación entre <i>Trichoderma</i> sp. frente <i>Alternaria solani</i> (A) después de dos días, (B) después de siete días.	41
3. Ubicación satelital del campo experimental en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria – Puerto Súngaro	51
4. Registros: a. Del pH de la solución de cada tratamiento., b. De la temperatura y humedad en el termohigrómetro.....	54
5. En el Laboratorio de Entomopatógenos: a. Fungicida biológico “Tricho – D” de 300 g, b. Dosificación de “Tricho – D” para la aplicación en campo.	57
6. Aplicación en campo experimental CIPTALD – UNAS: a. Preparación de la mochila para la aplicación de los tratamientos., b. Aplicación de los tratamientos a los 15 ddt.....	58
7. Dimensiones de la parcela neta y evaluación de las ocho plantas.....	61
8. Croquis del campo experimental en el CIPTALD – UNAS	62
9. En el vivero: a. Siembra de semillas de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR en las bolsas de polietileno., b. Emergencia de las primeras hojas.	64
10. Análisis de suelo: a. Muestreo de suelo del campo experimental en el CIPTALD – UNAS con el barreno espiral., b. Muestras de suelo por tratamiento (7) para el análisis físico – químico correspondiente.	65

11. Trasplante de plántones de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR en el campo experimental CIPTALD – UNAS.	66
12. Deshierbo del campo experimental CIPTALD - UNAS: a. Deshierbo a los 25 ddt., b. Deshierbo a los 105 ddt.	67
13. Abonamiento a las plantas de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR a los 25 ddt	68
14. Medidas: a. Altura de la planta (cm), b. Diámetro del tallo (cm) de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR a los 30 ddt.	70
15. Medición de largo y diámetro del fruto de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR.	71
16. Peso de los diez frutos por parcela neta/tratamiento.	72
17. Propuesta de escala diagramática de severidad de <i>Alternaria solani</i> en la hoja de <i>Solanum sessiliflorum</i>	74
18. Evaluación de la severidad en hojas de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR para el procesamiento en ImageJ	75
19. Comportamiento de la incidencia (%) de <i>Alternaria solani</i> en hojas de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR de los tratamientos hasta los 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018: a. Incidencia de <i>A. solani</i> (%) en hojas respecto a las evaluaciones (ddt) y b. Regresión y ecuación lineal de los tratamientos, a partir de los valores obtenidos en las evaluaciones (ddt).	81
20. Comportamiento de la severidad (%) de <i>Alternaria solani</i> en hojas de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR de los tratamientos hasta los 120	

	días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018: a. Severidad de <i>A. solani</i> (%) en hojas respecto a las evaluaciones (ddt) y b. Regresión y ecuación lineal de los tratamientos, a partir de los valores obtenidos en las evaluaciones (ddt).	87
21.	Incidencia (%) en los frutos maduros y verdes de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR a los 135, 150, 175 y 190 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018.	94
22.	Comportamiento de la altura (cm) de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR de los tratamientos hasta los 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018: a. Altura (cm) de planta con respecto a las evaluaciones (ddt) y b. Regresión y ecuación lineal de los tratamientos, a partir de los valores obtenidos en las evaluaciones (ddt).....	00
23.	Comportamiento del diámetro del tallo (cm) de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR de los tratamientos hasta los 120 días después del trasplante, en el CIPTALD – UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018: a. Diámetro del tallo (cm) de planta con respecto a las evaluaciones (ddt) y b. Regresión y ecuación lineal de los tratamientos, a partir de los valores obtenidos en las evaluaciones (ddt).	106

24.	Rendimiento (t/ha) en el cultivo de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR en cuatro cosechas (135, 150, 175 y 190 días después del trasplante), en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018.....	115
25.	Incidencia (%) de <i>Alternaria solani</i> en hojas de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 ddt con relación a la Humedad Relativa en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018.	162
26.	Incidencia (%) de <i>Alternaria solani</i> en hojas de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 ddt con relación a la Precipitación (mm) en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018..	162
27.	Visita del jurado de tesis en el campo experimental en Tulumayo	163
28.	Muerte de las plantas de <i>S. sessiliflorum</i> por <i>A. solani</i>	163
29.	Evaluación de la incidencia de <i>Alternaria solani</i> en frutos verdes y maduros	164
30.	Aplicación de las diferentes dosis en plántulas de cocona en vivero	164
31.	Ensayo a nivel de vivero para la determinación de efectos adversos por la aplicación de Tricho - D.....	165
32.	Síntomas de fitotoxicidad por la aplicación de la dosis de 750 g/ha de Tricho - D	165

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Solanum sessiliflorum* Dunal, corresponde a la familia de la solanáceas, y es natural de la Amazonia, presenta una gran riqueza de ecotipos que se distinguen por su morfología, color y características organolépticas del fruto. En el Perú, existe más de 2203 ha de superficie cultivada con una producción de 9522 t y un rendimiento promedio de 4.8 t/ha. Por otra parte, la producción en la zona de Tingo María es a menor escala, registrando una producción de hasta 44 t/ha para el ecotipo CTR (MINAGRI, 2019).

El cultivo tiene una serie de restricciones sanitarias, resaltando los daños ocasionados por una serie de fitopatógenos, como *Alternaría solani*, *Sclerotium* sp., *Meloidoigyne* sp, donde la alternariosis es la enfermedad primordial, por lo general, son resistentes las plantas jóvenes de cocona, pero la susceptibilidad acrecienta después de la apertura de la floración, las plantas desarrolladas muestran una mayor susceptibilidad, posteriormente causando la muerte del hospedante y provocando pérdidas económicas (BALCÁZAR *et al.*, 2011) .

El género *Trichoderma* es un hongo antagonico, conocido por sus buenas condiciones para controlar las afecciones de las plantas causadas por hongos patógenos del suelo. Ejercen varios mecanismos de acción, entre ellos están la antibiosis, competencia por espacio y nutrientes, y el parasitismo. Además, tienen la propiedad de ser cultivadas a nivel de laboratorio sencillamente, su desarrollo micelial es alífero en un sinnúmero de sustratos y poseen gran ubicuidad.

A nivel de mercado externo, las exportaciones de productos orgánicos del Perú, sigue en tendencia creciente en los últimos años, en la cual, la cocona no puede ser ajena a esta alternativa, realizando un manejo del cultivo, sin ningún tipo de insumos y productos químicos que garantizará un fruto netamente orgánico y tratar de impulsar la producción de alimentos orgánicos en el cultivo de la cocona a nivel nacional. A todo esto, se formula la siguiente interrogante: ¿El hongo *Trichoderma harzianum* tendrá efecto de control contra la *Alternaria solani* en el cultivo de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR? Con respecto a lo antes mencionado se plantea la siguiente hipótesis: A mayor dosificación de *T. harzianum* existe mayor efecto de control contra la alternariosis en *S. sessiliflorum* ecotipo CTR. En tal aspecto, los objetivos que se plantean en el presente son:

Objetivo general

Evaluar la eficiencia del *Trichoderma harzianum* en el control de *Alternaria solani*.

Objetivos específicos

1. Determinar la dosis efectiva de *Trichoderma harzianum* (Tricho – D) en el control del *Alternaria solani* en *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR.
2. Análisis económico de la producción de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR por cada tratamiento aplicado.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades de *Solanum sessiliflorum* Dunal

2.1.1. Importancia económica

La importancia radica en su valor nutritivo que posee puede ser estimada como un fruto intensamente dietético, debido a su bajo aportación calórico y contenidos característicos de fibra nutritiva. Además, es rica en vitamina C y bioflavonoides (FLORES, 1997),

Como frutal nativo constituye una opción trascendental para reforestación de sectores degradados, con una producción significativa de biomasa y asequible captura de carbono. De igual forma, puede restaurar algunos animales e insectos desplazados y constituir un atractivo turístico con la flora y fauna personalizada por el entorno amazónico (GONZALES, 2007).

Tiene las ventajas de adaptabilidad a la ecología y suelo principal de bosques altos y bajos; rendimiento prematuro y alto; producción no estacional, lo que permite planes de cosecha permanentes; disponibilidad de germoplasma natural variado; productos que tienen necesidades del mercado local y externo y son fáciles de industrializa (FLORES, 1997).

2.1.2. Condiciones edafoclimáticas

2.1.2.1. Condiciones climáticas

La condición adaptable para el cultivo del *S. sessiliflorum* es que la temperatura media anual sea 17 a 30 °C

(CALZADA, 1980), sin manifestación de clima frígido, con precipitación media pluvial de 1500 a 4500 mm/año, en proporción uniforme, con % Hr de 70 - 90 y altitudes variables hasta 1200 msnm (VILLACHICA, 1996).

En Tingo María, se considera el suelo bien drenado durante la época de lluvias, crece bien en cualquier época del año, lo mejor es trasplantarlo en los primeros meses de la época seca para evitar inconvenientes de drenaje, pues la precipitación media anual del sector es de 3400 mm. Los cultivos pueden verse afectados por fitopatógenos y marchitarse debido al exceso de agua (CARBAJAL y BALCÁZAR, 2004).

2.1.2.2. Condiciones edáficas

Prospera en gran parte de las superficies del Amazonas, desde suelos ácidos y de baja fertilidad y fertilizantes para suelos, hasta texturas que van desde arenosas a arcillosas, desde suelos duros hasta suelo con alto contenido de humus, de buena fertilidad, con texturas desde limo-arenosa a limo-arcillosa. Sin embargo, no desarrolla optimamente en suelos saturado con agua (DA SILVA, 1998).

Progresas bien en suelos francos arcillosos o arcillosos con buena cantidad de materia orgánica y bien drenada, y tiene mejor adaptabilidad en suelos con un pH de 5.5 a 7.5, en un suelo pobre, se recomienda la rotación de cultivos. En la zona del Alto Huallaga, teniendo en cuenta el suelo bien drenado (al menos 60 cm de profundidad y sin agua estancada), puede crecer bien durante todo el año (BALCÁZAR *et al.*, 2011).

2.1.3. Descripción botánica del cultivo de la cocona

2.1.3.1. De la planta

Solanum sessiliflorum Dunal es un arbusto herbáceo que puede llegar hasta unos dos metros de altura, erecto, ramificado, que puede sobrevivir tres años en ambientes propicias. Las raíces secundarias pueden amplificarse hasta un metro y medio del tallo (Pahlen, 1997, citado por DA SILVA, 1998).

Es andromonoica, de vigor fuerte, de rápido crecimiento, la altura puede alcanzar los dos metros. Se ramifican desde el nivel del suelo o de 10 a 15 cm, según la ecotipo. Se distribuyen irregularmente y tienen un patrón de ramificación amplia, salvo algunas ramas con patrones de ramificación densos, sus ramas son rectas y curvadas, con tallos gruesos y semileñosos, muy pubescente. En cuanto a la densidad de la pubertad, generalmente todos los ecotipos tienen densidad media y tallos verdes. La generalidad de los tallos ecotipos no tienen espinas (CARBAJAL y BALCÁZAR, 2004).

2.1.3.2. Sistema radicular

Constituido por una raíz primordial tipo pivotante y de varias raíces adyacentes, se ramifica aproximadamente hasta un metro de profundidad, según el ecotipo varia la extensión de las raíces (GOMEZ, 1997).

2.1.3.3. Tallo

Primeramente es herbáceo luego se torna semi leñosa, cilíndrico con exuberante pubescencia, ramificados desde el pie de la planta

dependiendo del ecotipo, el desarrollo es a veces arqueado y en otros firme (FLORES, 1997).

El tallo puede ser delgado o grueso, semileñoso, cilíndrico y muy pubescente, con presencia de antocianina y espinas. Presenta de cuatro a seis ramificaciones laterales dispuestas alternadamente, las que sirven de sostén de todo el material herbáceo aéreo (GOMEZ, 1997).

2.1.3.4. De la hoja

Su morfología es ovalada en todos los ecotipos, grandes de al menos 42 a 52 y de 37 a 47.5 cm de largo y ancho respectivamente, pubescentes, de color verde sombrío en la parte adaxial y verde claro en la parte abaxial. Son uniformes, alternas y con estípulas; con consistencia de pubescencia en las dos partes de la hoja, los márgenes son lobulados con 19 a 29; simétricos y anormales; el vértice agudo y la base disímil, con un punto más alto que el otro y las prolongaciones son de 10 a 15 cm de largo (CARBAJAL y BALCÁZAR, 2004).

2.1.3.5. De la flor

La inflorescencia es una cima ubicada en una rama entre cada grupo de tres hojas, que contiene de cinco a ocho flores, de las cuales quedan de uno a tres frutos. La parte superior está formada por una estirpe de poco más de un centímetro y tiene un pedúnculo, estos tallos están en forma caducada y la longitud de cada pedicelo es de dos a cinco milímetros. La corola tiene perfil de estrella y cinco pétalos verdes claro

tenuemente amarillento. El cáliz está compuesto por cinco sépalos de color verde. Las cinco anteras son áureas, cada antera de tres y un milímetro de largo y ancho respectivamente (Paytan, 1997, citado por DA SILVA, 1998).

2.1.3.6. De los frutos

Existen diferentes formas de los frutos de esta *Solanacea* como ovalada, esferoide, cilíndrico, oblatos, redondeados. Según el ecotipo se presentan diferentes formas y pesos. Presentan un amarillo pálido, anaranjado marrón cuando están han alcanzado la madurez fisiológica; la pulpa es viscosa, de color amarillo a amarillo blancuzco, de atractiva esencia, tenuemente agria. El epicarpio es una cobertura fina, lisa, dócil y cubierta pubescente y purulento, según el ecotipo, la longitud del fruto está entre 52 y 84 mm, el diámetro está entre 49 y 78 mm, el grosor de la pulpa está entre 4 y 12 mm, y el peso de la pulpa entre 33 y 185 g (BALCÁZAR *et al.*, 2011).

2.1.4. Fenología del cultivo de la cocona

2.1.4.1. Emergencia

Cuando la raíz principal crece hacia abajo y los cotiledones se extienden, aparecerán los cotiledones en la primera semana de semillas frescas y se necesitan de 15 a 18 días para la emergencia de las semillas (BALCÁZAR *et al.*, 2011).

2.1.4.2. Auténtica hoja inicial

Representa la aparición de la primera hoja verdadera de una hoja típica de cacao. Después de un promedio de 52 a 65 días (según el tipo ecológico) de los cotiledones, los cotiledones comienzan a enraizar al mismo tiempo. Los cotiledones se caen gradualmente y emiten yemas foliares en el punto de inserción de las hojas caídas, al comienzo de la formación del tejido de soporte, esta es una característica típica de las plantas semileñosas (BALCAZAR *et al.*, 2011).

2.1.4.3. Ramificación

La característica de esta etapa es que el tallo principal diverge, las ramas laterales comienzan a emanar y luego las ramas secundarias irradian, con un intervalo medio de 144 días. Esto se debe a que la planta está lista para florecer y luego dar frutos (BALCAZAR *et al.*, 2011).

2.1.4.4. Floración

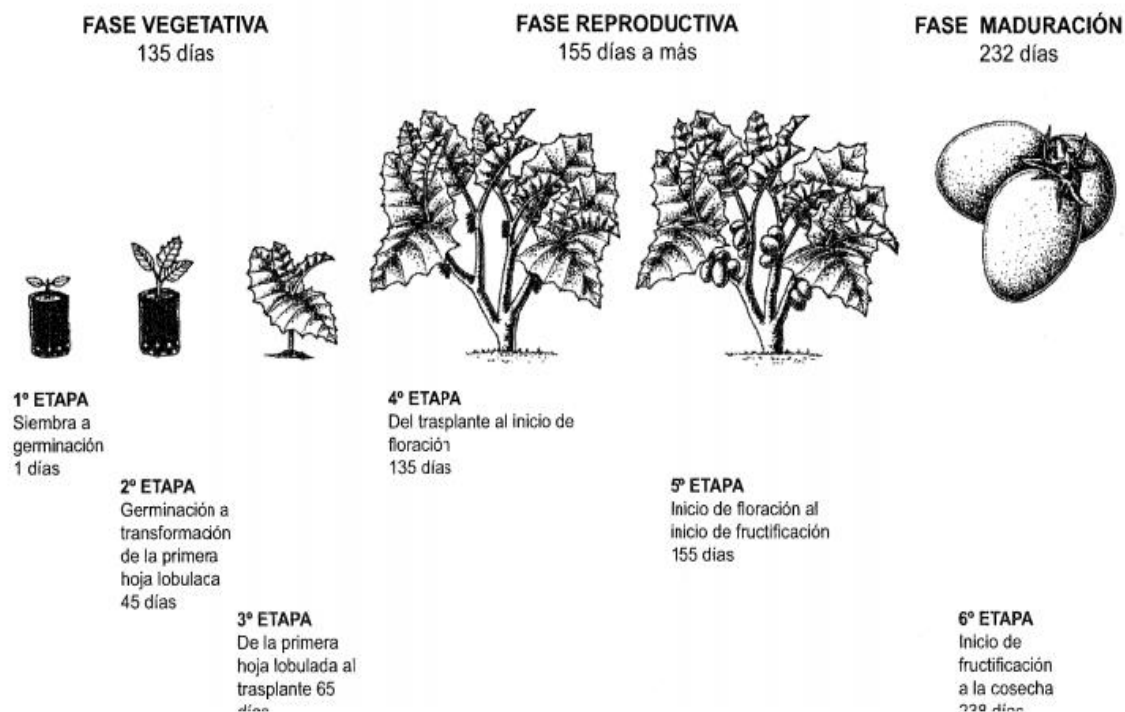
Se caracteriza por la manifestación de botones florales y posterior apertura de flores, las cuales se insertan en las ramas y tallos secundarios de la planta, el tiempo de ocurrencia es de 117 a 155 días debido a la temperatura de la zona. Acelera la apertura de las flores (BALCAZAR *et al.*, 2011).

2.1.4.5. Fructificación

En esta etapa, los primeros frutos que aparecen tienen aristas y una rica vellosidad, dependiendo del ecotipo, aparecen entre 127 y 157 días en promedio, y notan las divergencias en el desarrollo de sus frutos (BALCAZAR *et al.*, 2011).

2.1.4.6. Maduración

Esta etapa se precisa por la aparición de manchas amarillas y/o tonos anaranjados y se manifestará entre los 219 y los 238 días, según el ecotipo (BALCÁZAR *et al.*, 2011).



Fuente: BALCAZAR *et al.* (2011)

Figura 1. Periodos fenológicos del cultivo de *Solanum sessiliflorum*

2.1.5. Rendimiento

Depende del ecotipo, del entorno ecológico, fertilizante utilizado, altitud, densidad de siembra, suministro de agua, semillas y manejo, por lo general es desde 10 a 45 t/ha. Los resultados del trabajo de investigación realizado en este cultivo compararon el rendimiento entre diferentes tipos de ecotipos en la misma área del Alto Huallaga, con un espaciamiento entre hileras de dos metros, un espaciamiento de plantas de 1.5 m a una densidad de 3333 plantas por hectárea (BALCÁZAR *et al.*, 2011).

2.2. Ecotipo CTR (Cocona Trujillo)

Según BALCAZAR *et al.* (2011) el ecotipo CTR, es el producto de un proceso de selección en seis líneas de una colección elaborada en la provincia de Cuzco (La Libertad) en el año 1999. Esta clasificación se efectuó en forma sincrónica para rendimiento y antagonismo a enfermedades. Entre los años 2001 a 2005, se obtuvo el ideotipo meta, se logró las ensayos de progenie con la finalidad de estabilizar el material genético conseguido, homogeneizar las características en interés en el trascurso seguido para su certificación como variedad mejorada. El ecotipo CTR está contrastada para ceja de selva y selva alta en sus principales características, y el efecto de heredabilidad en selva baja y otras condiciones edáficas.

2.2.1. Morfología y características del rendimiento

- Sistema radicular cuantioso y conspicuo
- Tallo robusto de 4.3 cm de diámetro

- Distanciamiento entre nudos:	6.44 cm
- Obtención de ramas:	Abundante
- Distribución de ramas:	Irregular
- Tipo de ramificación:	Extensiva
- Color de tallo:	Verde pálido
- Color de hojas:	Verde claro
- Color de sépalo:	Verde
- Longitud de la flor:	2.20 cm
- Diámetro de la flor:	3.30 cm
- Forma del fruto:	Amaroñonado
- Color el fruto:	Amarillo
- Peso medio de fruto:	215 g
- Color de la pulpa:	Amarillo claro
- Espesor de la pulpa:	1.10 cm
- Masa de pulpa fresca por fruto:	177 g
- Número de semillas por fruto:	1500 – 2000
- Peso de 100 semillas:	0.122 g
- Color de la semilla:	Amarillo pálido
- Número de frutos por planta:	30 a 60
- Producción promedio por hectárea:	25 t

2.3. Generalidades de la alternariosis en *Solanum sessiliflorum* Dunal

La enfermedad fue descrita por primera ocasión en 1882, a partir de hojas marchitas de *S. tuberosum* recaudadas en New Jersey (Inglaterra); en 1904 causó una epidemia en plantaciones de *S. lycopersicum* (ENRIQUEZ, 2014).

Todas las especies de *Alternaria* son parásitos facultativos que infectan a plantas y han sido patógenos responsables de epidemias masivas en cultivos de importancia agrícola son capaces de sobrevivir en el suelo o en plantas (VARGAS, 2009).

2.3.1. Agente causal

La alternariosis en *S. sessiliflorum* es ocasionado por *Alternaria solani* Sorauer que tiene un cuantioso número de especies vegetales, siendo de la familia las de las solanáceas sus primordiales hospedantes (BALCAZAR *et al.*, 2011).

2.3.2. Clasificación taxonómica

Según MYCOBANK (2020), describe la taxonomía actual del agente causal del tizón de la cocona en:

Reino:	Fungi
División:	Ascomycota
Subdivisión:	Pezizomycotina
Clase:	Dothideomycetes
Orden:	Pleosporales
Familia:	Pleosporaceae
Género:	<i>Alternaria</i>
Especie:	<i>A. solani</i> Sorauer (1896)

2.3.3. Rango de hospedantes

FARR *et al.* (1989), mencionan que *Alternaria solani* se distribuye ampliamente en todo el mundo, principalmente en regiones de temperaturas cálidas. Además, también señalaron que *Alternaria solani* puede infectar hortalizas de los géneros *Capsicum*, *Datura*, *Ipomeas*, *Lycopersicum*, *Solanum* y *Petunia*.

2.3.4. Estructuras conservativas

BASU (1971), halló clamidosporas de color marrón oscuro, de paredes gruesas y más o menos redondas que se formaron en el micelio de *Alternaria solani* dentro de los tejidos de tomate infectados, así como en cultivos de agar. Estos variaban en diámetro de 8 a 15 μm y se presentaban en cadenas, en grupos o individualmente. También se formaron células similares redondas de paredes gruesas en conidios normales colocados en suelo natural. Estos propágulos pasaron el invierno en el suelo, con o sin tejidos hospedadores, a través de temperaturas del suelo y del aire que oscilaron entre $-3,3$ y $21,1$ ° C y $31,1$ y $27,7$ ° C, respectivamente, durante 7 meses o más, y provocaron una infección primaria en el siguiente cultivo.

PATTERSON (1991) investigó sobre las estructuras de conservación de *Alternaria solani* en el cultivo de tomate, donde se produjeron clamidosporas en células de hifas y conidias en un medio de agar con sales basales y en tejidos infectados de varios cultivares de tomate. Los conidios requerían desecación como requisito previo para la transformación de células por clamidosporas. Por el contrario, la desecación inhibió la producción de clamidosporas en las hifas. La pudrición del collar se desarrolló en tomates

cultivados en suelo contaminado con inóculo de clamidosporas o cultivos de hifas frescos del patógeno. Además, estos inóculos persistieron en el suelo durante 12 meses. Las clamidosporas colocadas en profundidades de 0, 4, 8 y 12 cm en el suelo iniciaron infecciones e incitaron la pudrición del collar en el tomate. Se desarrolló una pudrición de la raíz cuando el inóculo se colocó de 0 a 20 cm de profundidad y había clamidosporas en las raíces de las plantas infectadas por *A. solani*. Por lo tanto, las clamidosporas fueron introducidas en el suelo por residuos de tomate infectados por *A. solani*, fueron responsables de la supervivencia a largo plazo del hongo y, por lo tanto, fueron el principal inóculo del patógeno en el suelo.

Alternaria solani Sorauer es un fitopatógeno que aflige especialmente a solanáceas como al tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y la papa (*S. tuberosum* L.), originando la enfermedad conocida como tizón temprano. La afección exhibe tres orígenes de inóculo transcendentales: clamidosporas en el suelo, tubérculos semillas degeneradas y las solanáceas silvestres que prosperan todo el año en los campos de cultivo (DUARTE *et al.*, 2013)

2.3.5. Sintomatología en el cultivo de *Solanum sessiliflorum*

Alternaria solani infecta prácticamente todos los órganos (tallos, hojas, flores y frutos) de la planta exceptuado las raíces. En plántulas puede producir indicios semejantes al *damping off* (BALCÁZAR *et al.*, 2011).

2.3.5.1. En hojas

La enfermedad comienza en las hojas maduras colindantes al suelo, provocando imperfecciones necróticas anulares o angulares, con eslabones concéntricos de color marrón oscuro en torno y un halo clorótico alrededor. Las máculas pueden coalescerse (acoplar) y promover su precoz senescencia (desprendimiento). En hojas semi maduras puede originar la disminución del área foliar; sin embargo, no contagia las hojas tiernas de las yemas foliares (BALCÁZAR *et al.*, 2011).

2.3.5.2. En el tallo y/o ramas

Los signos primarios se exhiben como puntos necróticos de tono marrón oscuro que durante su desarrollo se articulan unos con otros constituyendo canchales de dimensiones flexibles. Consecutivamente, estos canchales instituyen las áreas de quebradura de las ramas por la actividad del viento, por su correspondiente peso de las ramas y/o de los frutos (BALCÁZAR *et al.*, 2011).

2.3.5.3. Frutos

Los signos se identifican por lesiones radiales de color marrón a negro. Estas lesiones pueden estar rodeadas por un anillo de clorótico. La radio de esta enfermedad es de 4 a 5 mm, y cuando las situaciones climáticas son propicias y/o cuando se agrupan con otra mancha, pueden alcanzar algunos milímetros más, dañando gran parte del fruto (SEPULVEDA, 2018).

2.3.6. Condiciones favorables

Alternaria solani es soberanamente beneficiado en condiciones de temperatura entre 20 y 28 °C y una humedad relativa mayor a 90 %. El hongo se ve rigurosamente acrecentada por la variación de ciclos húmedos y secos. El Alto Huallaga posee realidades muy favorables para el desarrollo de este fitopatógeno (BALCÁZAR *et al.*, 2011).

Alternaria solani es favorecido con temperaturas de alrededor de 25 °C y humedad, desarrollándose con mayor rapidez cuando se alternan condiciones húmedas y secas en el ambiente. Además, es capaz de sobrevivir de un año a otro como micelio o espora sobre restos de plantas, suelo, tubérculos infectados y otros hospederos. Este hongo al ser disgregado por aire o precipitación, cultiva e infecta las hojas inferiores de la planta, creando la liberación y dispersión de más esporas hacia tejido sano, cuando el ambiente es favorable, sobrellevando a un incremento progresivo de la infección (ACUÑA y SANDOVAL, 2018).

