

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Impacto eco-ambiental de cuatro fungicidas para el Control de
(*Leveillula taurica*) en (*Capsicum annuum*)**

TESIS

Para optar el Título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Edwin Neyta Patiño Alfaro

**TUMBES- PERÚ
2026**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Impacto eco-ambiental de cuatro fungicidas para el Control de
(*Levellilla taurica*) en (*Capsicum annuum*)**

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Jalmer Fidel Campaña Olaya (Presidente) _____

Mg. Víctor Manuel Saavedra Chávez (Secretario) _____

Dr. José Modesto Carrillo Sarango (Vocal) _____

Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo (Accesitario) _____

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA



**Impacto eco-ambiental de cuatro fungicidas para el Control de
(*Levellilla taurica*) en (*Capsicum annum*)**

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y
forma.

Bach. Edwin Neyta Patiño Alfaro (Autor)

Dr. José Modesto Carrillo Sarango (Asesor)

Mg. Jenny Jeanette López Córdova (Co- Asesora)

Tumbes, 2026



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA



"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los trece días del mes de marzo de dos mil veintiséis, siendo las diez horas, con Cinco minutos (10:05), de la mañana, de forma presencial, se reunieron en la sede de la Facultad de Ciencias Agrarias, el Jurado Calificador, designado por Resolución N° 0182-2025/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, **Dr. Jalmer Fidel Campaña Olaya** (Presidente), **Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo** (Secretario), **Dr. José Modesto Carrillo Sarango** (Vocal) reconociendo en la misma resolución además, al **Dr. José Modesto Carrillo Sarango**, como **Asesor** y a la **Mg. Jenny Jeanette López Cordova**, como **Co-asesora**, ante la ausencia del Secretario el Mg. Víctor Manuel Saavedra Chávez, por asuntos personales, asume el **Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo** la condición de secretario del jurado; se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, "**Impacto eco-ambiental de cuatro fungicidas para el Control de (*Leveillula taurica*) en (*Capsicum annuum*)**", para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el **Bach. Edwin Neyta Patiño Alfaro**, Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 75 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al: **Bach. EDWIN NEYTA PATIÑO**

ALFARO..... aprobada....., por unanimidad....., con el calificativo Buena.....

Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda apta..... para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las once..... horas y treinta..... minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 13 de marzo de 2026

 Dr. Jalmer Fidel Campaña Olaya DNI N° 00236469 CODIGO ORCID 0000-0002-0804-1208 Presidente	 Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo DNI N° 00249639 CODIGO ORCID 0000-0002-0255-1047 Secretario
 Dr. José Modesto Carrillo Sarango DNI N° 00223850 CODIGO ORCID 0000-0003-0841-3064 Vocal	

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADO-ARCHIVO (Decanato)
S. Acad.

Edwin Neyta Patiño Alfaro

Impacto eco-ambiental de cuatro fungicidas para el Control de (Levellilla taurica) en (Capsicum annum)



Impacto eco-ambiental de cuatro fungicidas para el Control de (Levellilla taurica) en (Capsicum annum)

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:566093020

Fecha de entrega

10 mar 2026, 14:16 GMT-5

Fecha de descarga

10 mar 2026, 14:20 GMT-5

Nombre del archivo

INFORME FINAL DE TESIS DE EDWIN PATIÑO PARA SUSTENTAR DIA 13.MARZO.docx

Tamaño del archivo

3.4 MB

68 páginas

14.088 palabras

79.511 caracteres


Dr. José Modesto Carrillo Sarango
Docente - Asesor
Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Texto citado

Fuentes principales

- 12%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.


Dr. José Modesto Carrillo Sarango
Docente - Asesor
Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.untumbes.edu.pe	2%
2	Internet	www.coursehero.com	<1%
3	Internet	repositorio.uta.edu.ec	<1%
4	Trabajos del estudiante	Universidad Rafael Landívar on 2025-08-20	<1%
5	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica de los Andes on 2022-09-01	<1%
6	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego 2025 on 2025-07-19	<1%
7	Internet	www.researchgate.net	<1%
8	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
9	Internet	docplayer.es	<1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2025-12-12	<1%
11	Internet	repositorio.espe.edu.ec	<1%

Dr. José Modesto Carrillo Sarango
 Docente - Asesor
 Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

12	Trabajos del estudiante	GESTOR DE FORMACIÓN on 2025-08-12	<1%
13	Trabajos del estudiante	DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA on 2025-12-12	<1%
14	Trabajos del estudiante	unasam on 2024-12-10	<1%
15	Internet	dspace.esPOCH.edu.ec	<1%
16	Internet	www.frutasyhortalizas.com.co	<1%
17	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Barranca on 2019-04-01	<1%
18	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo on 2025-12-24	<1%
20	Internet	repositorio.unas.edu.pe	<1%
21	Internet	repositorio.utC.edu.ec	<1%
22	Internet	www.ciponline.org.nxlkhost.com	<1%
23	Internet	www.cothn.pt	<1%
24	Internet	www.grafiati.com	<1%
25	Internet	repositorio.esPam.edu.ec	<1%

Dr. José Modesto Carrillo Sarango
Docente - Asesor
Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

26	Internet	doczz.es	<