2.3.7. Ciclo de vida

El patógeno es apto para subsistir en el suelo, acompañado de la materia orgánica y restos vegetales infectados, además se puede conservar en otras solanáceas y arvenses como hospederos alternos. Las esporas son hábiles para dispersarse a amplias distancias a través del aire. Durante las fases tempranas de desarrollo del cultivo se origina una infección fundamental en el follaje más viejo, por otro lado, el tejido joven, no manifiesta signos. La mayor propagación de la enfermedad de forma subsiguiente (desde tejido inicialmente infectado a hojas

jóvenes) se demuestra después de la floración, cuando concurre una mayor influencia del inóculo. Las mejores condiciones ambientales para que esto suceda son la alternancia de ambientes húmeda y seca. Por lo tanto, la mañana con mucho rocío, seguida de alta temperatura y baja humedad relativa, es óptima para la formación y propagación de patógenos (SANDOVAL y NUÑEZ, 2017).

2.4. Generalidades de *Trichoderma* sp.

2.4.1. Descripción taxonómica

De acuerdo a la clasificación taxonómica MICOBANK (2020), en hongo antagonista *Trichoderma* se especifica de la subsiguiente forma:

Reino:	Fungi
Division:	Ascomycota
Subdivisión:	Pezizomycotina
Clase:	Sordariomycetes
Orden:	Hypocreales
Familia:	Hypocreaceae
Género:	<i>Trichoderma</i>
Especie:	<i>T. harzianum</i> Rifai (1969)

2.4.2. Biología

Trichoderma no es estricto con dependencia al pH del sustrato. Consiguen progresar en suelos con pH a 5.5 - 8.5, aunque los se hayan entre 5.5-6.5 óptimamente, o sea en un medio ligeramente ácido. El proceso de *Trichoderma* se activa con la aparición de humedad, con una capacidad de 60 % para la conservación de humedad del suelo. A proporciones ascendentes de

saturación, la migración y supervivencia se reducen por baja reserva de oxígeno. Favorecen la descomposición de materia orgánica (MARTINEZ *et al.*, 2013)

2.4.3. Rango de hospederos

GONZÁLES (1999), revela que diversas cepas de *Trichoderma* logran controlar hongos fitopatógenos la cual se plantean como una medida para el biocontrol para el manejo integrado de un cultivo. Últimamente, se ha manifestado que ciertas cepas consiguen promover a las plantas a activar sus mecanismos de defensa naturales, lo que indica que también se pueden controlar patógenos distintos a los hongos. Habitualmente, *Trichoderma* controla a los fitopatógenos del suelo, como: *Alternaria*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*,

2.4.4. Mecanismo de acción

Las diversas especies de *Trichoderma* realizan el control biológico de una forma indirecta, es decir, por competencia de nutrimentos o espacio, antibiosis (fabricación de metabolitos), tiene una alta capacidad reproductiva, eficiencia en la utilización de nutrientes, alterando el entorno ambiental o la elaboración de componentes promotoras de incremento vegetal y de una cualidad directa por parasitismo (BENÍTEZ *et al.*, 2004)

T. harzianum tiene la propiedad de extender el crecimiento de las matas, lo cual se debe al contención de patógenos exigüos y a la obtención de componentes que provocan el buen desarrollo (BAKER, 1990).

2.4.4.1. Competencia por nutrientes

La extenuación es la fuente más frecuente de muerte por microorganismos, asegurar la competencia de nutrientes conduce al control biológico de hongos fitopatógenos. Si está presente en hongos filamentosos, la ingesta de hierro es fundamental para su supervivencia. En el caso de la deficiencia de hierro, el hongo secreta un agente quelante específico de poco peso molecular llamado sideróforo, lo que le permite absorber hierro en forma reducida (TOVAR, 2008).

2.4.4.2. Antibiosis

La antibiosis se produce en la relación de agregados difusibles de escaso peso molecular procedentes por cepas de *Trichoderma*, inhibiendo así la progresión de otros microorganismos. Al mismo tiempo, las cepas de *Trichoderma* originan metabolitos tóxicos volátiles y no volátiles, que pueden prevenir la colonización por microorganismos antagonistas; entre estos metabolitos están la elaboración de viridina, peptaiboiles, ácido harziánico, alameticinas, tricholinas, , antibióticos, 6 – penthyl a-pirona, massoilactona, gliovirina, glisoperonas, ácido heptéldico (HOWELL, 1998).

2.4.4.3. Micoparasitismo

Este es un proceso complejo que involucra eventos secuenciales, incluida la identificación, el ataque y la posterior infiltración y muerte del hospedero. El parasitismo fúngico originada por *Trichoderma* se desarrolla en un sinnúmero de etapas consecutivas. Inicia por el incremento

quimiotrofico de *Trichoderma* hacia el huésped, incitado por elementos naturales del mismo, de medio desconocido. Hasta ahora, los únicos revelados son los aminoácidos y los azúcares, por lo que no se puede ir al encuentro que la inducción sea concreta del huésped (TOVAR, 2008).

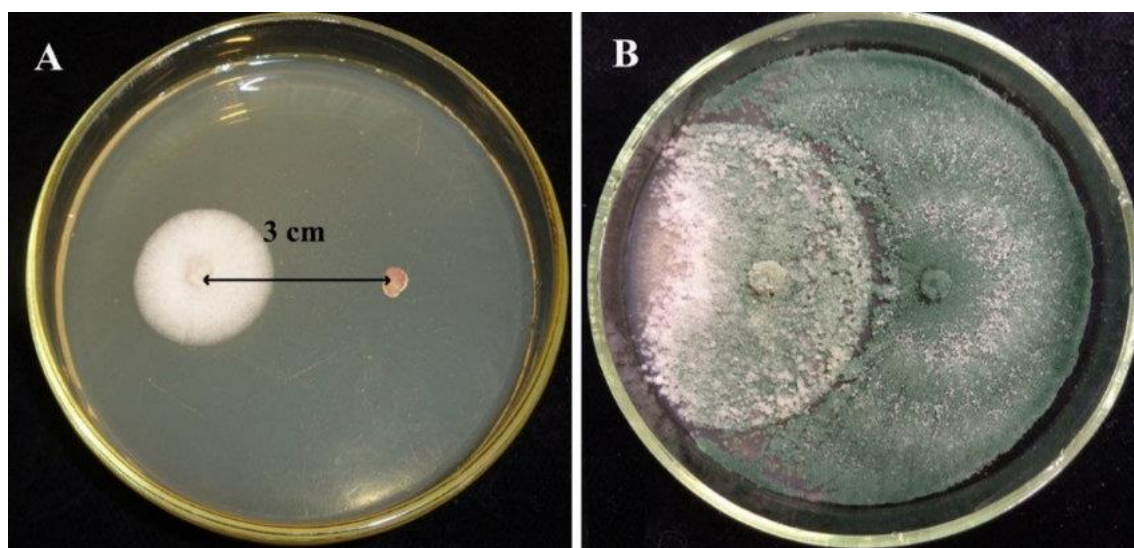
Trichoderma segrega varias enzimas metabólicas (quitinasas, gluconasas, lipasas, celulasas, proteasas). Estas enzimas están envueltas en la disensión de la pared celular de las hifas del huésped, lo que ayuda a insertar distribuciones especializadas e hifas de *Trichoderma*. Para absorber la nutrición del huésped. En conclusión, finaliza con la pérdida del contenido citoplasmático de la célula del hospedante. El citoplasma restante esta primordialmente envuelto las hifas dominadoras, exponiendo síntomas de disgregación, lo que reduce el movimiento del fitopatógeno (INFANTE *et al.*, 2009).

Cuadro 1. Rango de hospederos del hongo antagonista *Trichoderma* sp.

Hongo	Hospedero/ Método	Autor
<i>Alternaria solani</i>	Papa	RONNIE y MARTÍNEZ (2019)
<i>Armillaria</i>	In vitro	OCHOA <i>et al.</i> (2017)
<i>Botrytis cinérea</i>	fresa, frijol, uva, tomate	MERCHAN <i>et al.</i> (2014) ROSELLO <i>et al.</i> (2005)
<i>Fusarium solani</i>	Maracuyá	CUBILLOS <i>et al.</i> (2009)
<i>Penicillium digitatum</i>	Cítricos	BORRERO y SILVA (2005)
<i>Phytophthora cactorum</i>	Manzana	PORRAS <i>et al.</i> (2007)
<i>P. cinnamomi</i>	In vitro	HOYOS <i>et al.</i> (2017)
<i>P. parasítica</i> f.sp. <i>nicotianae</i>	In vitro, piña	MICHEL <i>et al.</i> (2019)
<i>Pythium aphanidematum</i>	In vitro	AERTS <i>et al.</i> (2002)
<i>Pythium</i> spp.	Frijol	HARMAN <i>et al.</i> (2004)
<i>P. graminícola</i>	Grama	HARMAN <i>et al.</i> (2004)
<i>P. myriotylum</i>	In vitro	SEQUEIRA y SILVA (2010)
<i>P. ultimum</i>	In vitro, frijol	NASEBY <i>et al.</i> (2000)
<i>Rhizoctonia solani</i>	Algodón, rábano, tomate	GARRIDO y VILELA (2019); TORTOLERO y PAVONE (2012)
<i>Sclerotinia</i> sp.	Ajo	MENÉNDEZ (1996)
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Cebolla, maní, melón, ají y tomate	ACEVES <i>et al.</i> (2013)

2.4.4.4. Resistencia sistémica inducida

En *Trichoderma* se descubrieron que las proteínas (xilanasas y glucanasas) además de su actividad enzimática, también fueron descritas como inductores de la expresión de genes PR y a la producción de fitoalexinas en varias plantas (Martínez, 2001, citado por SALAS, 2010). También se han identificado las proteínas de los genes Avr en una gran variedad de hongos y bacterias patógenos de plantas, estos inductores regularmente funcionan de manera específica planta patovariedad y son capaces de inducir la respuesta hipersensible y de inducir genes relacionados a defensa (HARMAN *et al.*, 2004). Este último está relacionado con la producción de reguladores del crecimiento y desencadenantes para estimular la división, diferenciación y crecimiento celular en las plantas (JAIMES *et al.*, 2008).



Fuente: RAHIMI *et al.* (2020)

Figura 2. Prueba de confrontación entre *Trichoderma* sp. frente *Alternaria solani* (A) después de dos días, (B) después de siete días.

Cuadro 1. Modo de acción de *Trichoderma* en diferentes cultivos agrícolas

Especie	Cultivo	Acción	Autor
<i>T. harzianum</i>	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	Resistencia a <i>Botrytis cinerea</i>	LIU <i>et al.</i> (2016)
	<i>C. papaya</i>	Inhibición de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	LANDERO <i>et al.</i> (2015)
	<i>S. lycopersicum</i>	Promotor del crecimiento y intervención de <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> y	YOUSSEF <i>et al.</i> (2016) GUEDEZ <i>et al.</i> (2012)
<i>T. asperellum</i>	<i>S. lycopersicum</i> , <i>C. annuu</i> y <i>C. pepo</i>	Mejora la germinación de la semilla y la longitud de la radícula.	SINGH <i>et al.</i> (2016)
<i>T. viride</i> y <i>T. koningii</i>	<i>Gossypium</i>	Inhibición de <i>Rhizoctonia solani</i>	GAHERA <i>et al.</i> (2016)
<i>T. koningiopsis</i>	<i>S. lycopersicum</i>	Supresión de la esporulación en <i>B. cinérea</i>	YOU <i>et al.</i> (2016)
<i>T. atroviride</i>	Cítricos	Antagonismo de <i>Guignardia citricarpa</i>	LIMA <i>et al.</i> (2016)
	<i>P. vulgaris</i>	Inhibición de <i>Fusarium solani</i> y promotor del crecimiento	TOGHUEO <i>et al.</i> (2015)
<i>T. longibrachiatum</i>	<i>C. papaya</i>	Inhibición de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	LANDERO <i>et al.</i> (2015)
<i>T. viridescens</i>	<i>T. cacao</i>	Antagonismo de <i>M. roleri</i> y <i>Phytophthora</i>	CUERVO <i>et al.</i> (2014)

Fuente: LOPÉZ *et al.* (2017)

2.5. Fungicida químico agrícola Score® 250 EC

Según SYNGENTA (2020), indica que el Score® tiene al dificonazol como ingrediente activo, fungicida de contacto y sistémico con efectos preventivos y curativos. El movimiento dentro de la hoja vegetativa y el ápice es esencialmente horizontal y la translocación es terminal. Como otros triazoles, su mecanismo de acción es inhibir la biosíntesis de ergosterol, interviniendo primariamente sobre la desmetilación de C14 y DMI. No aflige el brote de esporas ni la formación de micelio. Impide significativamente el desarrollo subcutáneo de micelio y el proceso de sintomatologías de enfermedades. Tiene poca movilidad en el suelo, se degenera paulatinamente, con una existencia estimada de 21 días.

DE LIÑAN en el año 2015 agrega que el difeconazol es efectivo sobre un sinnúmero de especies de Ascomicetos, Basidiomicetos y Deuteromicetos que causan afecciones en parte aérea, en específico de los géneros *Alternaria*, *Ascochyta*, *Cercospora*, *Cercosporidium*, *Colletotrichum*, *Erysiphe*, *Guignardia*, *Gymnosporangium*, *Microsphaera*, etc.

COX y SURGAN (2006), indican que los ingredientes inertes de los pesticidas generalmente no se identifican en las etiquetas de los productos y, a menudo, se afirma que son información comercial confidencial y que además, los ingredientes inertes pueden aumentar la fitotoxicidad de las formulaciones de pesticidas, así como la toxicidad para peces, anfibios y microorganismos.

2.6. Ensayos de investigación realizados en *S. sessiliflorum* Dunal

Un experimento realizado en Tulumayo (CIPTALD - UNAS) en la provincia de Leoncio Prado manifestó que el rendimiento está asociado por los disyunciones de siembra. Encontrándose que en la densidad de 3 333 plantas/ha, los ecotipos alcanzan el rendimiento límite de 18.39 t/ha y en las densidades de siembra 2 500, 2 000 y 1 600 planta/ha, tuvieron un rendimiento de 13 t/ha, 10.66 t/ha y 8.85 t/ha. Además, el ecotipo T₄ resaltó su superioridad con 14.33 t/ha al compararse al ecotipo N₄ con 11.26 t/ha (CARDENAS, 2003).

Un ensayo de tres densidades de siembra en *Solanum sessiliflorum* Dunal en Picuruyacu - Tingo María se halló que el rendimiento está influenciado por los distanciamientos de siembra. Determinó que en la densidad 14 492 plantas/ha para el ecotipo CTR logró el mayor rendimiento con 43.65 t/ha continuo del ecotipo T₂ con 40.30 t/ha y posteriormente el ecotipo de fruto pequeño PY con 27.15 t/ha (FALCON, 2005).

Se evaluaron el rendimiento y la característica organoléptica de cuatro ecotipos en Saposoa (San Martín), obteniendo resultados de 21.2, 20.03, 18.68 y 13.27 t/ha de cocona CPU, SA3, CTR y SAT respectivamente. De las características biométricas se promediaron los frutos por ecotipo determinando que el ecotipo CPU es mayor en peso de fruto (291.25 g), longitud de fruto (8.84 cm) y espesor de pulpa (1.13 cm); a continuación del ecotipo CTR (238.38 g) respectivamente al peso de fruto, largo de fruto (8.23 cm); y el ecotipo S en cuanto a espesor de pulpa (0.95 cm) (ABANTO, 2006).

Se evaluó el beneficio en dos épocas de producción donde el ecotipo CTR obtuvo un rendimiento notable de 17.96 t/ha, continuado del ecotipo AR₁

con un rendimiento de 14.61 t/ha. Por otro lado, al peso del fruto de ecotipo TR fue optimo con 216.25 g frente al ecotipo AR1 con 79.31 g y el que alcanzo mayor grosor de pulpa fue el ecotipo TR 11.05 m y el de menor grosor de pulpa el ecotipo fue AR1 con 4.63 mm. Por tanto, al número de frutos el ecotipo AR₁ obtuvo 227 556 frutos/hectáreas y el ecotipo TR adquirió 112 555 frutos/ha (VELA, 2010).

En el ensayo verificado en Tingo María al apreciar el rendimiento de cuatro ecotipo (CSA 101, T₂, TR, SRN 9), se descubrió que el ecotipo CTR adquirió el rendimiento máximo con 44.11 t/ha, continuamente del ecotipo T₂ con 38.28 t/ha y del ecotipo CSA 101 con 19.82 t/ha. Simultáneamente, al peso de fruto el ecotipo CTR fue el óptimo con 221.01 g a comparación a los ecotipos T2 con 172.38 g y CSA 101 con 43.19 g correspondientemente (ROBLES, 2011).

En un estudio se determinó las particularidades biométricas, de atributos y de rendimiento de los cuatro ecotipos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal); SRN9, MCH2, CTR y TMP2 bajo condiciones climáticas de Saipai (Leoncio Prado), obteniendo los siguientes resultados: Los rendimientos más altos los ecotipos MCH2 y CTR con 44.36 y 41.43 t/ha. En el atributo peso/fruto, el ecotipo MCH2 destacó a los restantes tratamientos al demostrar un peso de 208.88 g/fruto, mientras que para el número de frutos por planta, el ecotipo SRN9 alcanzo 117.38 frutos por planta destacando estadísticamente a los demás tratamientos. En cuanto, las variables vegetativas, los ecotipos TMP2 (1.2 m) y MCH2 (1.18 m) consiguieron significativamente una buena altura de planta, seguido de los ecotipos: CTR (1.11 m) y SRN₉ (1.03 m), por otro lado, el diámetro de tallo del ecotipo MCH2 alcanzó el

notable diámetro (4.18 cm), sin distinguir con el ecotipo CTR (4.1 cm), mientras que el ecotipo SRN9 (3.88 cm), hubo el mínimo valor (EUGENIO, 2017).

2.7. Trabajo de investigación realizados en *Alternaria solani* Sorauer

En el trabajo de investigación sobre la efectividad biológica del fungicida DPX-KQ 667 DF (mancozeb + famoxadona) para el control de *Alternaria solani* en el cultivo de papa en Coahuila (México), donde los parámetros evaluados fueron: incidencia y severidad de *A. solani* en hojas de papa, y efecto fitotóxico los fungicidas en el cultivo de la papa. Concluye que el fungicida en estudio alcanzó un máximo de 12.5 % (escala 2) de severidad en las hojas y aproximadamente desde 15.5 hasta 25 % de porcentaje de severidad de alternariosis en las hojas de papa sin aplicación de ningún pesticida (CADENAS, 1999).

En el trabajo de investigación ubicado en el CIPTALD – UNAS (Pueblo Nuevo) para evaluar el control químico de *Alternaria solani* Cell And Mart en el *S. sessiliflorum*, elaborado en dos períodos, fase de laboratorio y de campo, con la finalidad de comprobar la influencia del fungicida Brestan 60 PM en el control de *Alternaria solani* y la repercusión de este en el rendimiento, se encontró que el tratamiento con Brestan 60 PM 0.50 %. En el control de *Alternaria solani*, obtuvo el mejor rendimiento con una media de 22.21 t/ha y mínima media de alternariosis en hojas con un valor de 15.93 a 79.17 % y en frutos con 0.00 a 4.95 %. En este mismo tratamiento se distinguió estadísticamente de los otros tratamientos en evaluación, quienes consiguieron un cien por ciento de incidencia a los 225 ddt (SALAZAR, 2004).

Se estudiaron la actividad antagónica *in vitro* en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos (Cuba) de una cepa procedente de *Trichoderma* sp. y una comercial frente a tres aislamientos de *Alternaría solani*. Las cepas de *Trichoderma* revelaron un elevado resultado antagónico contra *A. solani*, tanto en representación micelial como metabólica, enfatizándose la cepa nativa que obtuvo un mayor resultado antagónico e hiperparasítico elocuentemente preferente a la comercial; infiriendo que una cepa nativa de la zona podría ejercer mayor efecto de control contra este fitopatógeno (GONZALES *et al.*, 2008).

En un invernadero en Andhra Pradesh (India) se evaluaron extractos de hojas de los géneros *Bougainvillea*, *Clerodendrum*, *Azadirachta* (neem), *Allium* (ajo, cebolla) y *Lantana*; así como los organismos antagónicos: *Gliocladium virens*, *Aspergillus niger*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium expansum*, *Trichoderma viride*, *T. harzianum*, *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas* spp., la cual, mostraron una reducción de hasta 33 % en los síntomas de *A. solani* en plantas de tomate. Los extractos fueron asperjados en las hojas del cultivo en una concentración del 15 %, mientras que los organismos antagónicos en concentraciones de 10^7 ufc/ml para hongos y 10^8 ufc/ml para las bacterias. Los mejores tratamientos fueron: extracto de *Clerodendrum* (23.22 %), *Azadirachta* (32.35 %) y *Lantana* (31.33 %), así como *Trichoderma viride* (27.52 %), *T. harzianum* (31.72 %) y *Bacillus subtilis* (33.35 %) (VARMA *et al.*, 2008).

En el laboratorio del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (México) se probaron el antagonismo de 20 cepas de *Trichoderma* contra *A. solani*. Estas cepas inhabilitaron el incremento micelial de *A. solani*

desde 38.8 a 81.3 %, resaltando las especies: *T. harzianum*, *T. longibrachiatum* y *T. koningii*, las cuales inhibieron al menos el 65 % del crecimiento de *A. solani*. Debido a su efecto antagonista sobre *A. solani* in vitro, creen que Trichoderma es un fármaco prometedor para el control biológico de enfermedades promovidas por estos patógenos en vegetales (ACEVES *et al.*, 2008).

En Chapingo (México) se evaluaron el comportamiento de 18 líneas experimentales y dos genotipos de *S. lycopersicum* ante la inoculación natural de patógenos (*Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Meloidogyne* spp, *Fusarium oxysporum*, *Nacobbus* sp) de importancia económica, donde determinaron el grado de severidad. Finalmente, manifestaron principios de tenacidad para *Alternaria solani* con daño severo del 35 %, en comparación con los genotipos susceptibles que fue del 80 %. En cuestión de *Phytophthora infestans* la severidad consiguió un 60 %, por otro lado, la susceptibilidad correspondió a 100 %. En cuanto a *Fusarium oxysporum* alcanzaron un 10 % de afecciones contra los susceptibles con 40 %. Por otro lado, los nematodos (*Nacobbus* spp. y *Meloidogyne* spp.), se comprobó la tolerancia con observaciones de 30 % de pudriciones y 76 % en líneas delicadas al hongo (LEYVA *et al.*, 2013).

En Daca (Bangladesh) evaluaron la capacidad antagónica de *Trichoderma viridae* y *T. harzianum* sobre el fitopatógeno *Alternaria solani*, realizándolo por cultivo dual, tanto volátil como no volátil dentro de un rango de nivel de pH desde 5.5 a 10.0. Concluyendo que, *T. viridae* es más eficaz en el proceso de reducción de *A. solani* y *T. harzianum* también mostró la mayor inhibición en ensayos volátiles y no volátiles y que entre el rango de

6.5 a 8.0 existe mayor crecimiento del micelio, lo que significa que en un suelo alcalino el crecimiento de *A. solani* es mayor; sin embargo, a pH mayor de 8.0 el crecimiento disminuye (ROY *et al.*, 2019).

En un ensayo *in vitro* en Turquía entre *A. solani* y *T. harzianum* mostraron interferencia porcentual contra el fitopatógeno entre 60 y 48 %. Tuvieron acción inhibitoria concluyendo que los aislamientos fueron efectivos contra el patógeno obtenido del cultivo del tomate. Ademes, existió anulación de estos aislamientos y tuvo acción inhibitoria contra *A. alternata*, *F. oysporum*, *S. sclerotiorum*, *F. solani* y *G. candidum*. Concluyendo que es importante que los agentes de control biológico controlen *A. solani* son investigados en términos de aplicabilidad a condiciones de campo, y que su relación con otras plantas cultivadas y silvestres que crecen en el área debe ser examinado (CAMLICA y TOZLU, 2019).

Estudios experimentales financiados por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) detalla específicamente los reportes obtenidos ensayando con diferentes ecotipos, climas, densidades de siembra, rendimientos, cualidades organolépticas del cultivo de *Solanum sessiliflorum* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento obtenido en algunos trabajos de investigación según la localidad y el ecotipo de *Solanum sessiliflorum*

Localidad	Ecotipo	Rendimiento (t/ha)	Referencia
Saposoa	CPU	21.2	ABANTO (2006)
	SA3	20.03	
	CTR	18.68	
	SAT	13.27	
Tulumayo	T4A	20.54	CARDENAS (2006)
	N4	16.21	
Tulumayo	N3	24.11	HUAYANAY (2002).
	AR1	21.03	
	R2	19.06	
	T4	18.23	
	T7	18.16	
	T2	16.98	
	T5	14.17	
Tulumayo	N7	12.98	GOMEZ (1997)
	N4	37.44	
	N3	36.61	
	T6	35.10	
	T4	34.16	
	N1	31.4	
	R2	30.26	
Tulumayo	J1	29.84	VELA (2010)
	N7	18.68	
	TR	25.92	
Tulumayo	AR1	22.98	ROBLES (2011)
	TR	44.11	
Tingo María	T2	38.28	ROBLES (2011)
	CSA 101	19.83	
	SRN 9	14.28	

CPU: Cocona Pucallpa

CTR: Cocona Trujillo

N: Cocona Naranjillo

R2: Cocona Rioja

Fuente: BALCÁZAR *et al.* (2011)

SA3: Cocona Satipo

SAT: Cocona Satipo

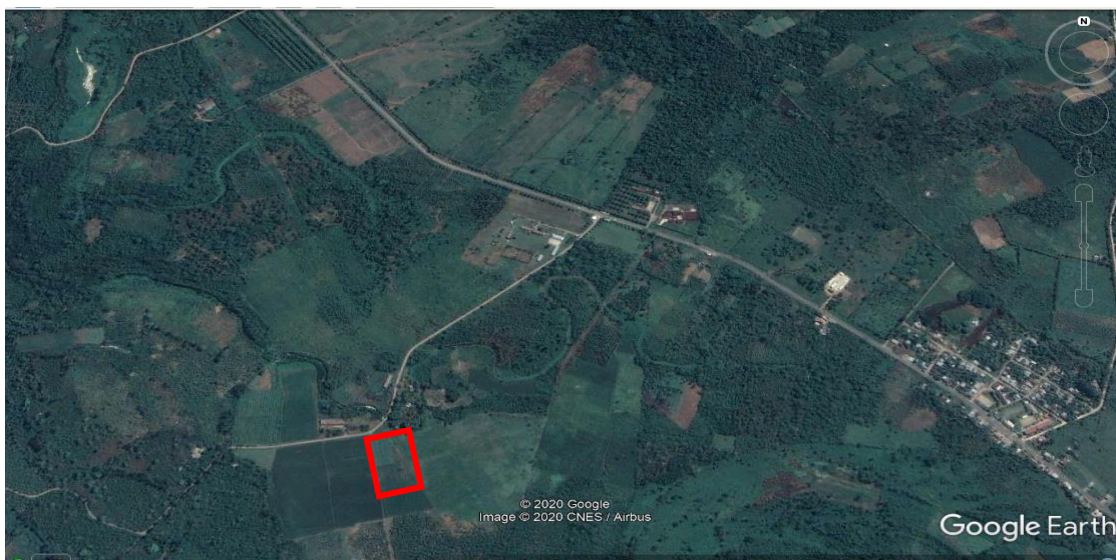
T: Cocona Tingo María

J: Cocona Jacintillo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el terreno del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria – Puerto Súngaro de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (CIPTALD – UNAS), ubicada a 26 km de la ciudad de Tingo María, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, ubicado geográficamente entre las coordenadas UTM: Zona 18 L; Este: 0386056 m E; Norte: 8989665 m N; Altitud: 610 msnm (Figura 3).



Fuente: Google Earth Pro (2020)

Figura 3. Ubicación satelital del campo experimental en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria – Puerto Súngaro

3.2. Zona de vida

El distrito de Pueblo Nuevo se considera bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PT) (SDOT, 2014), se encuentra en una altitud

promedio de 640 msnm, con un clima predominantemente tropical, con temperaturas que oscilan entre los 20 a 26 °C, durante el día y por las noches con temperaturas menores a 20 °C y lluvias predominantes en los meses de enero a marzo (SENAMHI, 2020).

3.3. Registro durante el experimento

3.3.1. Análisis físico químico

El terreno donde se efectuó el trabajo experimental es de topografía plana. De acuerdo con MANSILLA (2019), obtuvo el análisis realizado en el Laboratorio de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, presentó un suelo de textura suelta (Franco Arcilloso Limoso), de reacción neutra, con un contenido de materia orgánica baja y CIC bajo. Con respecto a los contenidos de nitrógeno, fosforo y potasio, estos mostraron niveles bajo, alto y bajo respectivamente. Las relaciones catiónicas de Ca/Mg, Ca/K y Mg/K fueron de 4.98, 35.18 y 14.19 mg/100 g de suelo (Anexo: Cuadro 64).

3.3.2. Registro meteorológico

Las condiciones climáticas durante el periodo de ejecución de la tesis se obtuvieron de la estación meteorológica Tulumayo, que se encuentra a una altitud de 640 m.s.n.m. y en las coordenadas: 9° 08'49.4'' de latitud y 76° 0'33.97'' de longitud (SENAMHI, 2020), donde registraron la temperatura, la humedad relativa y precipitación en la zona de estudio. Existe mayor temperatura máxima en el mes de setiembre (32.66 °C), por consiguiente con una humedad relativa de 78.48 %, mientras que la temperatura mínima se reportó en el mes de junio (18.67 °C); por otro lado, se registró una precipitación escasa en el mes

de julio con apenas 11.9 mm a comparación de los demás meses llegando a un máximo de 499.2 mm en el mes de noviembre (Cuadro 3).

Cuadro 3. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (periodo de junio – noviembre 2018)

Meses	T máx. (°C)	T min (°C)	T prom. (°C)	Humedad relativa (%)	Prec. (mm)
Junio	29.5	18.67	24.08	83.71	150.2
Julio	30.49	19.00	24.74	80.00	11.9
Agosto	30.91	19.04	24.97	80.07	179.5
Setiembre	32.66	19.27	25.96	78.48	68
Octubre	29.12	19.60	24.36	81.23	411.2
Noviembre	28.89	19.86	24.38	81.18	499.2
Promedio	30.26	19.24	24.75	80.79	220.0

Fuente: Estación Meteorológica Tulumayo SENAMHI (2020)

3.3.3. Registro al aplicar y evaluar los tratamientos

3.3.3.1. Registro de pH

El registro del pH del agua con los distintos tratamientos en estudio se efectuó en el Laboratorio de Química de la Facultad de Industrias Alimentarias utilizando el pHmetro Mettler Toledo MP220 (Figura 4a). Se extrajo aproximadamente unos 50 mL de cada tratamiento y aplicación (Cuadro 5).

3.3.3.2. Registro de la temperatura y humedad relativa

El registro se realizó cada 15 días paralelamente al evaluar las características o variables en estudio utilizando el termohigrómetro digital Eurolab Sh – 101 (Figura 4b).

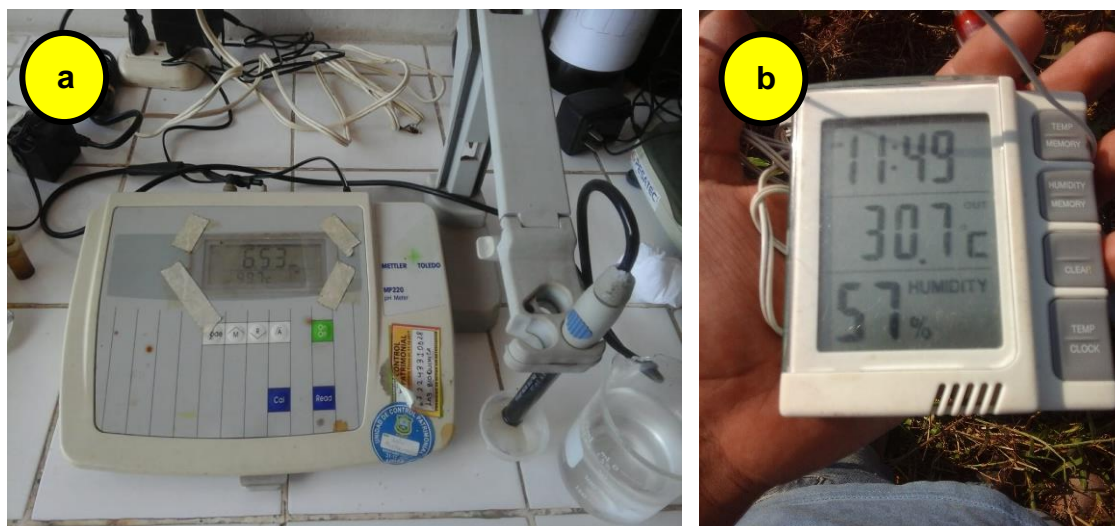


Figura 4. Registros: a. Del pH de la solución de cada tratamiento., b. De la temperatura y humedad en el termohigrómetro.

Cuadro 4. Registro de temperatura y humedad relativa por fecha de aplicación de los tratamientos

Var.	Fecha							
	19/06	02/07	16/07	30/07	13/08	27/08	10/09	24/09
meteorológicas								
Temperatura (°C)	31.8	32.0	32.9	32.4	29.5	30.2	31.7	32.3
Humedad (% H)	49	54	52	53	58	53	50	51

Cuadro 5. Registro del pH de la solución de los tratamientos por fecha de aplicación

Tratamientos	Fecha							
	19/06	02/07	16/07	30/07	13/08	27/08	10/09	24/09
T ₁	6.52	6.76	6.69	6.56	6.68	6.53	6.71	6.54
T ₂	6.54	6.71	6.55	6.66	6.61	6.56	6.42	6.44
T ₃	6.58	6.75	6.65	6.41	6.58	6.71	6.22	6.73
T ₄	6.53	6.67	6.59	6.44	6.67	6.59	6.46	6.58
T ₅	6.55	6.77	6.55	6.72	6.56	6.58	6.51	6.55
T ₆ (PQ)	6.50	6.65	6.34	6.55	6.51	6.31	6.56	6.49
T ₇ (Testigo)	7.34	7.11	7.36	7.25	7.52	7.12	7.83	7.54

3.4. Diseño estadístico

3.4.1. Componentes en estudio

Se utilizó semillas de *Solanum sessiliflorum* del ecotipo Trujillo (CTR) proporcionado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Además, se empleó el antagonista *Trichoderma harzianum* del producto biológico comercial “Tricho – D” suministrado por la empresa SERFI S.A. a diferentes dosis de aplicación (Figura 5a).

3.4.2. Tratamientos

El experimento consta de siete tratamientos, de las cuales, las cinco primeras se utilizaron el producto “Tricho – D” en diferentes concentraciones ascendente. Además, de dos tratamientos testigos, uno de ellos usando el producto químico Score 250 EC y el otro sin emplear algún producto.

3.4.3. Dosificación

De los siete tratamientos en evaluación se distribuyeron las dosis de manera ascendente desde 150 hasta 750 g/ha/apl del producto biológico “Tricho – D”, añadiendo al testigo aplicando el producto químico (300ml/ha) y el testigo absoluto (Cuadro 6).

Cuadro 6. Dosis por hectárea y frecuencia de aplicaciones de los tratamientos en estudio

Tratamiento	Dosis/ha/aplic	ufc/g	Frecuencia de aplicación
T ₁	150 g	1.0 x 10 ⁸	Cada 15 días
T ₂	300 g	1.0 x 10 ⁸	Cada 15 días
T ₃	450 g	1.0 x 10 ⁸	Cada 15 días
T ₄	600 g	1.0 x 10 ⁸	Cada 15 días
T ₅	750 g	1.0 x 10 ⁸	Cada 15 días
T ₆ (PQ)	300 ml	-	Cada 15 días
T ₇ (Testigo)	-	-	-

PQ: Producto químico Score 250 EC; ufc: unidades formadoras de conidios

El cálculo de las dosis correspondientes para cada tratamiento y procedimientos respectivos se realizó en el Laboratorio de Entomopatógenos de la Facultad de Agronomía (UNAS) (Figura 5b).

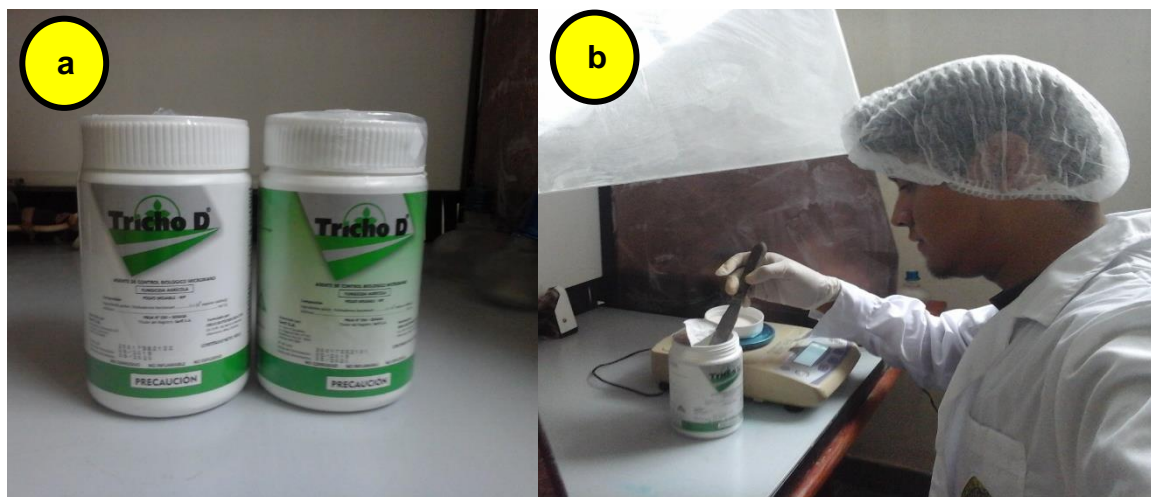


Figura 5. En el Laboratorio de Entomopatógenos: a. Fungicida biológico “Tricho – D” de 300 g, b. Dosificación de “Tricho – D” para la aplicación en campo.

Cuadro 7. Dosis empleada por área de los tratamientos aplicados con “Tricho – D”

Trt.	Dosis (g/ha)	Junio - Julio			Agosto - Setiembre		
		Aplic	Gasto de prod (g)	Gasto de agua (L)	Aplic.	Gasto de prod. (g)	Gasto de agua (L)
T ₁	150	4	4.3	5.7	4	8.3	11
T ₂	300	4	8.6	5.7	4	16.5	11
T ₃	450	4	13.0	5.7	4	24.8	11
T ₄	600	4	17.3	5.7	4	33.0	11
T ₅	750	4	21.6	5.7	4	41.25	11
Tot	2250	20	64.8	28.5	20	123.85	55



Figura 6. Aplicación en campo experimental CIPTALD – UNAS: a. Preparación de la mochila para la aplicación de los tratamientos., b. Aplicación de los tratamientos a los 15 ddt.

El gasto de agua en las primeras cuatro aplicaciones fueron de 5.7 L, aplicando solo agua en el testigo se logró determinar esta cantidad. En el transcurso de dos meses, las plantas se desarrollaban y crecían aumentando el gasto de agua en 11 L por parcela de 288 m², por consecuencia, la dosificación del producto aumentaba (Cuadro 7).

3.4.4. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con seis tratamientos incluido el testigo comparativo con un fungicida químico y un testigo absoluto con tres repeticiones o bloques.

3.4.5. Análisis estadístico

Las características evaluadas de cada uno de los tratamientos fueron sometidos al análisis de variancia y pruebas de significación estadística Di Rienzo, Guzman y Cassanoves (DGC) a nivel de $\alpha = 0.05$ de significación, además, se determinó el coeficiente de variación utilizando el software estadístico INFOSTAT (2020). El motivo para utilizar la prueba de DGC es que nos permite diferencia grupos a nivel o una secuencia jerárquica empleando una técnica multivariada del análisis de conglomerados sobre una matriz de distancia entre medias de los tratamientos.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta realizada de la i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

μ = Efecto de la media general.

t_i = Efecto del i-ésimo dosis de *Trichoderma harzianum*

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental del i-ésimo dosis en la j-ésimo bloque.

Para:

i = 1, 2, 3,... 7 tratamientos

j = 1, 2, 3 bloques

3.4.6. Características del campo experimental

Bloques

Numero de bloques	: 3
Largo de bloque	: 68 m
Ancho de bloque	: 8.00 m
Área de bloque	: 548.00 m ²
Calle entre bloques	: 2.50 m
Numero de calles	: 4

Parcelas

Número total de parcelas	: 21
Número de parcelas por bloque	: 7
Largo de cada parcela	: 9.00 m
Ancho de cada parcela	: 8.00 m
Nº de plantas por parcela	: 24
Nº de plantas por parcela neta	: 8
Área total de cada parcela	: 72.00 m ²
Área neta de la parcela	: 24.00 m ²
Calle entre parcelas	: 2.50 m
Número de hileras por parcela	: 4
Número de filas	: 6
Número de golpes por hilera	: 6

Distanciamiento de siembra

Distancia entre hileras	: 2.00 m
-------------------------	----------

Distancia entre golpes : 1.50 m

Densidad de siembra

Número de plantas por parcela : 24

Número de plantas evaluadas por parcela : 8

Número de plantas por bloque : 168

Número de plantas en el experimento : 504

Número de plantas evaluadas en el experimento : 192

Número de plantas por tratamiento : 72

Número de plantas evaluadas/tratamiento : 24

Dimensión del campo

Largo del campo : 68.00 m

Ancho del campo : 34.00 m

Área total del experimento : 2312.00 m²

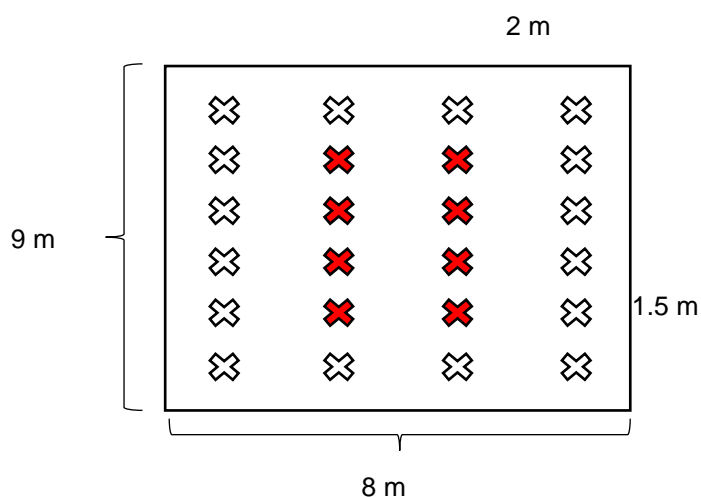


Figura 7. Dimensiones de la parcela neta y evaluación de las ocho plantas

3.4.7. Croquis del experimento

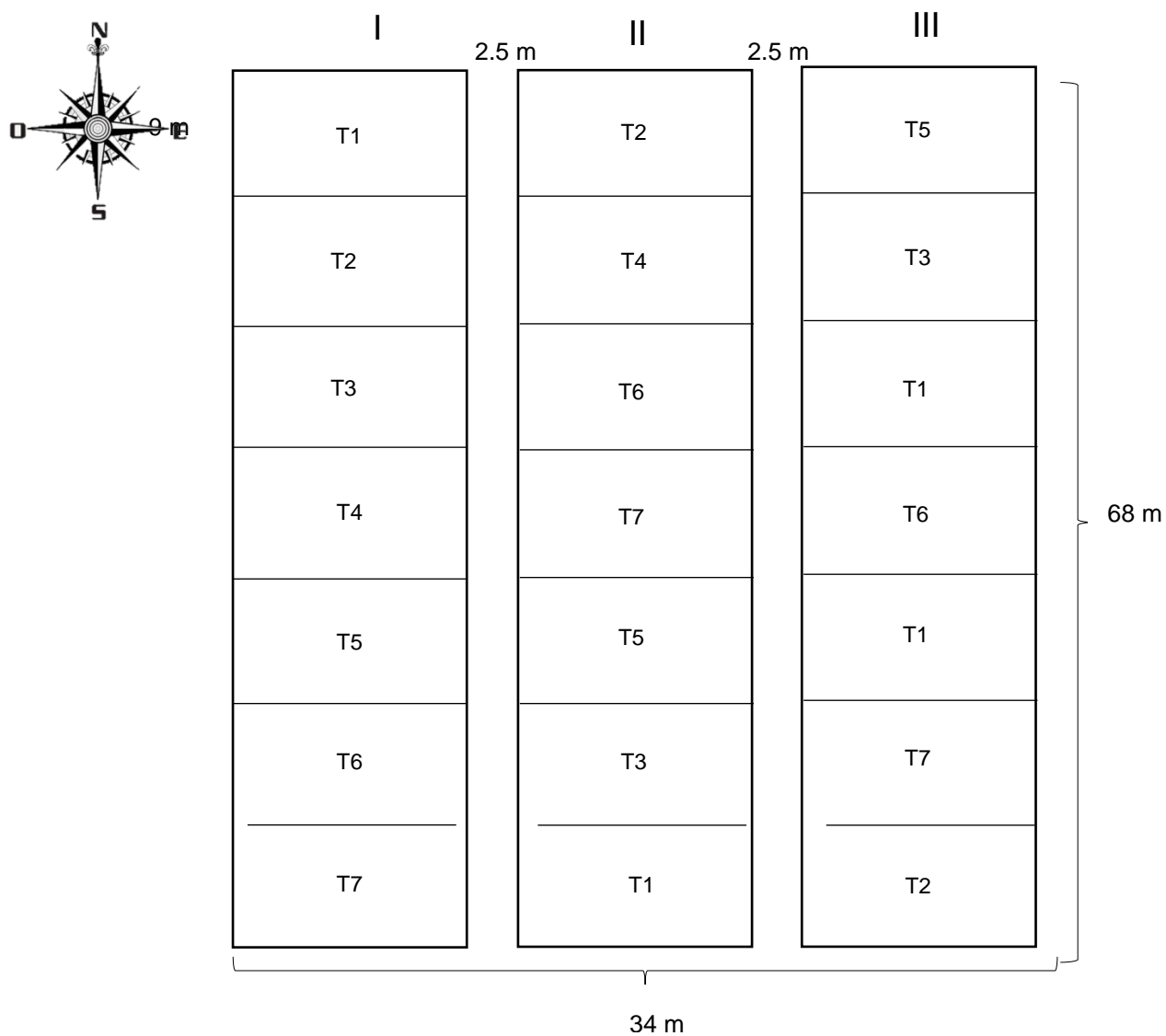


Figura 8. Croquis del campo experimental en el CIPTALD – UNAS

3.5. Variables de investigación

3.5.1. Variables dependientes

La variable dependiente es la eficiencia de control de *Trichoderma harzianum* frente al fitopatógeno *Alternaria solani* en campo.

3.5.2. Variables independientes

Las variables independientes son las dosis del producto “Tricho – D”, las variables meteorológicas de la zona, el ecotipo CTR, el cálculo de la incidencia y severidad del fitopatógeno.

3.6. Ejecución del experimento

3.6.1. Preparación del vivero

El vivero se realizó en las instalaciones de la Institución de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), sobre una topografía plana. El tinglado se preparó con *Bambusa vulgaris* Schrad (bambú) y en el techo se utilizó malla negra de 4 x 15 m a base de la orientación del sol.

La siembra de la semilla se realizó el 15 de marzo del 2018, en bolsas negras de polietileno de 6 x 10 x 2 cm, mezclando tierra agrícola y materia orgánica en relación 2:1 respectivamente; después de nueve días emergieron, gradualmente se realizó el raleo hasta quedar con una sola planta por bolsa. Los riegos se realizaron por las mañanas o a la puesta del sol, manteniendo el sustrato en capacidad de campo.



Figura 9. En el vivero: a. Siembra de semillas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR en las bolsas de polietileno., b. Emergencia de las primeras hojas.

3.6.2. Preparación del terreno

Esta actividad se realizó en el terreno en forma mecanizada con el tractor New Holland TD 1000 con los implementos de arado de discos reversible (hidráulica) y rastra excéntrica de discos a 30 cm de la superficie del suelo, con el objetivo de dar mayor aireación al suelo, regular la humedad.

3.6.3. Demarcación del terreno

La demarcación del terreno del campo experimental se realizó con el método del triángulo rectángulo 3x4x5, demarcándose los bloques y las parcelas con estacas de *Gynerium sagittatum* Aubl. (cañabrava), también su uso la wincha Stanley de 100 m y rafia sintética color rojo y verde para el alineamiento.

3.6.4. Muestreo del suelo

En el muestreo del suelo se empleó un barreno espiral 6500 en forma de zig-zag a una profundidad de 20 cm obteniéndose diez sub-muestras, las que fueron homogenizadas, luego se secó bajo sombra por 72 horas, después se realizó el mullido y tamizado, finalmente se pesó un kilogramo de muestra la que se llevó al Laboratorio de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectivo análisis físico químico.



Figura 10. Análisis de suelo: a. Muestreo de suelo del campo experimental en el CIPTALD – UNAS con el barreno espiral., b. Muestras de suelo por tratamiento para el análisis físico – químico correspondiente.

3.6.5. Fecha de trasplante

El trasplante o instalación al campo definitivo se ejecutó el día 04 de junio del 2018, realizando un hoyo de 20 x 20 x 30 cm con la ayuda de la pala derecha; de acuerdo a la orientación del sol y posteriormente se realizó el recalce.



Figura 11. Trasplante de plantones de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR en el campo experimental CIPTALD – UNAS.

3.6.6. Densidad de siembra

La densidad de siembra fue de 3333 plantas por hectárea, distanciados de 1.5 m entre plantas x 2 m entre hileras.

3.6.7. Aporque

El aporque consiste se realizó a los 30 días después del trasplante con el objetivo de evitar el vuelco de las plantas principalmente aquellas que se ramifican desde la base y evitar el resquebrajamiento por el peso de las ramas y frutos.

3.6.8. Deshierbo

El deshierbo se realizó manualmente, utilizando machete y azadón; teniendo en cuenta que la maleza no compita con el cultivo. El primer deshierbo se realizó a los 25 días del trasplante, los demás deshierbos fueron realizados toda vez que era necesario haciendo un total de cinco deshierbos (Figura 12).



Figura 12. Deshierbo del campo experimental CIPTALD - UNAS: a. Deshierbo a los 25 ddt., b. Deshierbo a los 105 ddt.

3.6.9. Riego

El riego en campo definitivo se efectuó con la participación del personal del IIAP, quienes apoyaron en el riego interdiario utilizando baldes y mochila pulverizadora por la época seca durante la ejecución del experimento. En casos de días lluviosos no fue necesario el riego manual.

3.6.10. Abonamiento

El abonamiento se realizó a base de los resultados obtenidos en el análisis de suelo (Anexo: Cuadro 64). Estos fueron colocados a 20 cm del tallo en plantas tiernas y a 50 cm del tallo en plantas adultas a una media luna posteriormente se cubrió con tierra agrícola del suelo.



Figura 13. Abonamiento a las plantas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 25 ddt

De acuerdo con el análisis de suelo, se determinó la cantidad de nutrientes existente en el suelo, este se descuenta de la cantidad de nutrientes extraída por la planta de 75 de N, 27.5 de P y 130 kg/ha de K, cuyos resultados son ajustados a la aplicación de coeficientes (coeficiente de absorción, etc.) para 25 t en campaña (PISCO, 2006), y se determinó la cantidad de nutrientes necesarios para la realización de la fertilización. La formulación encontrada y la que se empleó fue de 110 - 15 - 75 de N, P₂O₅ y K₂O (redondeando), es decir, 55.28 kg de urea, 7.54 kg de SPT y 28.9 kg de KCl, en total 91.72 kg de fertilizante para el área total del campo. En conclusión, se aplicará 182 g/planta

de toda la mezcla en dos partes, en el mes julio, 25 días después del trasplante se aplicó 1/2 de la dosis, 91 g por planta (Figura 13). La segunda aplicación se realizó tres meses después del trasplante, en el mes de setiembre, aplicándose la segunda mitad de N, P y K₂O a la misma dosis anterior.

3.6.11. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual e individual por tratamiento, directamente de las ramas, cuando los frutos alcanzaron la madurez fisiológica comercial, ayudados de una tijera, labor realizada en nueve oportunidades, la primera cosecha se realizó a los 150 días del trasplante, posteriormente cada 15 días, luego se contaron y pesaron en una balanza electrónica Dahongying los frutos de cocona por parcela, para cada tratamiento y repetición. Cada tratamiento fue embolsado separadamente en bolsas de plástico.

3.7. Metodología

3.7.1. Efecto del fungicida biológico comercial “Tricho – D” en el control de la alternariosis en *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR

3.7.1.1. Altura y diámetro de la planta

La altura de la planta se evaluó durante la fase de crecimiento hasta el inicio de la cosecha. Las evaluaciones se llevaron a cabo cada 15 días después de trasplante, realizando en total ocho evaluaciones. Las medidas se tomaron desde la base de la planta hasta la yema terminal del tallo principal con la ayuda de una wincha Stanley de 5 m (Figura 14a).

La medición del diámetro del tallo se realizó con la ayuda de un vernier Mitutoyo calibre 150 mm, durante la fase de crecimiento hasta el inicio de la cosecha. Después del trasplante a las dos semanas se realizaron las evaluaciones cada 15 días. Estos registros se tomaran a cinco centímetros sobre el cuello de planta (Figura 14b).



Figura 14. Medidas: a. Altura de la planta (cm), b. Diámetro del tallo (cm) de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 30 ddt.

3.7.1.2. Número de hojas sanas y enfermas

Las hojas se contaron en cada planta de la parcela neta durante la fase de crecimiento hasta la floración, y a su vez se diferenció entre hojas sanas y enfermas; los registros se tomaron dos semanas después del trasplante cada 15 días hasta ocho veces.

3.7.1.3. Largo y diámetro del fruto

En cada parcela neta se seleccionaron diez frutos maduros por cada cosecha; es decir, cada 15 días seleccionado al azar a fin de obtener el valor promedio de la longitud y diámetro del fruto con la ayuda del vernier Mitutoyo calibre 150 mm (Figura 15).



Figura 15. Medición de largo y diámetro del fruto de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR

3.7.1.4. Número y peso de frutos totales

El conteo de frutos totales se realizó por planta, tratamiento y bloques. Este conteo se efectuará estrictamente desde el inicio hasta el final de la producción, con el propósito de estimar la producción total por hectárea. El levantamiento de datos se realizó cada semana hasta la última cosecha. En cada parcela neta se pesaron en una balanza eléctrica digital Dahongying de 40 Kg, diez frutos maduros por cosecha y seleccionados al azar, a fin de obtener el valor promedio del peso del fruto y por parcela (Figura 16).



Figura 16. Peso de los diez frutos por parcela neta/tratamiento

3.7.1.5. Incidencia de la alternariosis en las hojas

En cada parcela neta se seleccionó ocho plantas en las que se realizó el conteo total de hojas sanas y enfermas; en la cual, las tres primeras evaluaciones se consideró todas las hojas de la planta, después de la tercera evaluación se realizará el conteo de hojas sanas y enfermas por rama representativa (rama formada) de cada una de las ocho plantas marcadas por parcela neta, las evaluaciones se efectuó con una frecuencia de dos semanas, iniciando las evaluaciones después de 15 hasta los 120 días del trasplante. Se considera como hoja enferma aquellas hojas que presentan síntomas características de "alternariosis de la cocona", que se puede apreciar desde un punto al igual del diámetro del alfiler que es rodeado con un halo amarillo hasta necrosis concéntricas que también es rodeado por un halo amarillo.

La incidencia de la enfermedad se determinó mediante la siguiente ecuación acorde a las propuestas de ARAUZ (1998):

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de unidades enfermas}}{\text{Número de unidades totales}} \times 100$$

3.7.1.6. Severidad de alternariosis en la hoja

Las evaluaciones se efectuaron con una frecuencia de dos semanas, iniciando las evaluaciones después de 15 días del trasplante hasta los 120 días del trasplante de las ocho plantas seleccionadas de la parcela neta. El muestreo se realizó de manera visual por planta, basados en una escala descriptiva y diagramática en alternariosis en algodónero adaptado de DELGADO (1978) (Cuadro 8).

$$IPS = \frac{\sum(\text{Número de plantas} \times \text{cada grado})}{\text{Número de plantas evaluadas} \times \text{grado mayor}} \times 100$$

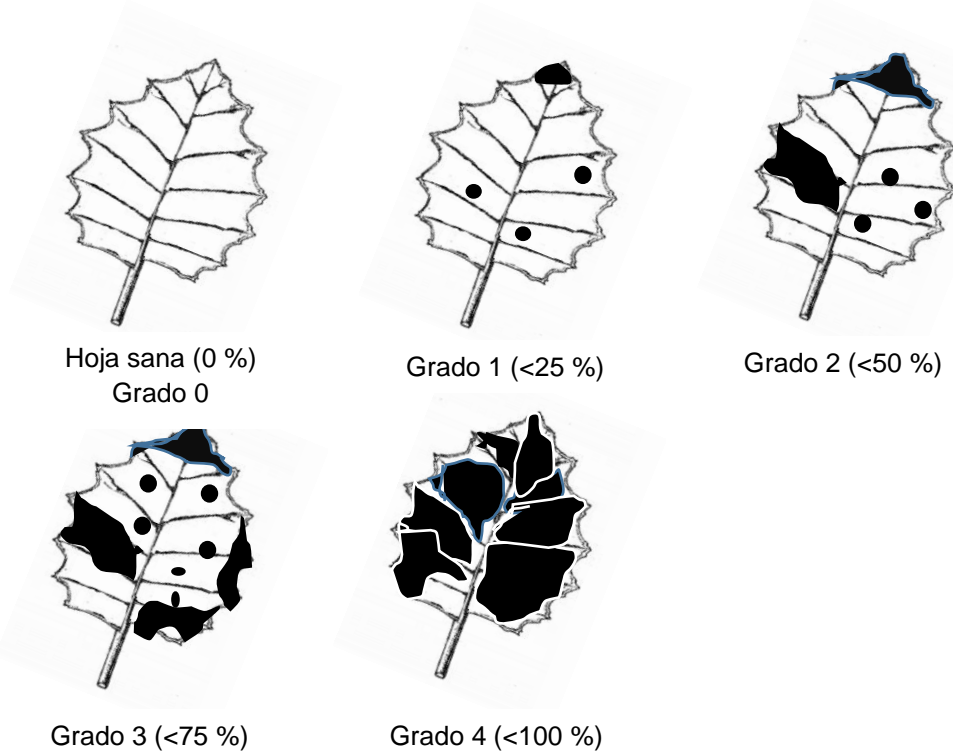
IPS = Índice Promedio de Severidad

3.7.1.7. Incidencia de alternariosis en frutos maduros y verdes

La toma de datos se realizó a los 105 días después del trasplante, considerando cuatro cosechas, en las que se realizaron el conteo total de frutos sanos y enfermos, por rama representativa marcada de las ocho plantas a evaluar por parcela neta, considerando como frutos enfermos a frutos verdes y maduros con ataque de *Alternaría solani*.

Cuadro 8. Propuesta de escala de severidad de *Alternaria solani* en hojas de *Solanum sessiliflorum* modificado de DELGADO (1978)

N° de escala	% de daño	Descripción de escala
0	0	Ninguna mancha
1	0.1 – 25	Manchas necróticas aisladas y localizadas en las hojas
2	25 – 50	Manchas necróticas más o menos generalizadas y localizadas en las hojas
3	51 – 75	Manchas necróticas generalizadas que comprometen más del 50% del área foliar y se encuentran distribuidas en hojas.
4	> 75	Muerte inminente de las hojas y/o de la planta



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Propuesta de escala diagramática de severidad de *Alternaria solani* en la hoja de *Solanum sessiliflorum*.

El programa que se utilizó fue uno de procesamiento de imagen digital IMAGEJ (S/A) para determinar el área afectada por la alternariosis en la hoja de las plantas, de las cuales, se captó fotos nítidas de las hojas infectadas con el fitopatógeno como también se registró el largo y el ancho de las mismas (Figura 18), y luego fueron subidas al programa ImageJ, estableciendo el área total de las hojas y el área de la parte afectada calculando el grado de severidad por hoja, finalmente aplicando la fórmula mencionada anteriormente se determinó el porcentaje de severidad real de las hojas por planta de cocona.

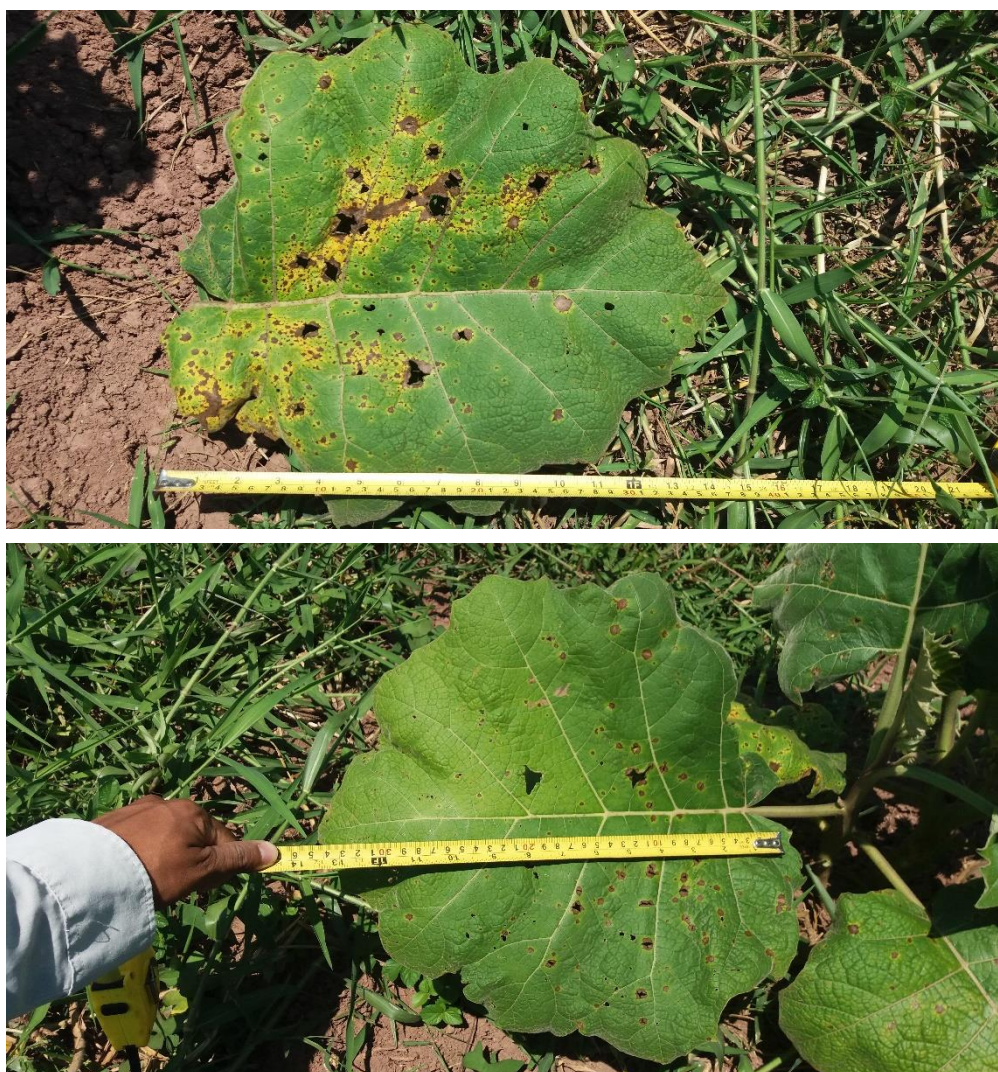


Figura 18. Evaluación de la severidad en hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR para el procesamiento en ImageJ

3.7.1.8. Determinación del rendimiento

El rendimiento se determinó del cultivo de cocona por cada tratamiento usando la siguiente formula:

Rendimiento:	Producción de tonelada/Área del terreno
Producción de una hectárea:	Peso de frutos (kg) por planta x número de plantas por hectárea.
Peso de frutos (Kg) por planta:	Peso de fruto (Kg) x número de frutos por planta

3.7.2. Análisis económico

Se calculó los costos de producción hasta la fecha establecida de la primera cosecha, una vez finalizado el proceso de todos los tratamientos de inoculación con fungicida biológico comercial “Tricho – D” calculando los ingresos generados por su venta, estableciendo la rentabilidad.

Este índice se define como la relación entre los beneficios y los costos o egresos del proyecto Su cálculo se basa en la relación entre el valor actual de las entradas de efectivo futuras y el valor actual del desembolso original. Divide la corriente descontada de beneficios entre la de costos, por lo que este método también tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo (AGUILERA, 2017).

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{Ingreso total}}{\text{Costo de producción}}$$

$$\text{Rentabilidad} = \text{Ingreso total} - \text{Costo de producción}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de *Alternaria solani* en *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR

4.1.1. Efecto en la incidencia de *Alternaria solani* en las hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA), existe diferencia significativas estadísticamente al utilizar diferentes dosis de Tricho – D y Score® a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después trasplante (Cuadro 9), la cual afecta la incidencia de alternariosis en las hojas de las plantas de cocona; es por ello, que se realiza la prueba de DGC ($\alpha=0.05$); por el contrario, en los bloques del ensayo experimental no se reportó interacción estadística.

En cuanto al coeficiente de variabilidad se determinó una regular homogeneidad de 40.06, 32.32, 42.75, 28.89, 33.11, 21.91 % en la incidencia de *Alternaria solani* desde los 15 a 105 días después del trasplante, debido a que algunas plantas presentaron mortandad durante la ejecución del ensayo experimental, BROWN (1998), un CV superior a aproximadamente el 30 % suele indicar problemas en los datos o que el experimento está fuera de control; mientras que, existe 13.82 % a los 120 días después del trasplante, este resultado se encuentran en el rango muy bueno o bueno para las condiciones en la que se realizó el experimento (CALZADA, 1986).

Cabe mencionar que a los 15 días después del trasplante, no estuvo presente el hongo *A.solani* en hojas, iniciando su presencia a los 30 días, aumentando la incidencia durante la ejecución, ya que la alternariosis se presenta más en hojas adultas y no en las recién formadas o tiernas (BALCAZAR *et al.* 2011).

Cuadro 9. Análisis de varianza (ANVA) para la incidencia (%) de *Alternaria solani* en hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios (Días después del trasplante)						
		30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días
Tratamientos	6	61.32 S	72.50 S	131.42 S	337.94 S	622.7 S	1167.17 S	1481.48 S
Bloques	2	11.32 NS	31.54 NS	62.2 NS	23.25 NS	471.49 NS	96.56 NS	47.53 NS
Error experim.	12	6.39	8.67	36.66	43.16	109.68	83.7	42.45
Total	20							
C.V.(%)		40.06	32.32	42.75	28.89	33.11	21.91	13.82

NS: No significativo

S: Significativo al 5 % de probabilidad

El hongo fitopatógeno *Alternaria solani* tuvo una fuerte incidencia durante la ejecución del ensayo experimental (Cuadro 10), que indica que el T₆ resultó muy eficiente a comparación a los demás tratamientos con el hongo antagonista *Trichoderma harzianum*. Esto lo corrobora, DE LIÑAN (2015), donde menciona que el Difeconazol (ingrediente activo de Score®) tiene muy buena respuesta contra hongos de la familia Ascomycota, específicamente con el género *Alternaria*.

Asimismo, PAUL y CLARK (1996) destaca que el antagonista tiene la capacidad de producir enzimas para el control de hongos patógenos. Además, GONZALES (1999), señala que habitualmente el género *Trichoderma* controla a los hongos del suelo como por ejemplo la *Alternaria*.

Además, el tratamiento T₆ (Score®) ha obtenido el mayor control de *A. solani* hasta un 1.99 % a los 90 días y como mínimo tan solo un 0.83 % a los 45 días después del trasplante de incidencia de *Alternaria solani*; la cual se considera insignificativo con respecto a los ensayos de SALAZAR (2004) que presentó resultados con el fungicida químico Brestan 60 PM (Fentinacetato) alcanzado un 15.93 % de incidencia de alternariosis en hojas de cocona; consiguientemente con los ingredientes activos del clorotalonil, propineb, benomilo, mancozeb, y mancozeb, las cuales obtuvieron mayor incidencia llegando hasta un 100 %.

Cuadro 10. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para la incidencia de *Alternaria solani* en hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante con ocho aplicaciones en total, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018.

Tratamientos	Incidencia de <i>Alternaria solani</i> (%), días después del trasplante						
	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días
T ₆	0 a	0.83 a	1.88 a	1.67 a	1.99 a	1.81 a	1.06 a
T ₄	0 a	3.54 a	13.07 b	16.98 b	26.90 b	33.05 b	35.61 b
T ₂	8.17 b	11.21 b	13.45 b	26.51 b	37.56 b	55.72 b	55.19 c
T ₁	7.85 b	10.39 b	12.58 b	22.57 b	30.08 b	44.77 b	56.62 c
T ₇	11.81 b	13.47 b	15.63 b	31.60 b	39.64 b	43.46 b	58.50 c
T ₃	8.08 b	13.13 b	19.76 b	28.78 b	43.24 b	58.74 b	59.45 c
T ₅	8.27 b	11.18 b	22.78 b	31.08 b	42.03 b	54.70 b	63.60 c

T1 = 150 g/ha "Tricho-D"
 T2 = 300 g/ha "Tricho-D"
 T3 = 450 g/ha "Tricho-D"
 T4 = 600 g/ha "Tricho-D"
 T5 = 750 g/ha "Tricho-D"
 T6 = 300 ml Score® 250 EC
 T7 = Testigo absoluto

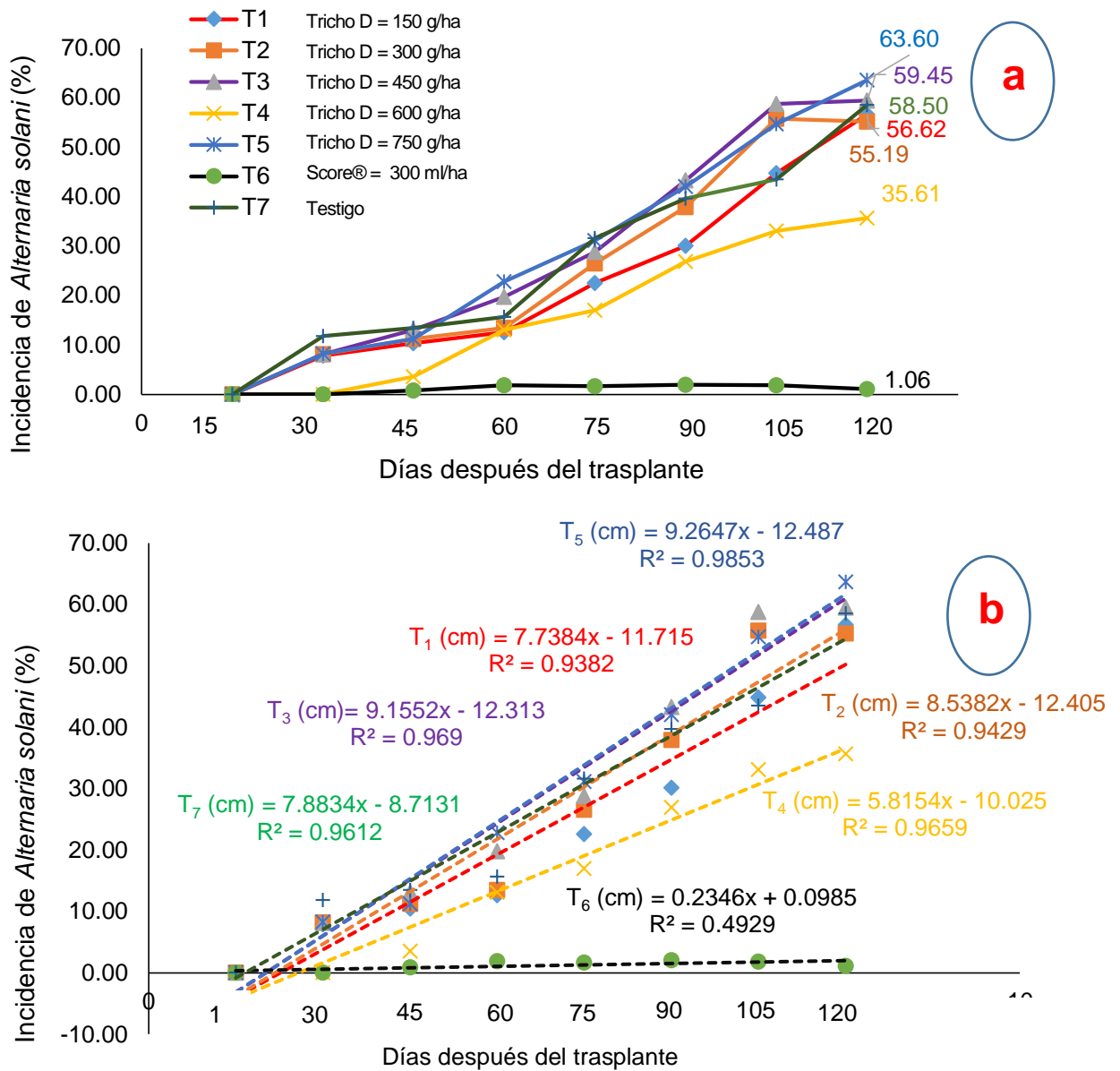


Figura 19. Comportamiento de la incidencia (%) de *Alternaria solani* en hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR de los tratamientos hasta los 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018: a. Incidencia de *A. solani* (%) en hojas respecto a las evaluaciones (ddt) y b. Regresión y ecuación lineal de los tratamientos, a partir de los valores obtenidos en las evaluaciones (ddt).

El T₄ (600 g/ha Tricho – D) resultó mayormente eficaz a comparación a los tratamientos usando Tricho – D hasta un 35.61 % a los 120 días después del trasplante, reflejando un control medianamente efectivo, por ello GONZALES *et al.* (2008), estudiaron la actividad antagónica *in vitro* de una cepa nativa de *Trichoderma* sp. y una comercial (*Trichoderma harzianum* (A-34)) contra tres aislamientos de *Alternaría solani*. Las cepas de *Trichoderma* mostraron un alto efecto antagónico contra *A. solani*, tanto en forma micelial como metabólica, destacándose la cepa nativa que ejerció un efecto antagónico e hiperparasítico significativamente superior a la comercial; infiriendo que una cepa nativa de la zona podría ejercer mayor efecto de control contra este fitopatógeno.

La aplicación de tratamientos con el producto “Tricho – D” (T₅, T₃, T₂, T₁) y el testigo (T₇) usualmente no existen diferencias significativas durante los 15 hasta los 120 días después del trasplante, por lo que podemos inferir que hasta la dosis de 450 g/ha de *T. harzianum* se comporta de manera similar a la no aplicación del producto en campo definitivo y que al aplicar una dosis a partir del 750 g/ha podría generar efectos adversos en el desarrollo de las plantas por los aditivos o ingredientes inertes que se encuentran el fungicida biológico.

La incidencia de *A. solani* avanzaba de manera directamente proporcional, es decir, mientras se desarrollaba el estado vegetativo de la planta, el fitopatógeno también aumentaba su presencia en las hojas; pues por lo general, no infecta las hojas tiernas de los brotes, por el contrario, afecta a las hojas maduras más cercanas al suelo (BALCÁZAR *et al.*, 2011).

4.1.2. Efecto en la severidad de *Alternaria solani* en las hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) en el parámetro de severidad de *A. solani* (Cuadro 11), existe diferencias estadísticamente significativas al utilizar diferentes dosis de Tricho – D y Score® a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después trasplante, es decir, que al menos un tratamiento aplicado es diferente al resto (CALZADA, 1986), la cual afecta la severidad de alternariosis en las hojas de las plantas de *S. sessiliflorum*; es por ello, que se realiza la prueba de DGC ($\alpha=0.05$); en cambio, en los bloques del ensayo experimental no existe diferencias significativas.

Con relación al coeficiente de variabilidad se encontró una regular homogeneidad de 39.71, 33.59, 69.59, 46.67, 38.05, 40.42 y 29.61 % en la severidad de *A. solani* desde los 15 a 120 días después del trasplante; debido a que ciertas plantas murieron en el transcurso de las evaluaciones y toma de datos del experimento.

Cabe mencionar que a los 15 días después del trasplante, no se presentó la enfermedad en las hojas, pues, ACUÑA y SANDOVAL (2018) mencionan que el inóculo al ser diseminado por viento o lluvia, coloniza e infecta las hojas maduras y más viejas de la planta, ocasionando la liberación y dispersión de más esporas hacia tejido sano, cuando las condiciones ambientales son favorables, conllevando a un aumento progresivo de la infección durante la ejecución del experimento.

Cuadro 11. Análisis de varianza (ANVA) para la severidad (%) de *Alternaria solani* en hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios, días después del trasplante						
		30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días
Tratamientos	6	4.33 S	4.87 S	29.32 S	70.73 S	155.77 S	466.24 S	756.01 S
Bloques	2	1.16 NS	1.93 NS	1.00 NS	13.46 NS	162.23 NS	222.17 NS	59.23 NS
Error experim.	12	0.44	0.59	10.81	17.35	30.94	83.08	82.54
Total	20							
C.V.(%)		39.71	33.59	69.59	46.67	38.05	40.42	29.61

NS: No significativo

S: Significativo al 5 % de probabilidad

La severidad de *A. solani* en las hojas de cocona se presentaron en todos los tratamientos en estudio (Cuadro 12). De igual manera que en la variable dependiente de incidencia, el T6 (Score®) predomina en el efecto de control del fitopatógeno hasta un 0.5 % de severidad o de primer grado a los 90 días después del trasplante, según la escala de severidad de DELGADO (1978) para la *A. solani* en hojas del cultivo de *Gossypium* sp.

A medida que transcurría el periodo del crecimiento y desarrollo de las plantas, también aumentaba la propagación del inóculo del fitopatógeno, pues SANDOVAL y NUÑEZ (2017), indica que la *Alternaria* sp. tiene un ciclo de vida corto, lo que favorece su rápido desarrollo y progreso de la enfermedad, lo que hace que sea una enfermedad difícil de controlar si no se realiza un manejo adecuado al cultivo.

No se reportan severidad de *A. solani* en hojas de cocona, generalmente, en los cultivos de importancia económica como lo son *Solanum tuberosum* y *S. lycopersicum*. No obstante, CADENAS (1999) reporta un 15.5 hasta 25 % de porcentaje de severidad de alternariosis en las hojas de papa sin aplicación de ningún pesticida. Como también, LEYVA *et al.* (2013), registran un porcentaje de 33 a 35 % de severidad en hojas de tomate. En contraste, con los resultados obtenidos el T₇ (testigo) presentó una severidad de hasta 41.30 % a los 120 días después del trasplante, es decir, el hongo *A. solani* alcanza en promedio una severidad no mayor del 50 % en hojas.

Cuadro 12. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para la severidad (%) de *A. solani* en las hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante con ocho aplicaciones en total, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018

Tratamientos	Severidad de <i>Alternaria solani</i> en hojas (%), días después del trasplante						
	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días
T ₆	0 a	0.21 a	0.47 a	0.42 a	0.50 a	0.45 a	0.26 a
T ₄	0 a	0.89 a	3.22 a	5.28 b	12.55 b	15.36 b	21.83 b
T ₂	1.93 b	2.51 b	3.81 a	8.05 b	12.68 b	19.70 b	34.68 c
T ₁	1.96 b	2.60 b	3.56 a	9.61 b	16.31 b	22.74 b	36.44 c
T ₃	2.73 b	3.47 b	8.87 a	12.45 b	17.60 b	28.93 b	37.18 c
T ₇	2.95 b	3.58 b	4.12 a	12.07 b	20.38 b	38.24 b	41.30 c
T ₅	2.06 b	2.80 b	9.03 a	14.61 b	22.31 b	32.42 b	46.23 c

T1 = 150 g/ha "Tricho-D"
T2 = 300 g/ha "Tricho-D"
T3 = 450 g/ha "Tricho-D"
T4 = 600 g/ha "Tricho-

T5 = 750 g/ha "Tricho-D"
T6 = 300 ml Score® 250 EC
T7 = Testigo absoluto

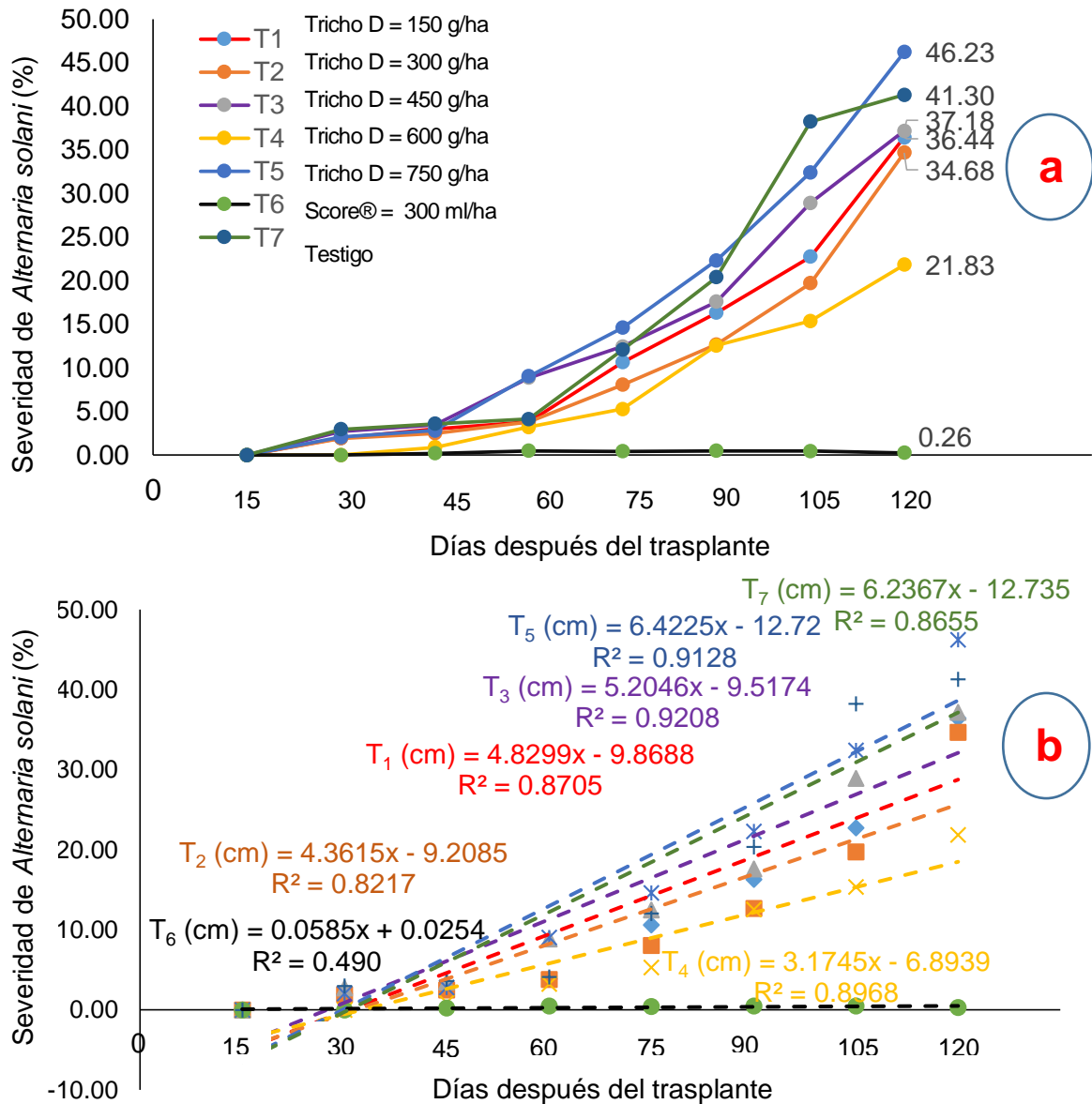


Figura 20. Comportamiento de la severidad (%) de *Alternaria solani* en hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR de los tratamientos hasta los 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018: a. Severidad de *A. solani* (%) en hojas respecto a las evaluaciones (ddt) y b. Regresión y ecuación lineal de los tratamientos, a partir de los valores obtenidos en las evaluaciones (ddt).

El tratamiento T₆ (300 ml Score®) se desempeñó eficazmente con respecto a la severidad de *Alternaria solani*, asimismo su tasa de crecimiento es de $0.0585x + 0.0254$ y su coeficiente de correlación de 0.490 (Figura 20), es decir, que al menos un 49.01 % de los efectos se debe al tratamiento aplicado y la diferencia se debe a factores externos no controlables (GARCÍA y LARA, 1998); estadísticamente, alrededor de un 50 % aún es aceptable, sin embargo, la confianza de los resultados es baja, sin embargo, en campo los resultados fueron más que evidentes observando muy baja incidencia y severidad de alternariosis; por otro lado, el T₇ (150 g/ha “Tricho – D”) quien obtuvo la más baja tasa de crecimiento con $6.2367x - 12.735$ y R² de 0.8655. Consecuentemente, el T₄ (750 g/ha Tricho – D), tuvo una control satisfactoria contra el fitopatógeno, esto lo corrobora GONZALES *et al.* (2008), quienes realizaron un ensayo *in vitro* con *T. harzianum* contra el hongo *Alternaria* la cual presentó hiperparasitismo, obteniendo un buen efecto de control.

Según INFANTE *et al.* (2009); indican que las propiedades antagónicas de *Trichoderma* hacia hongos patógenos se basan en la activación de múltiples mecanismos que incluyen la competencia por nutrientes y espacio, el micoparasitismo, la antibiosis, la promoción del crecimiento vegetal, e inducción de respuestas de defensa vegetal.

Por otro lado, el T₅ (600 g/ha de Tricho – D), fue quien tuvo los más deficientes resultados, con un 46.23 % de severidad a los 120 días después del trasplante; no se reportan alguna fitotoxicidad por sobredosis de *Trichoderma* sp., lo que hace deducir que los aditivos del producto empleado Tricho – D son los responsables de los resultados deficientes por aplicación excesiva del antagonista.

VARMA *et al.* (2008) reportan en su ensayo en invernadero que las especies *Trichoderma viride*, *T. harzianum*, *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas spp.* muestran una reducción de hasta 33 % en los síntomas de *A. solani* en el cultivo de tomate en concentraciones de 10^7 UFC/ml. Asimismo, ACEVES *et al.* (2008), probaron en laboratorio el antagonismo de 20 cepas de *Trichoderma* contra *A. solani*. Estas cepas inhibieron el crecimiento micelial de *A. solani* desde 38.8 a 81.3 %, resaltando las especies: *T. harzianum*, *T. longibrachiatum* y *T. koningii*, las cuales inhibieron al menos el 65 % del crecimiento de *A. solani*. Por su acción antagónica in vitro sobre *A. solani*, puede considerarse a *Trichoderma* como un agente promisorio en el control biológico de las enfermedades que ocasionan estos fitopatógenos.

4.1.3. Efecto en la incidencia de *Alternaria solani* en frutos maduros y verdes de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR

Según el análisis de varianza (ANVA) de la incidencia de *A. solani* en frutos verdes y maduros, que existe diferencias significativas al utilizar diferentes dosis del producto biológico Tricho – D y el producto químico Score® en las cuatro cosechas (135, 150, 175 y 190 días después trasplante) (Cuadro 13), es decir, que al menos uno de los tratamientos en estudio influyen en la incidencia del fitopatógeno afectando los frutos de la cocona; es por ello, que se realiza la prueba estadística de DGC ($\alpha=0.05$); por otro lado, en los bloques del ensayo experimental se comportaron de manera similar (GUTIERREZ y DE LA VARA, 2012).

Con respecto al coeficiente de variabilidad se determinó una regular homogeneidad de 29.25, 13.79, 25.06, 16.09 % en cuanto a la incidencia de *A. solani* en frutos verdes; mientras que, en los frutos maduros se expresó un 20.2, 22.78, 21.94 y 17.25 %; debido a la muerte de las plantas por la fuerte incidencia del fitopatógeno en plena cosecha, no se cosecharon frutos constantemente en las parcelas de muestreo.

Cabe resaltar, que las cosechas se realizaron 15 días después de la última aplicación de los tratamientos en estudio, es decir, la evaluación de los parámetros altura de la planta, diámetro del tallo, incidencia y severidad de la alternariosis finalizó a los 120 días después del trasplante, y a los 135 días empezó la cosecha e identificación de frutos atacados por *A. solani*, observando también frutos afectados por factores abióticos como quemaduras por el sol y cuarteaduras tanto en frutos maduros como verdes.

Cuadro 13. Análisis de varianza (ANVA) para la incidencia de *Alternaria solani* en los frutos de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR en cuatro cosechas (135, 150, 175 y 190 días después del trasplante), en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios (días después del trasplante)							
		1 ^{ra} Cosecha		2 ^{da} Cosecha		3 ^{ra} Cosecha		4 ^{ta} Cosecha	
		(135 días)		(150 días)		(175 días)		(190 días)	
		Frutos verdes	Frutos maduros	Frutos verdes	Frutos maduros	Frutos verdes	Frutos maduros	Frutos verdes	Frutos maduros
Tratamientos	6	447.93 S	851.52 S	450.38 S	1299.20 S	611.63 S	1047.18 S	1395.36 S	1219.78 S
Bloques	2	138.6 NS	128.8 NS	34.13 NS	3.30 NS	29.94 NS	55.61 NS	7.83 NS	28.88 NS
Error experim.	12	87.06	74.72	21.59	106.18	86.67	96.00	58.44	63.41
Total	20								
C.V.(%)		29.25	20.2	13.79	22.78	25.06	21.94	16.09	17.25

Existen tres grupos de eficiencia en las dosis aplicadas de “Tricho – D” y Score® contra la alternariosis en frutos de *S. sessiliflorum* ecotipo CTR (Cuadro 14), es decir, existen tres rangos de control de *A. solani*, siendo el mejor, regular y deficiente en el control del fitopatógeno, el tratamiento químico (T₆), el T₃ y T₄ y por último los T₂, T₁, T₅ y T₇ respectivamente.

En la primera (135 ddt) y segunda (150 ddt) cosecha, el tratamiento T₆ (300 ml Score®) obtuvo mejor efecto de control frente a la alternariosis en *S. sessiliflorum* obteniendo un 10.37 y 6.13 % de incidencia en frutos maduros respectivamente. Consecutivamente, el T₄ (600 g/ha “Tricho – D”) y T₃ (450 g/ha “Tricho – D”) respondieron favorablemente en comparación a los demás tratamientos aplicando el producto biológico. Sin embargo, en el T₅ (750 g/ha “Tricho – D”) existían escasos frutos al cosechar y con una sintomatología fuerte de *Alternaria* alcanzando un porcentaje de 54.96 y 70.44 % siendo este último la incidencia que mayor se registra.

En la tercera (175 ddt) y cuarta (190 ddt) cosecha, el T₆ aun predomina en el control de alternariosis disminuyendo su incidencia en un 8.67 y 6.00 % en frutos maduros respectivamente. Como también, el T₄ resalta exponiendo resultados diferentes a las demás tratamientos en cuanto al control biológico aplicando *T. harzianum* con un 32.29 y 34.75 % de incidencia, es decir, que aproximadamente 35 frutos maduros son infectados con el hongo de 100 frutos.

Cuadro 14. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para la incidencia (%) en los frutos maduros y verdes de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR en cuatro cosechas a los 135, 150, 175 y 190 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018.

Tratamientos	Incidencia de <i>Alternaria solani</i> (%) en frutos de <i>Solanum sessiliflorum</i> ecotipo CTR							
	1 ^{ra} Cosecha		2 ^{da} Cosecha		3 ^{ra} Cosecha		4 ^{ta} Cosecha	
	Verdes	Maduros	Verdes	Maduros	Verdes	Maduros	Verdes	Maduros
T ₆	13.17 a	10.37 a	8.36 a	6.13 a	8.60 a	8.67 a	10.72 a	6.00 a
T ₄	28.69 b	32.26 b	31.90 b	33.62 b	29.50 b	32.29 b	39.56 b	34.75 b
T ₃	35.81 b	39.87 b	38.66 b	41.93 b	38.08 b	46.80 c	37.07 b	47.27 c
T ₂	27.37 b	52.39 c	37.47 b	57.56 c	47.45 b	51.64 c	44.43 b	53.63 c
T ₁	26.34 b	54.54 c	32.52 b	52.92 c	41.85 b	54.98 c	57.91 c	58.33 c
T ₅	51.98 c	54.96 c	46.93 c	70.44 c	44.49 b	64.96 c	69.97 c	58.49 c
T ₇	39.94 b	55.15 c	40.05 b	54.02 c	50.06 b	53.29 c	72.86 c	64.59 c

T1 = 150 g/ha "Tricho-D"
 T2 = 300 g/ha "Tricho-D"
 T3 = 450 g/ha "Tricho-D"
 T4 = 600 g/ha "Tricho-D"

T5 = 750 g/ha "Tricho-D"
 T6 = 300 ml Score® 250 EC
 T7 = Testigo absoluto

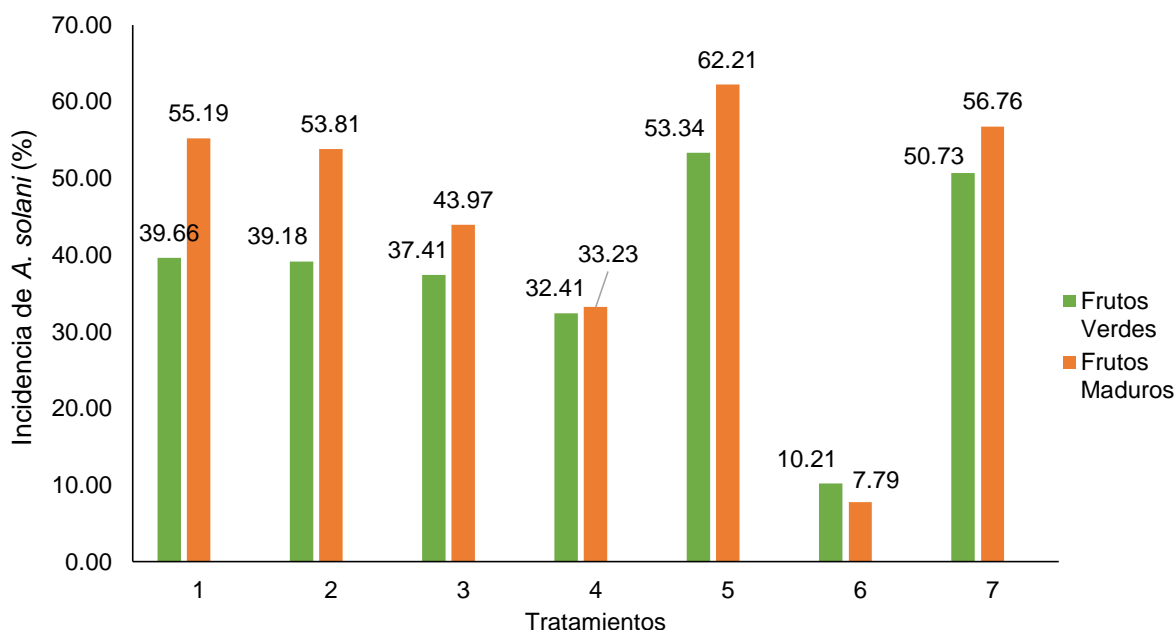


Figura 21. Incidencia (%) en los frutos maduros y verdes de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 135, 150, 175 y 190 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018.

Existe un promedio de 53.34 y 62.21 % de incidencia en frutos verdes y maduros respectivamente en el T₅ (750 g/ha), siendo la dosis que más ha afectado a las plantas con alternariosis en sus frutos junto con el testigo (Figura 21), T₁ y T₂ causando la pérdida de más del 50 % de frutos durante las cosechas. En este sentido, SANDOVAL y NUÑEZ (2017), mencionan que la mayor diseminación de la enfermedad es infectar tejido sano a las más nuevas, es decir, existe una mayor presión del inóculo después de la floración, por lo tanto, los frutos son los más susceptibles.

SALAZAR (2004), en su ensayo experimental al emplear diferentes fungicidas de origen químico, presentó una incidencia de no mayor de 4.95 % usando el producto Brestan 60 PM. Asimismo, EUGENIO (2017),

determinó un 1.68 % de incidencia en frutos del ecotipo CTR aplicando Dithane M-45 y Antracol 70 WP al evaluar el rendimiento de cuatro ecotipos de *S. sessiliflorum*. Al contrastar los resultados obtenidos, se puede inferir que la alta incidencia de *A. solani* en el campo experimental por el regular control de las dosis de “Tricho – D”, se diseminó por el viento o lluvia, colonizando rápidamente el tejido viejo, ocasionando la liberación y dispersión de más esporas hacia tejido sano (ACUÑA y SANDOVAL, 2018).

La sintomatología de alternariosis en los frutos son similares como en las hojas en color y forma (marrón oscuro y con anillos concéntricos), ligeramente deprimidas. Generalmente se presentaron en los lados laterales del fruto, situación que contrasta con los causados por el fitopatógeno en frutos de tomate que inicia su infección a la altura de la inserción del pedúnculo (BALCAZAR *et al.* 2011). Además, SEPÚLVEDA (2018), agrega que en los frutos cercanos a la madurez produce lesiones hundidas, firmes, de color café oscuro; como se observaron durante el ensayo experimental.

4.1.4. Efecto en la altura de la planta de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA), para la altura (cm) de la planta (Cuadro 15), no existen diferencias estadísticamente significativas, desde los 15 hasta los 105 días de evaluación entre los bloques. Por lo tanto, las unidades experimentales no fueron heterogéneas, en tal sentido no era necesario utilizar el DBCA para este parámetro, tal como lo indica TEJEDOR (2003), al no haber diferencias estadísticas significativas entre los bloques en un análisis de varianza, estos no influenciarán en los resultados obtenidos

(CALZADA, 1986); en futuros experimentos no será necesario evaluar el factor de bloque, porque son iguales en respuesta media, entonces se tiene el argumento a favor de no controlar este factor en futuros experimentos sobre esta misma respuesta (GUTIERREZ y DE LA VARA, 2012); sin embargo, un solo experimento bien dirigido da información acerca de un solo lugar y un solo año, la repetición de tales experimentos en lugares distintos es necesario para tener variaciones en los factores externos que están bajo investigación (COCRHAN y COX, 2008). Además, no se encontró diferencias significativas desde los 15 hasta los 105 días en los tratamientos, esto quiere decir que los tratamientos no tuvieron influencia en el parámetro evaluado (CALZADA, 1986), por lo tanto, los tratamientos no estarían influenciando en la altura (cm) de la planta.

Sin embargo a los 120 se determinó diferencias estadísticas significativas en los tratamientos (Cuadro 15), esto quiere decir que los tratamientos tuvieron influencia en el parámetro evaluado (CALZADA, 1986), por lo tanto podemos decir que uno o algunos de los tratamientos, estarían influenciando en la altura (cm) de la planta; es por ello, que se realiza la prueba de DGC ($\alpha=0.05$); y en el caso de los bloques del ensayo experimental no se reportó interacción estadística.

El coeficiente de variabilidad a los 120 días fue de 7.48 % (Cuadro 15), es decir existe excelente homogeneidad, esto quiere decir que existe una excelente homogeneidad, entre las unidades experimentales de cada uno los tratamientos (CALZADA, 1986), es decir que la altura (cm) de planta, en cada uno de los tratamientos tuvieron un excelente comportamiento, con respecto al parámetro de altura (cm) de planta.

Cuadro 15. Análisis de varianza (ANVA) para la altura (cm) de planta de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios (días después del trasplante)							
		15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días
Tratamientos	6	0.94 NS	1.31 NS	1.42 NS	2.67 NS	13.28 NS	59.10 NS	65.52 NS	77.78 S
Bloques	2	5.54 NS	3.96 NS	2.76 NS	3.52 NS	6.63 NS	11.80 NS	45.38 NS	23.35 NS
Error experim.	12	4.01	2.52	2.58	4.86	12.95	22.97	33.60	10.98
Total	20								
C.V.(%)		15.36	11.02	10.31	12.53	16.12	16.00	15.76	7.48

NS: No significativo

S: Significativo al 5 % de probabilidad

En tal sentido se procedió realizar la prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para la altura (cm) de planta (Cuadro 16), se encontró diferencias estadísticas significativas, siendo el tratamiento T₄ (600 g/ha Tricho - D) con un promedio de altura de 53.50 cm, superior estadísticamente al resto de tratamientos; esto se debe a que *Trichoderma* sp. tiene una alta capacidad reproductiva, eficiencia en la utilización de nutrientes y producir sustancias promotoras de crecimiento vegetal, como la altura de la planta (BENÍTEZ *et al.*, 2004)

Estadísticamente no existe diferencia significativa entre los demás tratamientos (T₅, T₃, T₂, T₁) aplicando *T. harzianum* desde los 15 a 120 días después del trasplante incluyendo el tratamiento químico y el testigo; es decir, se comportan de manera similar a pesar de las diferentes dosis de aplicación de Tricho – D y Score® 250 EC. Asimismo, se puede apreciar que el T₅ (750 g/ha Tricho – D), obtuvo los más bajos resultados a pesar de tener más dosis del hongo antagonista.

El tratamiento sin aplicación de algún producto o testigo (T₇), desde los 75 días después del trasplante empezó a mantenerse la altura de las plantas a comparación de los tratamientos aplicando *T. harzianum*, que empezaron a mejorar su crecimiento, esto se debe a que *T. harzianum* tiene un potencial de aumentar el crecimiento de las plantas, lo cual se debe a la inhibición de patógenos menores y a la producción de factores que estimulan el crecimiento (BAKER, 1990); sin embargo, el T₅ (750 g/ha Tricho – D) no expresa lo mismo, donde a los 90 días después del trasplante comenzaron a tener una alta mortandad de plantas de *S. sessiliflorum*.

Cuadro 16. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para la altura (cm) de planta de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018.

Tratamientos	Altura de la planta de <i>Solanum sessiliflorum</i> (cm), días después del trasplante							
	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días
T ₄	13.87 a	15.56 a	16.91 a	19.56 a	25.50 a	36.80 a	45.26 a	53.50 a
T ₃	12.72 a	14.52 a	15.70 a	17.82 a	21.55 a	30.98 a	37.26 a	46.91 b
T ₆	13.17 a	14.20 a	15.58 a	17.35 a	22.56 a	29.88 a	36.94 a	46.20 b
T ₂	13.14 a	14.82 a	15.78 a	17.88 a	23.41 a	31.77 a	38.44 a	44.00 b
T ₁	12.45 a	13.65 a	15.02 a	16.53 a	18.95 a	22.62 a	30.14 a	40.58 b
T ₇	13.17 a	14.39 a	15.42 a	17.04 a	23.41 a	31.07 a	36.19 a	40.12 b
T ₅	12.36 a	13.71 a	14.75 a	17.09 a	20.88 a	26.50 a	33.30 a	38.90 b

T1 = 150 g/ha "Tricho-D"
T2 = 300 g/ha "Tricho-D"
T3 = 450 g/ha "Tricho-D"
T4 = 600 g/ha "Tricho-D"

T5 = 750 g/ha "Tricho-D"
T6 = 300 ml Score® 250 EC
T7 = Testigo absoluto

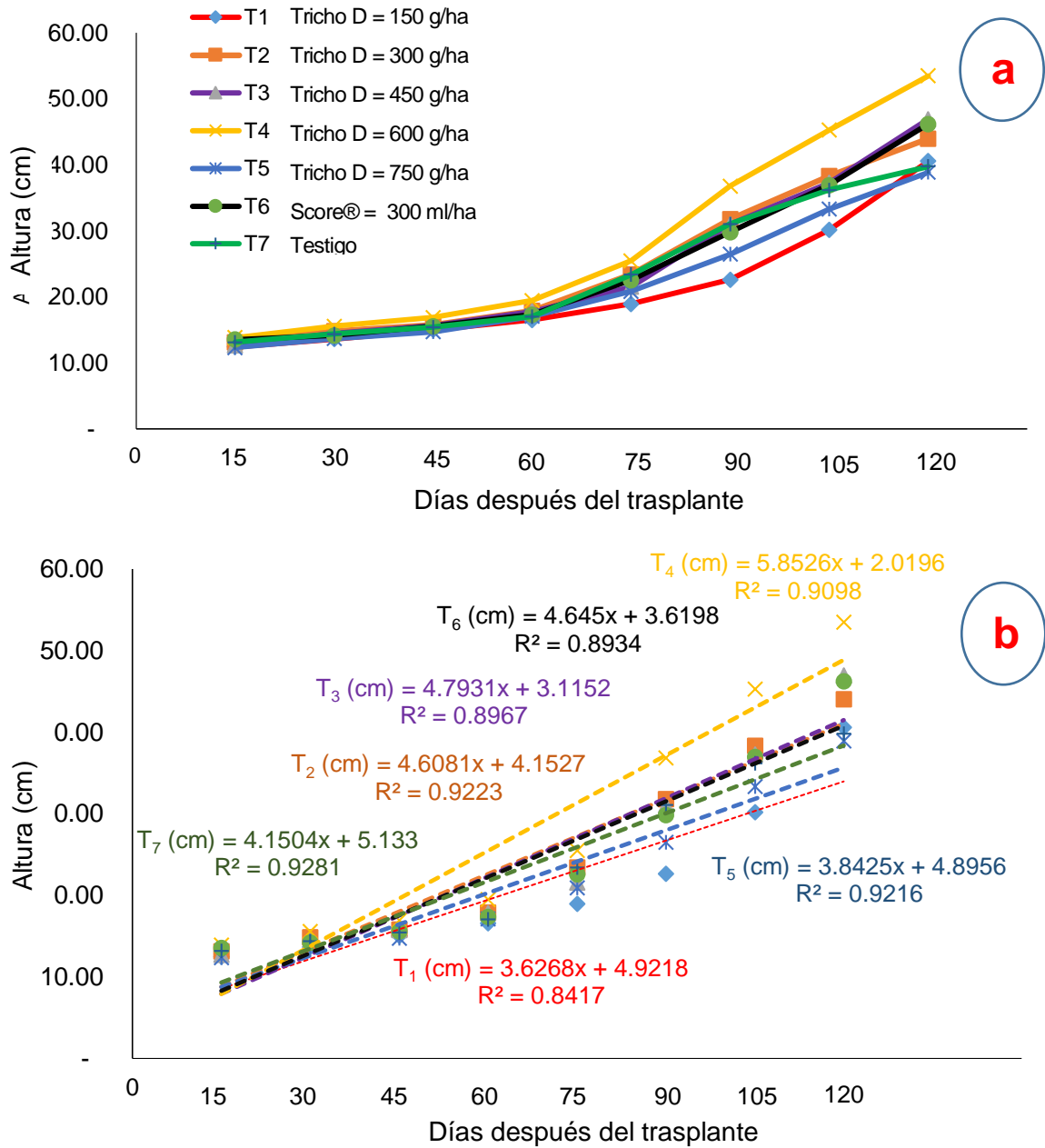


Figura 22. Comportamiento de la altura (cm) de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR de los tratamientos hasta los 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018: a. Altura (cm) de planta con respecto a las evaluaciones (ddt) y b. Regresión y ecuación lineal de los tratamientos, a partir de los valores obtenidos en las evaluaciones (ddt).

El T₄ supera a los demás tratamientos en estudio alcanzando un promedio de 53.50 cm de altura, asimismo, su tasa de crecimiento en 5.8526 y su R² o coeficiente de correlación alcanza 0.9098 (Figura 22). Es decir, que mientras más cercano este a la unidad, este valor del coeficiente de correlación estaría confirmando que la ecuación lineal de primer grado nos permita explicar el crecimiento de las plantas de *S. sesiliflorum* en el tiempo (ddt), tal como lo indica GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2012), donde mencionan que el R² mide la proporción de la variabilidad en los datos (Y) que se explica por el modelo de regresión. Para nuestro caso, los valores de R² nos estarían indicando que 90.98 % de la variación observada en el crecimiento de las plantas está relacionada al tratamiento aplicado.

Por el contrario, ABANTO (2006) registra una altura promedio de 80.18 cm en el ecotipo CTR; asimismo, BALCAZAR *et al.* (2011) menciona que el ecotipo CTR puede llegar a una altura máxima de 103.31 cm. Estos resultados pudieron haber sido afectado por el déficit de agua en temporada de época seca (junio – agosto) durante la ejecución del ensayo experimental, ya que la reducción del agua en el suelo afecta en la etapa de crecimiento donde es el proceso más sensible como lo menciona VILLALOBOS *et al.* (2002).

4.1.5. Efecto en el diámetro del tallo *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA), para el diámetro del tallo (cm) de la planta (Cuadro 17), no existen diferencias estadísticamente significativas, desde los 15 hasta los 120 días de evaluación tanto en los tratamientos en estudio como los bloques. Por lo tanto, las unidades experimentales no fueron heterogéneas, en tal sentido no era necesario utilizar el DBCA para este parámetro, porque, si los efectos de los bloques son muy pequeños o insignificativos, el análisis por bloques quizá no sea necesario (GARCIA y LARA, 1998); sin embargo, un solo experimento bien dirigido da información acerca de un solo lugar y un solo año, la repetición de tales experimentos en lugares distintos es necesario para tener variaciones en los factores externos que están bajo investigación (COCRHAN y COX, 2008). Por lo tanto, los tratamientos no estarían influenciando en el parámetro evaluado (CALZADA, 1986) en el diámetro del tallo (cm) de la planta de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR. Por tal motivo, no se realiza la prueba de DGC ($\alpha=0.05$).

En cuanto al coeficiente de variabilidad expresa una muy o buena o buena homogeneidad alcanzando un máximo de 11.29 % en las ocho evaluaciones CALZADA (1986), por consiguiente, estos resultados se encuentran en el rango aceptable para las condiciones en la que se realizó el experimento.

Cuadro 17. Análisis de varianza (ANVA) para el diámetro del tallo (cm) de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios (días después del trasplante)							
		15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días
Tratamientos	6	0.005 NS	0.002 NS	0.003 NS	0.005 NS	0.01 NS	0.03 NS	0.06 NS	0.10 NS
Bloques	2	0.007 NS	0.003 NS	0.003 NS	0.011 NS	0.002 NS	0.05 NS	0.09 NS	0.11 NS
Error experim.	12	0.005	0.012	0.013	0.017	0.016	0.03	0.04	0.04
Total	20								
C.V.(%)		7.99	11.02	10.55	11.00	9.69	11.29	11.79	10.38

NS: No significativo

S: Significativo al 5 % de probabilidad

Según la prueba de DGC ($\alpha=0.05$), en las medias de los tratamientos en estudio (Cuadro 18), no existe diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos donde se aplican el producto biológico “Tricho – D”, conjuntamente el T₆ (Score® 250 EC) y el T₇ (testigo) excepto por los tratamientos T₅ y T₁ la cual se registran los más bajos resultados numéricamente en cuanto al diámetro llegando a un mínimo de 1.75 y 1.67 cm respectivamente.

De la misma forma que la variable dependiente de la altura, el T₅ (750 g/ha “Tricho–D”) se ha comportado deficientemente con respecto al crecimiento y desarrollo de las plantas de cocona en evaluación, esto hace sospechar sobre la fitotoxicidad o estrés por sobre dosis de *Trichoderma* sp. o de los aditivos del producto Tricho – D aplicado en campo. Debido a estos resultados se optó por realizar un ensayo en vivero durante dos meses (marzo y abril del 2019), la cual confirma estos datos obtenidos (Figura 23). Asimismo, COX y SURGAN (2006), mencionan que los ingredientes inertes generalmente no se identifican en las etiquetas de los productos y, a menudo, se afirma que son información comercial confidencial y que además, los ingredientes inertes pueden aumentar la fitotoxicidad de las formulaciones de pesticidas, así como la toxicidad para peces, anfibios y microorganismo

Cuadro 18. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para el diámetro (cm) de la planta de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018.

Tratamientos	Diámetro del tallo de <i>Solanum sessiliflorum</i> (cm), días después del trasplante							
	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días
T ₄	0.88 a	1.00 a	1.12 a	1.25 a	1.39 a	1.65 a	1.97 a	2.20 a
T ₃	0.79 a	0.95 a	1.05 a	1.20 a	1.32 a	1.51 a	1.73 a	2.02 a
T ₂	0.85 a	1.03 a	1.12 a	1.22 a	1.36 a	1.58 a	1.76 a	2.00 a
T ₆	0.91 a	1.00 a	1.08 a	1.18 a	1.30 a	1.47 a	1.68 a	1.95 a
T ₇	0.89 a	0.98 a	1.05 a	1.17 a	1.29 a	1.50 a	1.69 a	1.86 a
T ₅	0.90 a	0.99 a	1.06 a	1.13 a	1.22 a	1.40 a	1.61 a	1.72 a
T ₁	0.86 a	1.00 a	1.09 a	1.17 a	1.27 a	1.36 a	1.51 a	1.67 a

T₁ = 150 g/ha "Tricho-D"
T₂ = 300 g/ha "Tricho-D"
T₃ = 450 g/ha "Tricho-D"
T₄ = 600 g/ha "Tricho-D"

T₅ = 750 g/ha "Tricho-D"
T₆ = 300 ml Score® 250 EC
T₇ = Testigo absoluto

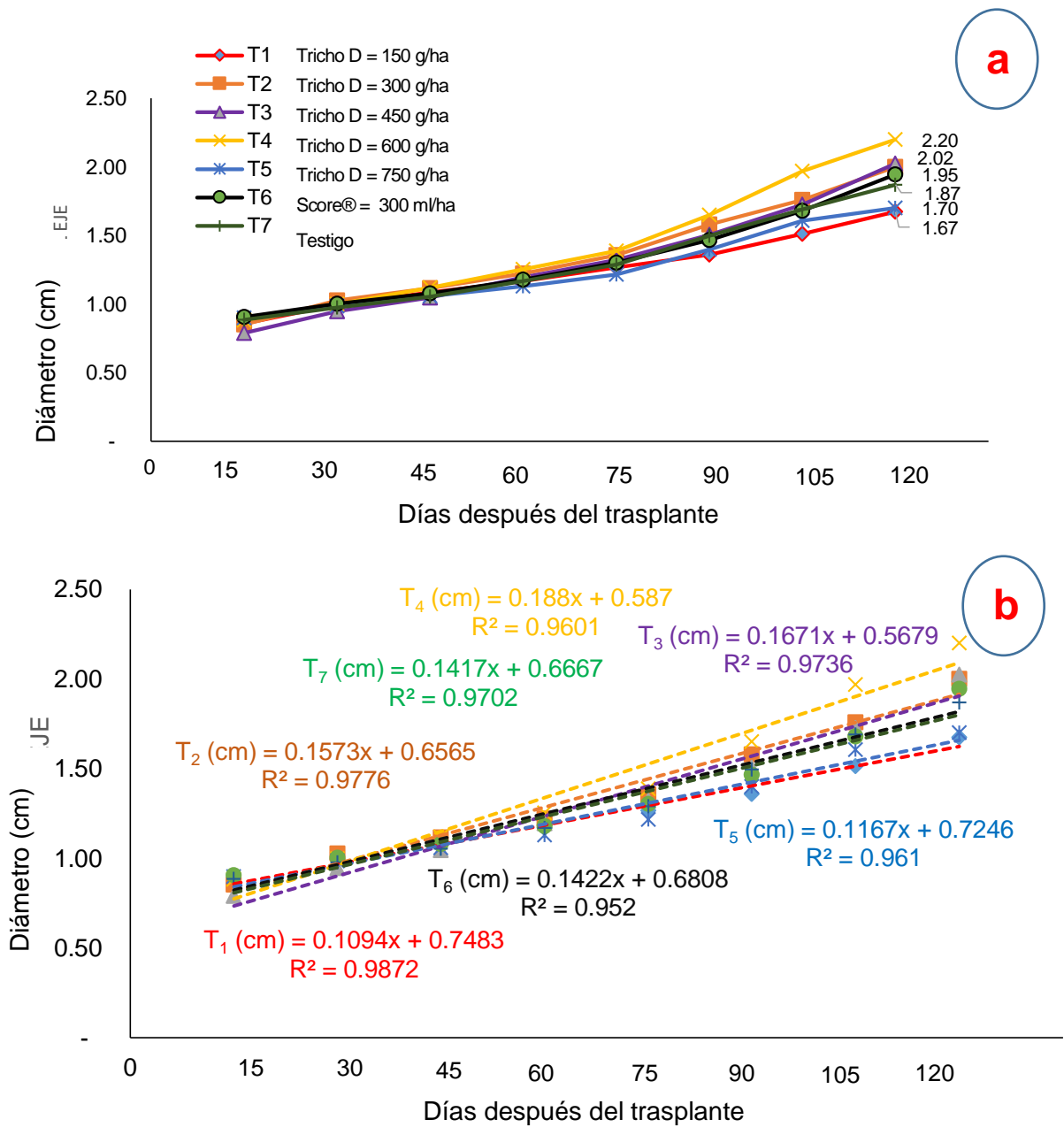


Figura 23. Comportamiento del diámetro del tallo (cm) de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR de los tratamientos hasta los 120 días después del trasplante, en el CIPTALD – UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018: a. Diámetro del tallo (cm) de planta con respecto a las evaluaciones (ddt) y b. Regresión y ecuación lineal de los tratamientos, a partir de los valores obtenidos en las evaluaciones (ddt).

Se registra que el T₄ (600 g/ha “Tricho – D”) es superior a los demás tratamientos en cuanto al diámetro alcanzando un 2.20 cm, asimismo su tasa de crecimiento es de $0.188x + 0.587$ y su coeficiente de correlación de 0.9601 (Figura 23), es decir, que al menos un 96.01 % de los efectos se debe al tratamiento aplicado (GARCÍA y LARA, 1998); y el T₁ (150 g/ha “Tricho – D”) quien obtuvo la más baja tasa de crecimiento con $0.1094x + 0.7483$ y R² de 0.9872. Corroborando lo que menciona CAMARGO y ÁVILA (2013), lo cual indican que además del efecto biocontrolador de fitopatógenos del *Trichoderma* sp., esta aporta otros beneficios a las plantas como la descomposición de materia orgánica y la liberación de nutrientes en formas inmediatamente disponibles por medio de la actividad solubilizadora de fosfatos como también libera factores de crecimiento que estimulan el desarrollo de las plantas como auxinas, giberelinas y citoquininas.

TORRES *et al.* (2015) mencionan que diversas especies del género *Trichoderma* están asociadas con la rizósfera de plantas o pueden relacionarse de manera endofítica, por lo que pueden promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, mediante la producción de auxinas y giberelinas; también pueden producir ácidos orgánicos (glucónico, fumárico, y cítrico) que pueden disminuir el pH del suelo y propiciar la solubilización de fosfatos, magnesio, hierro y manganeso, los cuales son vitales para el metabolismo vegetal.

ABANTO (2006) en su investigación evaluó el rendimiento de cuatro ecotipos de cocona registró un ancho de aproximadamente de 3.28 cm para el

ecotipo CTR; de igual manera, FALCON (2005) en su ensayo evaluando el efecto de tres densidades de siembra presenta un diámetro de 3.767 cm.

Al comparar estos datos, es posible que los factores climatológicos (Cuadro 3) han perjudicado el buen desarrollo de la planta, la cual se reportan que en el mes de julio y setiembre (época seca) hubo una escasa precipitación llegando solo a 11.9 y 68 mm específicamente en el estado vegetativo de la planta; pues, CALZADA (1980) indica que la precipitación mínima para el cultivo de *S. sessiliflorum* es de 150 mm mensual.

FAO (2001) menciona que un cultivo con estrés hídrico rápidamente pierde potencial de rendimiento. Cuando un cultivo joven tiene poca agua su primera reacción es conservarla cerrando las estomas. Las estomas son pequeños poros en las superficies verdes que permiten la salida del vapor de agua y la entrada de bióxido de carbono. Sin bióxido de carbono, la fotosíntesis se interrumpe dejando la planta sin azúcares disponibles para el crecimiento y, por lo tanto, este se detiene. Sumado a esto, AGRIOS (2005) indica que los patógenos causan en las plantas el bloqueo de la translocación de nutrientes minerales, alimentos y agua a través de los tejidos conductores, que como consecuencia el desarrollo de la planta es afectado indirectamente.

Es decir, que en condiciones óptimas tanto climatológicas como edáficas la cocona CTR puede llegar hasta 4.3 cm de diámetro del tallo (BALCAZAR *et al.*, 2011)

4.1.6. Efecto del *Trichoderma harzianum* en la longitud y diámetro del fruto de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para los parámetros de longitud y del diámetro de los frutos (Cuadro 19), no existe diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos en estudio y los bloques, es decir, que ningún tratamiento y bloque afectan los parámetros evaluados (CALZADA, 1986); por lo que, en las cuatro cosechas que se realizaron; es decir, la longitud y el diámetro del fruto no son influenciadas por la aplicación de los tratamientos.

Con respecto al coeficiente de variabilidad se determinó un 3.45, 3.87, 3.37 y 3.91 % de la longitud de los frutos, así como también, un 2.72, 3.21, 3.47 y 2.3 % en el diámetro en las cuatro cosechas a los 135, 150, 175 y 190 días después del trasplante respectivamente. Por consiguiente, estos resultados se encuentran en el rango muy bueno para las condiciones en la que se realizó el experimento (CALZADA, 1986).

Cuadro 19. Análisis de varianza (ANVA) para la longitud y diámetro de los frutos de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR en cuatro cosechas (135, 150, 175 y 190 días después del trasplante), en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios							
		1 ^{ra} Cosecha (135 días)		2 ^{da} Cosecha (150 días)		3 ^{ra} Cosecha (175 días)		4 ^{ta} Cosecha (190 días)	
		Longitud	Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Diámetro
Tratamientos	6	0.06 NS	0.06 NS	0.03 NS	0.07 NS	0.08 NS	0.05 NS	0.02 NS	0.02 NS
Bloques	2	0.07 NS	0.04 NS	0.07 NS	0.10 NS	0.22 NS	0.07 NS	0.14 NS	0.04 NS
Error experim.	12	0.08	0.03	0.1	0.04	0.07	0.05	0.1	0.02
Total	20								
C.V.(%)		3.45	2.72	3.87	3.21	3.37	3.47	3.91	2.3

NS: No significativo

Según los promedios tanto de la longitud y diámetro del fruto de *S. sessiliflorum* en los distintos tratamientos aplicando Tricho – D y Score® (Cuadro 20), se observa que no difieren en estas variables cuantitativas, pues solo se utilizó la plantas del ecotipo CTR como unidades experimentales, donde la longitud radica entre 7.81 y 8.24 cm, y el diámetro solo entre 6.32 y 6.77 cm.

BALCAZAR *et al.* (2011), evaluaron las características biométricas de diferentes ecotipos de cocona, donde, el ecotipo CTR tiene un promedio de 8.40 cm de longitud y 7.1 cm de diámetro en óptimas condiciones; asimismo, ABANTO (2006) registra un 8.23 y 7.82 cm de longitud y diámetro de fruto respectivamente. Además, ROBLES (2011), al evaluar el rendimiento de cuatro ecotipos de *S. sessiliflorum* reporta unos 8.83 de longitud y 6.81 cm de diámetro del fruto.

En contraste, a los resultados obtenidos muestran una pequeña inferioridad del vigor del fruto, lo que se puede aludir que el efecto climáticos, la alta incidencia de *A. solani* o la dispersión genética influenciaron en tales variables. No obstante, EUGENIO (2017) al comparar el rendimiento y la calidad de cuatro ecotipos de cocona, expone mediciones tanto de la longitud y diámetro del fruto diferentes a los antes mencionado, pues reporta un 7.94 y 5.79 cm respectivamente.

Cuadro 20. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para la longitud y diámetro (cm) para los frutos de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 135, 150, 175 y 190 días después del trasplante, en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018.

Trat.	Longitud y diámetro de frutos de <i>Solanum sessiliflorum</i> (cm)							
	1 ^{ra} Cosecha (135 días)		2 ^{da} Cosecha (150 días)		3 ^{ra} Cosecha (175 días)		4 ^{ta} Cosecha (190 días)	
	Longitud	Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Diámetro	Longitud	Diámetro
T ₁	8.28 a	6.62 a	8.28 a	6.68 a	8.15 a	6.52 a	8.05 a	6.53 a
T ₂	8.23 a	6.41 a	8.12 a	6.41 a	7.81 a	6.33 a	8.22 a	6.52 a
T ₃	8.13 a	6.53 a	8.12 a	6.52 a	8.14 a	6.40 a	8.20 a	6.43 a
T ₄	8.27 a	6.76 a	8.20 a	6.55 a	8.23 a	6.67 a	8.21 a	6.63 a
T ₅	7.88 a	6.32 a	8.00 a	6.35 a	7.88 a	6.41 a	8.13 a	6.44 a
T ₆	8.18 a	6.60 a	8.17 a	6.77 a	8.24 a	6.67 a	8.19 a	6.53 a
T ₇	8.08 a	6.50 a	8.04 a	6.44 a	8.08 a	6.51 a	7.99 a	6.43 a

T1 = 150 g/ha "Tricho-D"

T2 = 300 g/ha "Tricho-D"

T3 = 450 g/ha "Tricho-D"

T4 = 600 g/ha "Tricho-D"

T5 = 750 g/ha "Tricho-D"

T6 = 300 ml Score® 250 EC

T7 = Testigo absoluto

4.1.7. Efecto del *Trichoderma harzianum* en el rendimiento del fruto de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR

De acuerdo con el análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento del cultivo, existe suficientes pruebas estadísticas para rechazar la hipótesis nula (GARCÍA y LARA, 1998) (Cuadro 21), es decir, existe diferencias significativas al utilizar diferentes dosis de Tricho – D y Score® en las cuatro cosechas de frutos sanos realizadas, en la cual, al menos un tratamiento afecta el rendimiento de las plantas de cocona; es por ello, que se realiza la prueba de DGC ($\alpha=0.05$); por otro lado, en los bloques del ensayo experimental no se encontró interacción estadística significativa.

Con relación al coeficiente de variabilidad se encontró una tolerable homogeneidad de 15.95 y 21.69 % en cuanto al número de frutos cosechados y en el rendimiento obtenido respectivamente, se puede inferir que para las condiciones en la que se realizó el experimento es aceptable (CALZADA, 1986).

El tratamiento T₆ obtuvo el mayor número de frutos cosechados con 119 frutos en total en cada parcela neta, que representan un rendimiento de 10.18 t/ha, cabe resaltar que el peso de los frutos no se reportaron interacción estadística (Anexo: Cuadro 62), donde el peso del fruto oscila entre 187.45 y 196.05 g. Consecutivamente, con la dosis de 600 g/ha de Tricho – D se logró un 7.357 t/ha siendo esta el mejor rendimiento con respecto a los demás tratamiento aplicando el producto biológico.

Cuadro 21. Resumen del ANVA para el número de frutos cosechados y rendimiento de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR en cuatro cosechas (135, 150, 175 y 190 ddt), en los meses de octubre y noviembre del 2018.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios			
		N° de frutos cosechados		Rendimiento (kg/ha)	
Tratamiento	6	729620580.84	S	28.85	S
Bloque	2	30985902.68	NS	1.22	NS
Error	12	20812467		1.01	
Total	20				
C.V. (%):		18.99		21.69	

Cuadro 22. Prueba de DGC ($\alpha=0.05$) para el número de frutos cosechados y rendimientos de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR en cuatro cosechas (135, 150, 175 y 190 ddt) en los meses de octubre y noviembre del 2018.

Tratamientos	N° frutos cosechados/ ha		Rendimiento (%)	
T ₆	51820.21	a	10.18	a
T ₄	37416.89	b	7.357	b
T ₃	23747.63	c	4.517	c
T ₂	20322.04	c	3.853	c
T ₇	14720.75	d	2.763	d
T ₁	13074.09	d	2.497	d
T ₅	7082.63	d	1.343	d

T1 = 150 g/ha "Tricho-D"
 T2 = 300 g/ha "Tricho-D"
 T3 = 450 g/ha "Tricho-D"
 T4 = 600 g/ha "Tricho-D"

T5 = 750 g/ha "Tricho-D"
 T6 = 300 ml Score® 250 EC
 T7 = Testigo absoluto

CARDENAS (2006), reporta un rendimiento de 18.68 t/ha en el ecotipo CTR al evaluar el rendimiento de diferentes ecotipos de cocona, empleando solo el producto Antracol para el control de la alternariosis. Asimismo, SALAZAR (2004), registra rendimientos muy bajos que oscila desde 1.161 a 4.963 t/ha al aplicar diferentes productos químicos como Benlate, Dithane y Bravo, no obstante, su mejor resultado obtuvo con el producto Brestan 60 PM con 22.215 t/ha. Esto se debe a que la *A. solani*, es una de enfermedades más importantes que afectan a las solanáceas con condiciones favorables, pudiendo ocasionar hasta 30 % de pérdidas en rendimiento (ACUÑA y SANDOVAL, 2018).

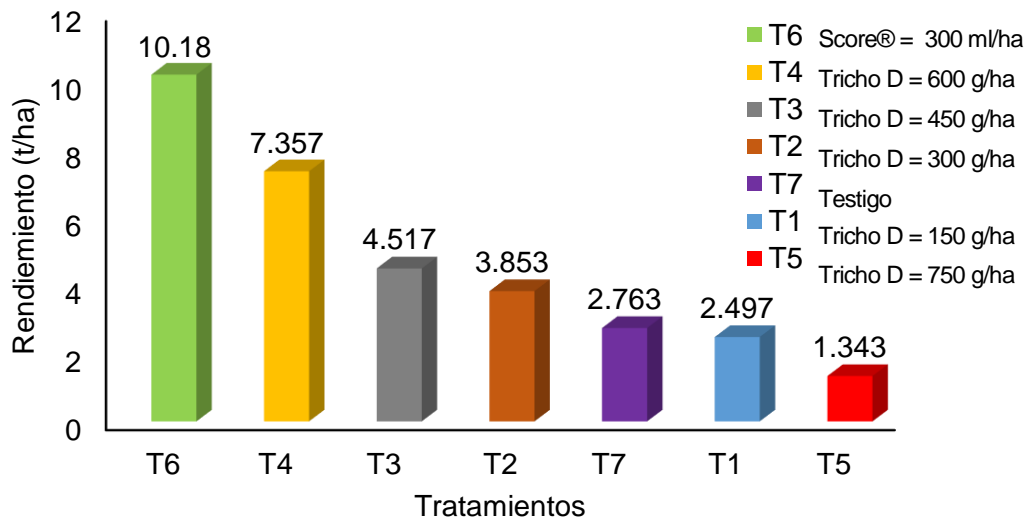


Figura 24. Rendimiento (t/ha) en el cultivo de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR en cuatro cosechas (135, 150, 175 y 190 días después del trasplante), en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre del 2018.

Las dosis aplicadas con “Tricho – D” de 150 y 750 g/ha resultaron con los más bajos rendimientos con apenas unos 2.497 y 1.343 t/ha, juntamente con el tratamiento testigo que logró aproximadamente un 2.763 t/ha, observando una gran

pérdida económica, ya que, BALCAZAR *et al.* (2011), menciona que el ecotipo CTR puede alcanzar un rendimiento de 25 t/ha en buenas condiciones, esto se debe a la alta presencia del fitopatógeno, que solo logró ser controlado eficazmente por el producto Score® que aun así no llegó al rendimiento esperado, pues, AGRIOS (2005) asume que el inóculo una vez infectado al hospedante causa un debilitamiento del mismo, por la inhibición en la absorción y translocación de nutrientes minerales, por lo tanto perjudica la formación y desarrollo de los frutos.

4.2. Análisis económico

Según MINAGRI (2019), reporta que en el año 2018 la superficie cosechada del cultivo de cocona es de 2203 ha, además, indica que existió una producción mensual de 9522 t de cocona a nivel nacional, como también registra el precio promedio de venta por kilo de cocona por departamentos, pues en la jurisdicción de Huánuco la venta de cocona es de S/.0.80/kg. No obstante, al emplear productos biológicos, el fruto tiene un valor agregado, aumentando a un S/.1.5 por kilo ofreciendo este importe por ser tener un producto final de consideración orgánica.

El análisis económico nos da la posibilidad de conocer la conveniencia o no del uso o aplicación de los tratamientos en estudio, cuya variabilidad depende tanto de la rentabilidad económica como la relación beneficio/costo sea mayor que uno. En definitiva, las dosis aplicadas con “Tricho – D”, existe pérdidas económicas considerables en los tratamientos T₁ y T₅ con 150 y 750 g/ha respectivamente del producto biológico, siendo esta última con mayores carencias en la rentabilidad perdiendo S/ 6502.50 en la campaña (Cuadro 23). Consecutivamente, el tratamiento T₁ aplicando 150 g/ha de *T. harzianum* con obtuvo una rentabilidad negativa de S/. 1446.50

Cuadro 23. Análisis económico de comercialización de los frutos de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR en el CIPTALD – UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de octubre y noviembre de 2018

Trat	Producción (t/ha)	Precio prom. (S./t)	Ingreso total	Costo de producción	Rentabilidad neta	Relación B/C
T ₁	2.497	1500	3745.50	5192.0	-1446.50	0.721
T ₂	3.853	1500	5779.50	6067.0	-287.5	0.953
T ₃	4.517	1500	6775.50	6907.0	-131.50	0.981
T ₄	7.357	1500	11035.50	7817.0	3218.50	1.412
T ₅	1.343	1500	2014.50	8517.0	-6502.50	0.236
T ₆	10.18	800	8144.00	5247.0	2897.00	1.552
T ₇	2.762	1500	4143.00	4352.0	-209.00	0.952

T1 = 150 g/ha "Tricho-D"
T2 = 300 g/ha "Tricho-D"
T3 = 450 g/ha "Tricho-D"
T4 = 600 g/ha "Tricho-D"

T5 = 750 g/ha "Tricho-D"
T6 = 300 ml Score® 250 EC
T7 = Testigo absoluto

Cabe mencionar que los tratamientos T₁, T₂, T₃, T₅ y T₇, son aquellos que obtuvieron una rentabilidad negativa generando más pérdidas que ganancias, debido a que el fitopatógeno fue demasiado agresivo en el campo, atacando gravemente a las plantas como en los frutos.

El tratamiento empleando la dosis de 600 g/ha de “Tricho – D” fue que mayor rentabilidad neta generó con S/. 3218.5 por campaña y un índice en la relación beneficio costo de 1.412, bajo una densidad de 3333 pl/ha, siendo la opción con mejores resultados en cuando el empleo de fungicidas biológicos para el control de *A. solani*. Asimismo, el fungicida químico Score® 250 EC (T₆) aplicando una dosis de 300 ml/ha obtuvo un 1.552 en relación beneficio costo, obteniendo un ingreso neto de S/. 2897.00. Sin embargo, durante la ejecución del ensayo experimental, el efecto de los tratamientos en estudio tuvieron un desempeño deficiente para contrarrestar la enfermedad de la alternariosis.

V. CONCLUSIONES

1. La dosis con mayor efecto de control de la alternariosis fue con la aplicación del difeconazol a 300 ml/ha del fungicida comercial Score® alcanzando un 1.99 y 7.79 % de incidencia de *Alternaria solani* en las hojas y frutos maduros, respectivamente. Consecutivamente, *Trichoderma harzianum* a una dosis de 600 g/ha del producto "Tricho – D" alcanzó un 35.61 y 18.77 % de incidencia y severidad de *A. solani* en las hojas respectivamente, como también, en altura (53.50 cm) y diámetro (2.20 cm) de la planta.
2. El tratamiento T₄ (600 g/ha Tricho-D) obtuvo la mejor rentabilidad neta con S/. 3218.5 y al obtener una relación de beneficio/costo de 1.412, respecto a los demás tratamientos en estudio, incluyendo al tratamiento con Score® (300 ml/ha) con S/. 2897.00 de rentabilidad y 1.552 en relación beneficio/costo.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos con cepas nativas de la zona para la evaluación y control de *Alternaria solani* en el cultivo de *Solanum sessiliflorum*.
2. Realizar ensayos a nivel *in vitro* con el producto biológico Tricho – D y *Alternaria solani*.
3. Realizar ensayos con el ingrediente activo difeconazol en diferentes dosis para el control de *A. solani* y analizar la rentabilidad.
4. Realizar ensayos con diferentes frecuencias de aplicación de *Trichoderma harzianum* del producto “Tricho - D” y el producto químico Score®.
5. Respetar la fecha de siembra del cultivo de la cocona según el calendario agrícola.

VII. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de *Trichoderma harziaunum* Rifai sobre el fitopatógeno *Alternaria solani* Sorauer en el cultivo de *Solanum sessiliflorum* Dunal, se realizó un experimento en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria – Puerto Súngaro de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (CIPTALD – UNAS), en el distrito de Pueblo Nuevo (Leoncio Prado) durante los meses de junio y noviembre del 2018. Los tratamientos en estudio constituyeron diferentes dosis de “Tricho – D” (150, 300, 450, 600 y 750 g/ha), de Score® 250 EC (300 ml/ha) y un tratamiento testigo. El diseño experimental empleado fue el Diseño Completamente al Azar (DBCA) con siete tratamientos y tres bloques, además, se utilizó la prueba estadística de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) ($\alpha = 0.05$).

Se aplicó los tratamientos cada 15 días después de trasplantar las plantas en el campo experimental, evaluando la altura y diámetro del tallo de planta, la incidencia y severidad en las hojas; la longitud, el diámetro, el peso y la incidencia en los frutos, y el rendimiento de los tratamientos en estudio. En conclusión, se registró que la aplicación del producto químico Score® (300 ml/ha) obtuvo mejores efectos de control contra la *A. solani* obteniendo una incidencia de hasta 1.99 y 7.79 % en hojas y frutos maduros respectivamente. Consecutivamente, la dosis de 600 g/ha de Tricho – D fue quien obtuvo mejores resultados en altura y diámetro de la planta, como también en la incidencia (35.61 %) y severidad (18.77 %) de *A. solani* en hojas e incidencia en los frutos (33.23 %). Finalmente, el análisis económico más favorable es con la aplicación de 600 g/ha de “Tricho – D” que obtuvo la mejor rentabilidad neta con S/. 3218.5 y al obtener una relación de beneficio/costo de 1.412.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the effect of *Trichoderma harzianum* Rifai on the phytopathogen *Alternaria solani* Sorauer in *Solanum sessiliflorum* Dunal crops, an experiment was done at the Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria – Puerto Súngaro, belonging to the Universidad Nacional Agraria de la Selva in the Pueblo Nuevo district of Leoncio Prado, during the months of June and November, 2018. The treatments in study constituted different doses of “Tricho–D” (150, 300, 450, 600 and 750 g/ac), of Score® 250 EC (300 ml/ac) and a control treatment. The experimental design that was used was the completely randomized block design (CRBD; DBCA in Spanish) with seven treatments and three blocks; moreover, the Di Rienzo, Guzmán and Casanoves (DGC) ($\alpha = 0.05$) statistical test was used.

The treatments were applied every fifteen days, after transplanting the plants into an experimental field; evaluating the height, diameter of the plant's stalk, incidence and severity in the leaves; the length, diameter, weight and the incidence in the fruit, and the yield of the treatments in study. In conclusion, it was recorded that with the application of the chemical product, Score® (300 ml/ac), the best control effects were obtained against *A. solani*, obtaining an incidence of up to 1.99 and 7.79 % for the leaves and mature fruit, respectively. Consecutively, the dose of 600 g/ac of Tricho – D was that with which the best results were obtained for the height and diameter of the plant, as well as the incidence (35.61 %) and severity (18.77 %) of *A. solani* for the leaves and an incidence of 33.23 % for the fruit. Finally, the most favorable economic analysis was with the application of 600 g/ac of “Tricho – D,” with which the greatest net profit was obtained, at S/. 3218.5 and a benefit/cost relationship of 1.412 was obtained.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ABANTO, J. 2006. Evaluación del rendimiento y calidad organoléptica de cuatro ecotipos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en Saposoa – San Martín. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 85 p.
2. ACEVES, M.; OTERO, M.; MARTÍNEZ, R.; ARIZA, R.; BARRIOS, A. y REBOLLEDO, A. 2008. Control biológico in vitro de enfermedades fungosas en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Avances en investigación agropecuaria 12(3):55-68. [En línea]: (https://www.researchgate.net/publication/237040841_Control_biologico_in_vitro_de_enfermedades_fungosas_en_tomate_Lycopersicon_esculentum_Mill, documento del 12 de enero del 2020).
3. ACUÑA, I. y SANDOVAL, C. 2018. Tizón temprano de la papa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Chile. [En línea]: (<https://www.inia.cl/wp-content/uploads/2018/01/Ficha-49-Tizon-temprano.pdf>, documento del 12 de enero del 2020)
4. AGUILERA, A. 2017. El costo – beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. Revista Cofín Habana. Cuba. 12 (2): 322 – 343. [En línea]: (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022, documento del 20 de febrero del 2020).
5. AGRIOS, G. 2005. Fitopatología. 2da Edición. Editorial Limusa S.A. México. 150 p.

6. ARAUZ, F. 1998. Fitopatología: un análisis agroecológico. Editorial EICR. San José, Costa Rica. 469 p.
7. BAKER, L. 1990. *Trichoderma* spp. As plant growth stimulants. CRC Critical Reviews. 7(1): 97 – 106. [En línea]: (<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/07388558809150724?journalCode=ibty20>, documento del 12 de enero del 2020)
8. BALCÁZAR, L.; CARBAJAL, C.; ANTEPARRA, M. y CABEZAS, O. 2011. El cultivo de cocona. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Editorial CONCYTEC. Lima, Perú. 123 p.
9. BASU, P.K. 1971. Existence of chlamydospores of *Alternaria porri* f.sp. *solani* as overwintering propagules in soil. Ottawa, Canada. 61 (1): 1348 – 1350.
10. BENÍTEZ, T.; RINCON, A., CARMEN, M. y CODON, A. 2004. Biocontrol mechanism of *Trichoderma* strains. International Microbiology. University of Sevilla. España. 7(1): 249–260 p. [En línea]: (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15666245/>, documento del 14 de enero del 2020).
11. BROWN, C. 1998. Estadística multivariada aplicada en geohidrología y ciencias relacionadas. Editorial Springer Verlag. Alemania. 248 p.
12. CALZADA, B. J. 1980. Frutales nativos. Editorial El Estudiante. Lima, Perú. 210 p.
13. _____. 1986. Métodos estadísticos. 3^{ra} edición ed. Lima, Perú. 640 p.
14. CAMARGO, D. y AVILA, D. 2013. Efectos del *Trichoderma* sp. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.). Revista de Ciencia y Agricultura. Rioja, España. 11(1): 91 – 100. [En línea]:

(<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5039253>, documento del 23 de enero del 2020)

15. CARBAJAL, C. y BALCÁZAR, C. 2004. Cultivo de cocona. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Tingo María, Perú. 54 p
16. CADENAS, V. 1999. Efectividad Biológica del Fungicida DPX-KQ 667 69% DF (mancozeb + famoxadona) para el Control de *Alternaria solani* (Ell. y G. Martin) Jones y Grount en el Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum*). Tesis Ing. Agrónomo en Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 58 p.
17. CAMLICA, E. y TOZLU, E. 2019. Control biológico de *Alternaria solani* en Tomate. Rev. Facultad de Agricultura y Departamento de Protección de Plantas. Turquía. 28 (10): 7092 - 7100 www.researchgate.net/publication/335631740_BIOLOGICAL_CONTROL_OF_ALTERNARIA_SOLANI_IN_TOMATO, documento del 20 de mayo del 2020)
18. CARDENAS, O. 2003. Estudio de cuatro densidades de siembra en dos ecotipos de cocona (*Solanum topiro* H. B. K.) en Tulumayo. Tesis Ing. Agrónomo, UNAS, Tingo María, Perú. 118 p
19. CARDENAS, E. 2006. Fertilización nitrogenada y potásica del cultivo de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 87 p.
20. COX, C. y SURGAN, M. 2006. Ingredientes inertes no identificados en pesticidas: implicaciones para la salud humana y ambiental. Revista de Perspectiva de Salud Ambiental. Oregon, Estados Unidos. 114 (12): 1803 – 1809 [En línea]: (<https://www.researchgate.net/pub>

lication/6615710_Unidentified_Inert_Ingredients_in_Pesticides_Implications_for_Human_and_Environmental_Health, documento del 24 de febrero del 2020)

21. DA SILVA, D. 1998. Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal): cultivo y utilización. Tratado de cooperación amazónica. Caracas, Venezuela. 105 p. [En línea]: (<http://www.otca-oficial.info/assets/documents/20161219/e5ee903f6fe1735bd71394f0b7c545ae.pdf>, documento del 13 de febrero del 2020).
22. DELGADO, M. 1978. Métodos de la evaluación de enfermedades de los cultivos principales del departamento de Piura. Universidad Nacional de Piura. Perú. 18 p.
23. DE LIÑAN, C. 2015. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Editorial Agrotécnicas S.L. 31^{va} Edición. México. 734 p.
24. DUARTE, Y.; PINO, O.; INFANTE, D.; SANCHEZ, Y.; DEL CARMEN, M. y MARTINEZ, B. 2013. Efecto *in vitro* de aceites esenciales sobre *Alternaria solani* Sorauer. Revista de Protección Vegetal. La Habana, Cuba. 28 (1): 54 – 59.
25. ENRIQUEZ, 2014. Evaluación de alternativas para el manejo integrado del Tizón temprano (*Alternaria solani* Sor.) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Ecuador. 47 p.
26. EUGENIO, F. 2017. Comparativo del rendimiento y calidad de cuatro ecotipos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en Saipai – Distrito José

- Crespo y Castillo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 110 p.
27. FALCON, E. 2005. Rendimiento de tres ecotipos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), en Castillo Grande. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 114 p.
28. FAO. 2001. Trigo regado: Manejo del cultivo. Organización de las Naciones Unidas y la Alimentación. Roma, Italia. [En línea]: (<http://www.fao.org/3/x8234s/x8234s09.htm>, documentos, 12 de febrero del 2020)
29. FARR, F.; CORALD, F.; CHAMURIS, P.; AMY y ROSSMAN. 1989. Fungi on plants and plant products in the United States. St. Paul Minnesota 55121. USA. 1252 p.
30. FLORES, S. 1997. Cultivo de frutales nativos amazónicos. 2^{da} edición. Editorial TCA. Lima, Perú. 367 p.
31. GARCIA, L. y LARA, A. 1998. Diseño estadístico de Experimentos: Análisis de varianza. Editorial Grupo Universitario. España. 256 p.
32. GOMEZ, R. 1997. Comparativo de rendimiento de ocho cultivares de cocona (*Solanum topiro* H.B.K.) en Tulumayo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 83 p.
33. GONZALES, A. 2007. Frutales nativos amazónicos: Patrimonio alimenticio de la humanidad. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). 39 p. [En línea]: (http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1484.pdf, documento, del 10 de junio del 2020)

34. GONZALES, C. 1999. Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* sobre la composición cuantitativa de bacterias, hongos y actinomicetos de la rizósfera de la solanáceas y su influencia en el crecimiento vegetativo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Cuba. 23 (1): 59 – 65. [En línea]:(<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=112263>, documento del 23 de febrero del 2020
35. GONZALES, M.; CASTELLANOS, L.; RAMOS, M. y PEREZ, G. 2008. Evaluación de cepas de *Trichoderma* spp. contra patógeno en semillas de frijol, lechuga, girasol y arroz. Camanayagua, Cuba. 35 (1): 11 – 15. [En línea]: (https://www.researchgate.net/publication/311681297_Evaluacion_de_cepas_de_Trichoderma_spp_contra_patogenos_en_semillas_de_frijol_lechuga_girasol_y_arroz, documento del 23 de febrero del 2020)
36. GUTIERREZ, H. y DE LA VARA, R. 2012. Análisis y diseños de experimentos. Segunda edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A. México. 564 p.
37. HARMAN. G.; HOWELL, C.; VITERBO, A.; CHET, I. y LORITO. M. 2004. *Trichoderma* species opportunistic, avitulent plant symbionts. Revista Natural. Israel. 2(1): 43 – 56. [En línea]: (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15035008/>, documento del 23 de febrero del 2020).
38. HOWELL, C. 1998. The role of antibiosis in biocontrol in *Trichoderma* y *Gliocladium*. Vol. 2. Taylor and Francis, London, England. 173–184 p.
39. IMAGEJ. (S/A). Image Processing and Analysis in Java. [En línea]: (<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>, el 12 de enero del 2020)

40. INFANTE, D.; MARTINEZ, B.; GONZÁLEZ, N. y REYES, Y. 2009. Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. Revista Protección Vegetal. Cuba. 24 (1): 14 – 21. [En línea]: (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002, documento del 24 de febrero del 2020).
41. INFOSTAT. 2020. Software estadístico Infostat. Versión 17. Universidad Nacional de Córdoba [En línea]: (<https://www.infostat.com.ar/>, el 12 de febrero del 2020).
42. JAIMES, Y.; MORENO, C. y MARINA, A. 2008. Inducción de resistencia sistémica contra *Fusarium oxysporum* en tomate por *Trichoderma koningiopsis*. Acta Biológica Colombiana. Bogotá, Colombia. 14(3): 111 – 120. [En línea]: (https://www.researchgate.net/publication/253330313_INDUCCION_DE_RESISTENCIA_SISTEMICA_CONTRA_Fusarium_oxysporum_EN_TOMATE_POR_Trichoderma_koningiopsis_Th003, documento del 24 de febrero del 2020)
43. LOPÉZ, C.; BRITO, H.; LOPÉZ, D.; SALAYA, J. y GOMEZ, E. 2017. Papel de *Trichoderma* en los sistemas agroforestales-cacaotal como un agente antagónico. Revista de Agroecosistemas Tropical y Subtropical. Yucatán, México. 20 (1): 91 – 100. [En línea]: (<https://www.redalyc.org/pdf/939/93950595003.pdf>, documento del 23 de febrero del 2020).
44. LEYVA, S.; GONZALES, C.; RODRIGUEZ, E. y MONTALVO, D. 2013. Comportamiento de líneas avanzadas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a fitopatógenos en Chapingo, México. Revista

- Chapingo Serie Horticultura. 19(3): 301 – 313. [En línea]: (<http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v19n3/v19n3a4.pdf>, documento del 20 de febrero del 2020).
45. MANSILLA, L. 2019. Reporte de análisis de suelo. Laboratorio de Suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Archivo digital formato jpg.(análisisdesuelosunas@hotmail.com, del 25 de noviembre del 2019)
46. MARTINEZ, B.; INFANTE, D. y REYES, Y. 2013. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. Revista de Protección Vegetal. Mayabeque, Cuba. 28 (1): 1 – 11. [En línea]: (<http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>, documento del 20 de febrero del 2020).
47. MINAGRI. 2019. Anuario de producción agrícola 2018. Ministerio de Agricultura y Riego. Perú. [En línea]: (<http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=noticias/anuario-de-produccion-agricola-2018>, documento del 21 de febrero del 2020)
48. MYCOBANK. 2020. Fungal databases, Nomenclatura & Species Banks. [En línea]: (www.mycobank.org, documento de 15 de enero del 2020).
49. PATTERSON, C.L. 1991. Importance of Chlamydo spores as primary inoculum for *Alternaria solani*, incitant of collar rot and early blight on tomato. United States. Plant Disease. 75 (3): 274 – 278
50. PAUL, E. y F. CLARK, 1996. Suelo microbiológico y bioquímico. Editorial Prensa académica. España. 134 p.

51. PISCO, E. 2002. Fertilización nitrogenada y potásica del cultivo de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. 87 p.
52. RAHIMI, P.; MARIK, T.; ZAFARI, D.; BALÁZS, D.; VAGVÓLGYI, C.; SZEKERES, A. y KREDICS, L. 2020. Cambios en la producción de peptaibol de especies de *Trichoderma* durante interacciones antagonistas *in vitro* con patógenos fúngicos de plantas. Revista Biomoleculas. Iran.10 (1): 1 – 20.
53. ROBLES, M. 2011. Comparativo de rendimiento de cuatro ecotipos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en condiciones ambientales de Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. 120 p.
54. ROY, C.; AKTER, N.; SARKAR, M.; UDDIN, M.; BEGUM, N.; ZENAT, E. y JAHAN, M. 2019. Control del tizón temprano del tomate causado por *Alternaria solani* y detección de variedades de tomate contra el patógeno. The Open Microbiology Journal. 13(1): 41 – 49. [En línea]: (<https://benthamopen.com/FULLTEXT/TOMICROJ-13-41>, documento del 20 de febrero del 2020)
55. SALAZAR, H. 2004. Control químico de *Alternaria solani* (Eli and Mart) en el cultivo de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 106 p.
56. SALAS, M. 2010. Análisis molecular de la interacción microorganismo benéfico – planta en dos patosistemas: *Trichoderma* – Arabidopsis y *Trichoderma* – Tomate. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A. C. Tesis para optar grado Doctor en Ciencias en Biología Molecular. San Luis Potosí, México. 194 p.

57. SANDOVAL, C. y NUÑEZ, F. 2017. Biología de la enfermedad en tomate. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Chile. [En línea]: (<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40565.pdf>, documento del 21 de febrero del 2020).
58. SDOT. 2014. Estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento y demarcación territorial de la provincia de Leoncio Prado. Secretaria de Demarcación y Organización Territorial. Huánuco, Perú. 303 p. (<http://sdot.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/EDZ-LEONCIO-PRADO2-ilovepdf-compressed.pdf>, documento del 12 de marzo del 2020).
59. SENAMHI. 2020. Datos meteorológicos a nivel nacional. Perú. [En línea]: (<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>, 15 de enero del 2020)
60. SEPULVEDA, P. 2018. Manejo integrado de plagas y enfermedades: *Alternaria* en tomate. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Chile. [En línea]: (https://www.inia.cl/mateo/files/2018/09/FICHA_INIA_12.pdf, 23 de febrero del 2020)
61. SYNGENTA. 2020. Fungicidas: Score® 250 EC. [En línea]: (<https://www.syngenta.cl/product/crop-protection/fungicidas/score-r-250-ec-1>, documento, 20 de febrero, 2020).
62. TEJEDOR, T. 2003. Aplicaciones diversas del análisis de varianza. Editorial Muralla S.A. Madrid, España. 198 p.
63. TORRES, M.; ORTIZ, C.; BAUTISTA, C.; RAMIREZ, J.; AVALOS, N.; CAPPELLO, S. y DE LA CRUZ, A. 2015. Diversidad de *Trichoderma* en el agroecosistema del cacao del estado de Tabasco, México.

- Revista Mexicana de Biodiversidad. México. 86(1): 947 – 961. [En línea]: ([http://www.scielo.org.mx/pdf /rmbiodiv/v86n4/1870-3453-rmbiodiv-86-04-00947.pdf](http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v86n4/1870-3453-rmbiodiv-86-04-00947.pdf), documento del 21 de febrero del 2020)
64. TOVAR. J. 2008. Evaluación de la capacidad antagonista “in vivo” de aislamientos de *Trichoderma* spp. frente al hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani*. Tesis Microbiólogo Agrícola y Veterinario. Universidad Pontificia Javeriana. Bogotá, Colombia. 81 p. [En línea]: (<https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis98.pdf>, documento del 23 de febrero del 2020),
65. VARMA, P.; GANDHI, S. y SINGH, S. 2008. Biological control of *Alternaria solani*, the causal agent of early blight of tomato. Biological Control Journal. Haryana, India. 22(1):67-72.
66. VARGAS, A. 2009. Alternativas naturales para el control de *Alternaria chrysanthemi* Simmons & Crosier. Tesis para obtener grado de Maestro en Ciencias. Centro de Investigación Científica de Yucatán. México. 107 p. [En línea]: (https://cicy.repositorio.institucional.mx/jspui/bitstream/1003/397/1/PCBP_M_Tesis_Arely_Vargas.pdf, documento del 01 de junio del 2020).
67. VELA, P.M. 2010. Rendimiento de dos ecotipos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en dos épocas de producción. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. 88 p.
68. VILLACHICA, H. 1996. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia. Tratado de cooperación amazónica – secretaria Pro tempore. N° 4.

Lima, Perú. 99 – 102 [En línea]:

(<https://es.scribd.com/doc/25019192/Frutales-y-Hortalizas-Promisorios-de-La-Amazonia>, documento del 22 de febrero del 2020)

69. VILLALOBOS, F.; MATEOS, L.; ORGA, F. y FERERES, E. 2002. Fitotecnia, bases y tecnologías de la producción agrícola. Ediciones Mundi Prensa. Madrid - Barcelona. España. 179 p.

IX. ANEXO

Cuadro 24. Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 150 g/ha de “Tricho – D”

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Preparación de terreno				
Maquinaria	Hr.maq	8	45	360
Arado y rastra	Jornal	8	35	280
Demarcación del terreno	Jornal	2	35	70
Poceo	Jornal	6	35	210
Trasplante a campo				
Trasplante	Jornal	5	35	175
Deshierbo	Jornal	25	35	875
Aporque	Jornal	5	35	175
Riego	Jornal	10	35	350
Abonamiento	Jornal	12	35	420
Control fitosanitario	Jornal	16	35	560
Cosecha				
Recolección de frutos	Jornal	5	35	175
Insumos				
Semillas	Kg	0.1	800	80
Fertilizantes				
Urea	Saco 50 Kg	4	70	280
Superfosfato triple	Saco 50 Kg	1	65	65
Cloruro de potasio	Saco 50 Kg	3	55	165
Tricho – D	Kg	1.2	700	840
Materiales de campo				
Machetes	Unidad	2	10	20
Azadones	Unidad	2	25	50
Costales	Unidad	10	1	10
Rafia	Rollo	4	8	32
Total				5192

Cuadro 25. Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 300 g/ha de “Tricho – D”

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Preparación de terreno				
Maquinaria	Hr.maq	8	45	360
Arado y rastra	Jornal	8	35	280
Demarcación del terreno	Jornal	2	35	70
Poceo	Jornal	6	35	210
Trasplante a campo				
Trasplante	Jornal	5	35	175
Deshierbo	Jornal	25	35	875
Aporque	Jornal	5	35	175
Riego	Jornal	10	35	350
Abonamiento	Jornal	12	35	420
Control fitosanitario	Jornal	16	35	560
Cosecha				
Recolección de frutos	Jornal	6	35	210
Insumos				
Semillas	Kg	0.1	800	80
Fertilizantes				
Urea	Saco 50 Kg	5	70	350
Superfosfato triple	Saco 50 Kg	1	65	65
Cloruro de potasio	Saco 50 Kg	3	55	165
Tricho – D	Kg	2.4	700	1680
Materiales de campo				
Machetes	Unidad	2	10	20
Azadones	Unidad	2	25	50
Costales	Unidad	10	1	10
Rafia	Rollo	4	8	32
Total				6067

Cuadro 26. Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 450 g/ha de “Tricho – D”

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Preparación de terreno				
Maquinaria	Hr.maq	8	45	360
Arado y rastra	Jornal	8	35	280
Demarcación del terreno	Jornal	2	35	70
Poceo	Jornal	6	35	210
Trasplante a campo				
Trasplante	Jornal	5	35	175
Deshierbo	Jornal	25	35	875
Aporque	Jornal	5	35	175
Riego	Jornal	10	35	350
Abonamiento	Jornal	12	35	420
Control fitosanitario	Jornal	16	35	560
Cosecha				
Recolección de frutos	Jornal	6	35	210
Insumos				
Semillas	Kg	0.1	800	80
Fertilizantes				
Urea	Saco 50 Kg	4	70	280
Superfosfato triple	Saco 50 Kg	1	65	65
Cloruro de potasio	Saco 50 Kg	3	55	165
Tricho – D	Kg	3.6	700	2520
Materiales de campo				
Machetes	Unidad	2	10	20
Azadones	Unidad	2	25	50
Costales	Unidad	10	1	10
Rafia	Rollo	4	8	32
Total				6907

Cuadro 27. Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 600 g/ha de “Tricho – D”

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Preparación de terreno				
Maquinaria	Hr.maq	8	45	360
Arado y rastra	Jornal	8	35	280
Demarcación del terreno	Jornal	2	35	70
Poceo	Jornal	6	35	210
Trasplante a campo				
Trasplante	Jornal	5	35	175
Deshierbo	Jornal	25	35	875
Aporque	Jornal	5	35	175
Riego	Jornal	10	35	350
Abonamiento	Jornal	12	35	420
Control fitosanitario	Jornal	16	35	560
Cosecha				
Recolección de frutos	Jornal	8	35	280
Insumos				
Semillas	Kg	0.1	800	80
Fertilizantes				
Urea	Saco 50 Kg	4	70	280
Superfosfato triple	Saco 50 Kg	1	65	65
Cloruro de potasio	Saco 50 Kg	3	55	165
Tricho – D	Kg	4.8	700	3360
Materiales de campo				
Machetes	Unidad	2	10	20
Azadones	Unidad	2	25	50
Costales	Unidad	10	1	10
Rafia	Rollo	4	8	32
Total				7817

Cuadro 28. Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 750 g/ha de “Tricho – D”

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Preparación de terreno				
Maquinaria	Hr.maq	8	45	360
Arado y rastra	Jornal	8	35	280
Demarcación del terreno	Jornal	2	35	70
Poceo	Jornal	6	35	210
Trasplante a campo				
Trasplante	Jornal	5	35	175
Deshierbo	Jornal	25	35	875
Aporque	Jornal	5	35	175
Riego	Jornal	10	35	350
Abonamiento	Jornal	12	35	420
Control fitosanitario	Jornal	16	35	560
Cosecha				
Recolección de frutos	Jornal	4	35	140
Insumos				
Semillas	Kg	0.1	800	80
Fertilizantes				
Urea	Saco 50 Kg	4	70	280
Superfosfato triple	Saco 50 Kg	1	65	65
Cloruro de potasio	Saco 50 Kg	3	55	165
Tricho – D	Kg	6.0	700	3360
Materiales de campo				
Machetes	Unidad	2	10	20
Azadones	Unidad	2	25	50
Costales	Unidad	10	1	10
Rafia	Rollo	4	8	32
Total				8517

Cuadro 29. Costos de producción del cultivo de cocona para una densidad de 3333 plantas/hectárea empleando 300 ml/ha de “Score®”

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Preparación de terreno				
Maquinaria	Hr.maq	8	45	360
Arado y rastra	Jornal	8	35	280
Demarcación del terreno	Jornal	2	35	70
Poceo	Jornal	6	35	210
Trasplante a campo				
Trasplante	Jornal	5	35	175
Deshierbo	Jornal	25	35	875
Aporque	Jornal	5	35	175
Riego	Jornal	10	35	350
Abonamiento	Jornal	12	35	420
Control fitosanitario	Jornal	16	35	560
Cosecha				
Recolección de frutos	Jornal	10	35	350
Insumos				
Semillas	Kg	0.1	800	80
Fertilizantes				
Urea	Saco 50 Kg	4	70	280
Superfosfato triple	Saco 50 Kg	1	65	65
Cloruro de potasio	Saco 50 Kg	3	55	165
Score®	L	2.4	300	720
Materiales de campo				
Machetes	Unidad	2	10	20
Azadones	Unidad	2	25	50
Costales	Unidad	10	1	10
Rafia	Rollo	4	8	32
Total				5247

Cuadro 30. Promedio de altura (cm) durante las ocho evaluaciones de los tratamientos en estudio

Evaluaciones (ddt)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
15	12.45	13.14	12.72	13.87	12.36	13.55	13.17
30	13.65	14.82	14.52	15.56	13.71	14.20	14.39
45	15.02	15.78	15.70	16.91	14.75	15.58	15.42
60	16.53	17.88	17.82	19.46	17.09	17.35	17.04
75	18.95	23.41	21.55	25.50	20.88	22.56	23.41
90	22.62	31.77	30.98	36.80	26.50	29.81	31.07
105	30.14	38.33	37.26	45.26	33.30	36.94	36.19
120	40.58	44.00	46.91	53.50	38.90	46.20	39.78

Cuadro 31. Promedio de diámetro (cm) durante las ocho evaluaciones de los tratamientos en estudio

Evaluaciones (ddt)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
15	0.86	0.85	0.79	0.88	0.90	0.91	0.89
30	1.00	1.03	0.95	1.00	0.99	1.00	0.98
45	1.09	1.12	1.05	1.12	1.06	1.08	1.05
60	1.17	1.22	1.20	1.25	1.13	1.18	1.17
75	1.27	1.36	1.32	1.39	1.22	1.30	1.29
90	1.36	1.58	1.51	1.65	1.40	1.47	1.50
105	1.51	1.76	1.73	1.97	1.61	1.68	1.69
120	1.67	2.00	2.02	2.20	1.70	1.95	1.87

Cuadro 32. Promedio de incidencia (%) de *A. solani* en hojas durante las ocho evaluaciones de los tratamientos en estudio

Evaluaciones (ddt)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	7.85	8.17	8.08	0.00	8.27	0.00	11.81
45	10.39	11.21	13.04	3.54	11.18	0.83	13.47
60	12.58	13.45	19.76	13.07	22.78	1.88	15.63
75	22.57	26.51	28.78	16.98	31.08	1.67	31.60
90	30.08	37.89	43.24	26.90	42.03	1.99	39.64
105	44.77	55.72	58.74	33.05	54.70	1.81	43.46
120	56.62	55.19	59.45	35.61	63.60	1.06	58.50

Cuadro 33. Promedio de severidad (%) de *A. solani* en hojas durante las ocho evaluaciones de los tratamientos en estudio

Evaluaciones (ddt)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	1.96	1.93	2.73	0.00	2.06	0.00	2.95
45	3.02	2.51	3.47	0.89	2.80	0.21	3.58
60	3.82	3.81	8.87	3.22	9.03	0.47	4.12
75	10.63	8.05	12.45	5.28	14.61	0.42	12.07
90	16.31	12.68	17.60	12.55	22.31	0.50	20.38
105	22.74	19.70	28.93	15.36	32.42	0.45	38.24
120	36.44	34.68	37.18	21.83	46.23	0.26	41.30

Cuadro 34. Promedio de la longitud y diámetro (cm) de los frutos durante las cuatro cosechas de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Bloques	Longitud (cm) del fruto				Diámetro (cm) del fruto			
		C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
T ₁ (150 g/ha Tricho - D)	I	8.58	8.63	8.23	8.39	6.77	7.12	6.60	6.66
	II	8.17	8.06	7.91	7.62	6.55	6.48	6.39	6.37
	III	8.10	8.14	8.30	8.15	6.53	6.43	6.57	6.55
T ₂ (300 g/ha Tricho - D)	I	8.14	8.27	8.24	8.22	6.39	6.52	6.49	6.69
	II	8.42	8.00	7.23	8.13	6.42	6.26	6.03	6.46
	III	8.12	8.09	7.96	8.32	6.41	6.44	6.46	6.42
T ₃ (450 g/ha Tricho - D)	I	8.04	7.85	8.18	7.84	6.48	6.50	6.40	6.37
	II	7.97	8.15	8.02	8.35	6.26	6.50	6.28	6.40
	III	8.37	8.35	8.23	8.41	6.86	6.57	6.51	6.52
T ₄ (600 g/ha Tricho - D)	I	7.94	7.81	7.92	7.88	6.54	6.43	6.49	6.53
	II	8.57	8.50	8.47	8.50	6.97	6.74	6.97	6.68
	III	8.30	8.28	8.30	8.24	6.78	6.47	6.54	6.69
T ₅ (750 g/ha Tricho - D)	I	7.81	7.98	7.85	8.08	6.39	6.53	6.25	6.41
	II	7.60	7.95	7.51	7.97	6.21	6.20	6.20	6.37
	III	8.22	8.06	8.29	8.35	6.35	6.33	6.78	6.54
T ₆ (300 ml/ha Score®)	I	8.37	8.55	8.49	8.46	6.65	6.98	7.00	6.60
	II	7.78	7.51	7.89	7.61	6.40	6.34	6.36	6.22
	III	8.39	8.44	8.34	8.50	6.75	6.98	6.66	6.77
T ₇ (Testigo)	I	8.33	8.23	8.18	8.34	6.69	6.53	6.60	6.62
	II	7.76	7.96	8.07	7.73	6.32	6.41	6.48	6.40
	III	8.14	7.93	7.98	7.89	6.50	6.38	6.45	6.27

Cuadro 35. Promedio de la incidencia (%) de alternariosis en los frutos verdes y maduros durante las cuatro cosechas de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Bloques	Incidencia (%) en frutos verdes				Incidencia (%) en frutos maduros			
		C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
T1 (150 g/ha Tricho - D)	I	34.09	30.00	37.50	52.63	33.33	58.33	58.82	60.00
	II	15.63	37.14	42.11	61.11	61.54	35.71	61.11	50.00
	III	29.31	30.43	45.95	60.00	68.75	64.71	45.00	65.00
T2 (300 g/ha Tricho - D)	I	29.50	40.00	39.10	50.00	42.86	60.00	70.37	55.88
	II	22.60	33.30	41.70	33.30	60.98	56.00	37.50	55.00
	III	30.00	39.10	61.54	50.00	53.33	56.67	47.06	50.00
T3 (450 g/ha Tricho - D)	I	31.03	34.78	33.33	45.45	37.50	43.48	36.36	44.83
	II	37.93	42.31	40.91	29.41	40.00	42.31	48.48	42.42
	III	38.46	38.89	40.00	36.36	42.11	40.00	55.56	54.55
T4 (600 g/ha Tricho - D)	I	28.57	32.65	31.25	40.00	32.14	24.14	30.00	34.09
	II	27.50	32.43	36.67	41.18	35.48	42.11	42.86	46.15
	III	30.00	30.61	20.59	37.50	29.17	34.62	24.00	24.00
T5 (750 g/ha Tricho - D)	I	65.00	41.67	46.67	57.14	53.33	57.14	75.00	60.00
	II	61.54	42.86	55.56	77.78	60.00	87.50	58.33	57.14
	III	29.41	56.25	31.25	75.00	54.55	66.67	61.54	58.33
T6 (300 ml/ha Score®)	I	17.14	2.86	8.11	15.38	11.11	6.06	10.81	5.88
	II	15.91	11.11	10.00	6.25	20.00	9.09	7.89	5.88
	III	6.45	11.11	7.69	10.53	0.00	3.23	7.32	6.25
T7 (Testigo)	I	48.57	39.53	47.50	76.92	57.89	62.07	52.17	75.76
	II	43.24	34.78	39.53	75.00	50.00	45.45	53.85	68.00
	III	28.00	45.83	63.16	66.67	54.55	54.55	53.85	50.00

Cuadro 36. Número de frutos/parcela neta, número de frutos/hectárea, y rendimiento (t) durante las cuatro cosechas de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Bloques	N°		Rendimiento (t/ha)
		frutos/parcela neta	N° frutos/ha	
T1 (150 g/ha Tricho - D)	I	28	13332.000	2.617
	II	29	13808.140	2.539
	III	29	12082.125	2.326
T2 (300 g/ha Tricho - D)	I	47	19581.375	3.734
	II	46	25553	4.819
	III	38	15831.75	3.010
T3 (450 g/ha Tricho - D)	I	53	22081.125	4.140
	II	63	29997	5.700
	III	46	19164.75	3.710
T4 (600 g/ha Tricho - D)	I	98	40829.25	7.610
	II	87	41424.42857	8.730
	III	72	29997	5.730
T5 (750 g/ha Tricho - D)	I	16	6666	1.260
	II	16	6666	1.230
	III	19	7915.875	1.540
T6 (300 ml/ha Score®)	I	120	57137.14286	11.560
	II	105	43745.625	8.330
	III	131	54577.875	10.650
T7 (Testigo)	I	38	15831.75	3.020
	II	45	16665	3.090
	III	28	11665.5	2.180

Cuadro 37. Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 15 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Altura de planta (cm)				Diámetro de planta (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	5.66	0.94	0.24	0.956	0.03	0.005	0.98	0.479
Bloques	2	11.07	5.54	1.38	0.288	0.01	0.007	1.53	0.256
Error exper.	12	48.11	4.01			0.06	0.005		
Total	20	64.85				0.10			
C.V. (%):		15.36				7.99			

Cuadro 38. Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 30 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Altura de planta (cm)				Diámetro de planta (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	7.85	1.31	0.52	0.783	0.01	0.002	0.16	0.984
Bloques	2	7.92	3.96	1.57	0.247	0.01	0.003	0.24	0.794
Error exper.	12	30.24	2.52			0.14	0.005		
Total	20	46.01				0.16			
C.V. (%):		11.02				11.02			

Cuadro 39. Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 45 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Altura de planta (cm)				Diámetro de planta (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	8.55	1.42	0.55	0.760	0.02	0.003	0.22	0.970
Bloques	2	5.52	2.76	1.07	0.374	0.01	0.003	0.27	0.770
Error exper.	12	31.00	2.58			0.16	0.013		
Total	20	45.07				0.18			
C.V. (%):		10.31				10.55			

Cuadro 40. Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 60 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Altura de planta (cm)				Diámetro de planta (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	16.03	2.67	0.55	0.761	0.03	0.005	0.28	0.934
Bloques	2	7.04	3.52	0.72	0.505	0.02	0.01	0.66	0.535
Error exper.	12	58.29	4.86			0.21	0.02		
Total	20	81.36				0.26			
C.V. (%):		12.53				11.00			

Cuadro 41. Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 75 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Altura de planta (cm)				Diámetro de planta (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	79.66	13.28	1.03	0.454	0.06	0.01	0.60	0.727
Bloques	2	13.25	6.63	0.51	0.612	0.003	0.003	0.12	0.886
Error exper.	12	155.35	13.95			0.19	0.02		
Total	20	258.27				0.25			
C.V. (%):		16.12				9.69			

Cuadro 42. Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 90 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Altura de planta (cm)				Diámetro de planta (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	354.60	59.10	2.57	0.077	0.18	0.03	1.04	0.445
Bloques	2	23.60	11.80	0.51	0.611	0.10	0.05	1.76	0.213
Error exper.	12	275.65	22.97			0.34	0.03		
Total	20	653.85				0.62			
C.V. (%):		16.00				11.29			

Cuadro 43. Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 105 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Altura de planta (cm)				Diámetro de planta (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	393.12	65.52	1.95	0.153	0.36	0.06	1.49	0.260
Bloques	2	90.76	45.38	1.35	0.296	0.18	0.09	2.23	0.151
Error exper.	12	403.23	33.60			0.49	0.04		
Total	20	887.11				1.03			
C.V. (%):		15.76				11.79			

Cuadro 44. Análisis de varianza de la altura y diámetro a los 120 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Altura de planta (cm)				Diámetro de planta (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	466.69	77.78	7.08	0.002*	0.60	0.10	2.54	0.079
Bloques	2	46.70	23.35	2.13	0.162	0.22	0.11	2.72	0.106
Error exper.	12	131.79	10.98			0.48	0.04		
Total	20	645.18				1.30			
C.V. (%):		7.48				11.38			

Cuadro 45. Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 30 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Incidencia en hojas (%)				Severidad en hojas (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	367.9	61.32	9.60	0.005	25.97	4.33	9.94	0.005
Bloques	2	22.6	11.32	1.77	0.212	2.33	1.16	2.67	0.110
Error exper.	12	76.7	6.39			5.23	0.44		
Total	20	467.3				33.53			
C.V. (%):		40.06				39.71			

Cuadro 46. Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 45 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Incidencia en hojas (%)				Severidad en hojas (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	435.03	72.50	8.37	0.001	29.24	4.87	8.22	0.001
Bloques	2	63.08	31.54	3.64	0.058	3.86	1.93	3.25	0.074
Error exper.	12	104.00	8.67			7.12	0.59		
Total	20	602.11				40.22			
C.V. (%):		32.32				33.59			

Cuadro 47. Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 60 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Incidencia en hojas (%)				Severidad en hojas (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	788.5	131.4	3.58	0.028	175.9	29.3	2.71	0.047
Bloques	2	124.4	62.20	1.70	0.224	1.99	1.00	0.09	0.912
Error exper.	12	439.9	36.66			129.7	10.8		
Total	20	1352.8				307.7			
C.V. (%):		42.75				69.59			

Cuadro 48. Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 75 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Incidencia en hojas (%)				Severidad en hojas (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	2027.6	337.9	7.83	0.001	424.4	70.7	4.08	0.018
Bloques	2	46.49	23.25	0.54	0.597	26.93	13.5	0.78	0.482
Error exper.	12	517.9	43.16			208.2	17.3		
Total	20	2592.1				659.5			
C.V. (%):		28.89				46.67			

Cuadro 49. Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 90 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Incidencia en hojas (%)				Severidad en hojas (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	3736.2	622.7	5.68	0.005	934.6	155.8	5.04	0.008
Bloques	2	942.9	471.5	4.30	0.091	324.4	162.2	4.24	0.231
Error exper.	12	1316.2	109.7			371.2	30.9		
Total	20	5995.3				1630.3			
C.V. (%):		33.11				38.05			

Cuadro 50. Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 105 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Incidencia en hojas (%)				Severidad en hojas (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	7003.0	1167.2	13.94	0.001	2797.4	466.2	5.61	0.005
Bloques	2	193.12	96.56	1.15	0.348	444.35	222.2	2.67	0.109
Error exper.	12	1004.4	83.70			996.94	83.1		
Total	20	8200.5				4238.7			
C.V. (%):		21.91				40.42			

Cuadro 51. Análisis de varianza de la incidencia y severidad de alternariosis en las hojas a los 120 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Incidencia en hojas (%)				Severidad en hojas (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	8888.8	1481.5	34.90	0.001	4536.1	756.0	9.16	0.001
Bloques	2	95.05	47.53	1.12	0.358	118.5	59.23	0.72	0.508
Error exper.	12	509.39	42.45			990.4	82.54		
Total	20	9493.3				5645.0			
C.V. (%):		13.82				29.61			

Cuadro 52. Análisis de varianza de la longitud y diámetro de los frutos a los 135 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Longitud de fruto (cm)				Diámetro de fruto (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	0.36	0.06	0.76	0.617	0.38	0.06	2.03	0.140
Bloques	2	0.14	0.07	0.89	0.437	0.08	0.04	1.34	0.297
Error exper.	12	0.95	0.08			0.38	0.03		
Total	20	1.45				0.85			
C.V. (%):		3.45				2.72			

Cuadro 53. Análisis de varianza de la longitud y diámetro de los frutos a los 150 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Longitud de fruto (cm)				Diámetro de fruto (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	0.16	0.03	0.27	0.940	0.40	0.07	1.50	0.258
Bloques	2	0.13	0.07	0.67	0.532	0.20	0.10	2.32	0.140
Error exper.	12	1.19	0.10			0.53	0.04		
Total	20	1.48				1.13			
C.V. (%):		3.87				3.21			

Cuadro 54. Análisis de varianza de la longitud y diámetro de los frutos a los 175 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Longitud de fruto (cm)				Diámetro de fruto (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	0.50	0.08	1.13	0.400	0.32	0.05	1.05	0.441
Bloques	2	0.45	0.22	3.00	0.087	0.14	0.07	1.34	0.299
Error exper.	12	0.89	0.07			0.61	0.05		
Total	20	1.84				1.07			
C.V. (%):		3.37				3.47			

Cuadro 55. Análisis de varianza de la longitud y diámetro de los frutos a los 190 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Longitud de fruto (cm)				Diámetro de fruto (cm)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	0.15	0.02	0.24	0.955	0.10	0.02	0.74	0.627
Bloques	2	0.28	0.14	1.39	0.287	0.08	0.04	1.82	0.204
Error exper.	12	1.22	0.10			0.27	0.02		
Total	20	1.65				0.45			
C.V. (%):		3.91				2.30			

Cuadro 56. Análisis de varianza de la incidencia de *A. solani* en los frutos verdes y maduros a los 135 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Frutos verdes (%)				Frutos maduros (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	2687.6	447.9	5.14	0.008	5109.1	851.5	11.4	0.002
Bloques	2	277.2	138.6	1.59	0.244	257.6	128.8	1.72	0.220
Error exper.	12	1044.8	8.06			896.7	74.72		
Total	20	4009.6				6263.4			
C.V. (%):		29.25				20.20			

Cuadro 57. Análisis de varianza de la incidencia de *A. solani* en los frutos verdes y maduros a los 150 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Frutos verdes (%)				Frutos maduros (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	2702.3	450.4	20.9	0.001	7795.2	1299.2	12.2	0.002
Bloques	2	68.27	34.13	1.58	0.246	6.60	3.30	0.03	0.969
Error exper.	12	259.10	21.60			1274.1	106.2		
Total	20	3029.7				9075.9			
C.V. (%):		13.79				22.78			

Cuadro 58. Análisis de varianza de la incidencia de *A. solani* en los frutos verdes y maduros a los 175 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Frutos verdes (%)				Frutos maduros (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	3669.8	611.6	7.06	0.002	6283.0	1047.2	10.91	0.001
Bloques	2	59.88	29.94	0.35	0.715	111.22	55.61	0.58	0.575
Error exper.	12	1040.0	86.67			1152.0	96.00		
Total	20	4768.7				7546.3			
C.V. (%):		25.06				21.94			

Cuadro 59. Análisis de varianza de la incidencia de *A. solani* en los frutos verdes y maduros a los 190 días después del trasplante.

Fuentes de Variación	GL	Frutos verdes (%)				Frutos maduros (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor	SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	8372.2	1395.4	23.9	0.001	7318.7	1219.8	19.2	0.001
Bloques	2	15.66	7.83	0.13	0.876	57.75	28.88	0.46	0.645
Error exper.	12	701.24	58.44			760.9	63.41		
Total	20	9089.0				8137.4			
C.V. (%):		16.09				17.25			

Cuadro 60. Análisis de varianza del peso de frutos cosechados/ha

Fuentes de Variación	GL	Frutos verdes (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	176.89	28.48	0.59	0.7300
Bloques	2	12.96	6.48	0.13	0.8788
Error exper.	12	595.55	49.63		
Total	20	785.40			
C.V. (%):		3.68			

Cuadro 61. Análisis de varianza del número de frutos cosechados/ha

Fuentes de Variación	GL	Frutos verdes (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	4377723485.04	729620580.84	35.06	0.001
Bloques	2	61971805.35	30985902.68	1.49	0.264
Error exper.	12	249749608.99	20812467.42		
Total	20	4689444899.38			
C.V. (%):		18.99			

Cuadro 62. Análisis de varianza del rendimiento de frutos cosechados/ha

Fuentes de Variación	GL	Frutos verdes (%)			
		SC	CM	Fcal	p-valor
Tratamientos	6	173.098	28.850	28.443	0.0001
Bloques	2	2.440	1.220	1.203	0.3341
Error exper.	12	12.171	1.014		
Total	20	187.710			
C.V. (%):		21.69			

Cuadro 63. Resultados del análisis físico – químico del campo experimental

Parámetro	Contenido	Método utilizado
Análisis físico		
Arena (%)	17	Hidrómetro (Bouyoucos)
Limo (%)	32	Hidrómetro (Bouyoucos)
Arcilla (%)	51	Hidrómetro (Bouyoucos)
Clase textural	Franco Arcillo Limoso	Triángulo textural
Análisis químico		
pH (1:1)	7.08	Potenciómetro
M.O (%)	1.18	Walkley y Black
N _{total} (%)	0.05	% M.O. x 0.045
Cd (ppm)	0.08	Metales pesados
P disponible (ppm)	98.55	Olsen modificado
K disponible (ppm)	103.45	H ₂ SO ₄ 6N
Ca (cmol (p+)/Kg)	11.26	Acetato de amonio
Mg (cmol (p+)/Kg)	2.27	Acetato de amonio
K (cmol (p+)/Kg)	0.32	Acetato de amonio
Na (cmol (p+)/Kg)	0.16	Acetato de amonio
CIC (cmol (p+)/Kg)	14	Suma de cationes

Cuadro 64. Resumen del análisis del suelo obtenido en los diferentes tratamientos en estudio en el campo experimental

Trat.	Análisis mecánico				pH 1:1	M.O. %	N %	P ppm	K ppm
	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura					
T ₁	15	28	57	Fr. Arcillo Limoso	7.59	1.34	0.06	6.57	135.54
T ₂	11	36	53	Fr. Arcillo Limoso	7.66	1.39	0.06	6.98	95.81
T ₃	19	36	45	Fr. Arcillo Limoso	7.80	1.52	0.07	7.29	78.22
T ₄	13	38	49	Fr. Arcillo Limoso	7.79	1.25	0.06	6.98	86.45
T ₅	11	38	51	Fr. Arcillo Limoso	7.69	1.61	0.07	6.87	77.58
T ₆	11	38	51	Fr. Arcillo Limoso	7.63	1.60	0.07	6.77	76.66
T ₇	11	38	51	Fr. Arcillo Limoso	7.58	1.70	0.08	6.57	86.96

T₁ = 150 g/ha "Tricho-D"

T₂ = 300 g/ha "Tricho-D"

T₃ = 450 g/ha "Tricho-D"

T₄ = 600 g/ha "Tricho-D"

T₅ = 750 g/ha "Tricho-D"

T₆ = 300 ml Score® 250 EC

T₇ = Testigo absoluto

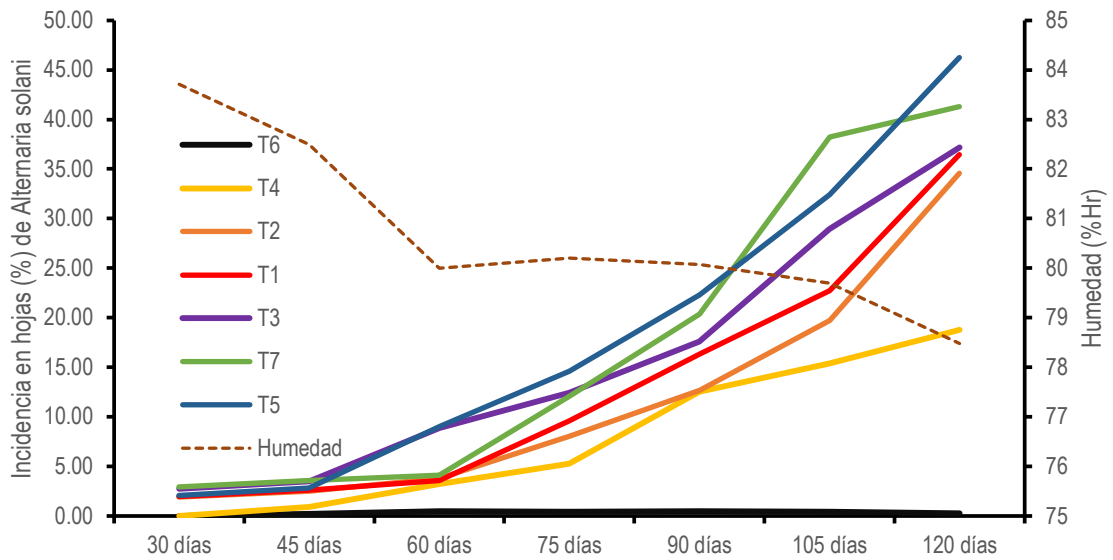


Figura 25. Incidencia (%) de *Alternaria solani* en hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 ddt con relación a la Humedad Relativa en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018.

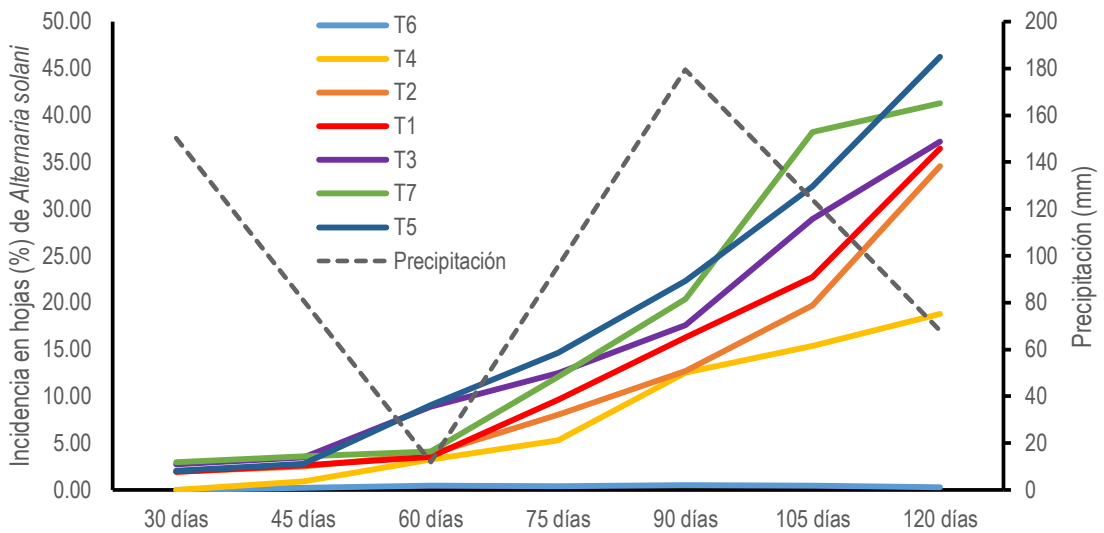


Figura 26. Incidencia (%) de *Alternaria solani* en hojas de *Solanum sessiliflorum* ecotipo CTR a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 ddt con relación a la Precipitación (mm) en el CIPTALD - UNAS, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, en los meses de junio a setiembre del 2018..



Figura 27. Visita del jurado de tesis en el campo experimental en Tulumayo



Figura 28. Muerte de las plantas de *S. sessiliflorum* por *A. solani*



Figura 29. Evaluación de la incidencia de *Alternaria solani* en frutos verdes y maduros



Figura 30. Aplicación de las diferentes dosis en plántulas de cocona en vivero



Figura 31. Ensayo a nivel de vivero para la determinación de efectos adversos por la aplicación de Tricho - D



Figura 32. Síntomas de fitotoxicidad por la aplicación de la dosis de 750 g/ha de Tricho - D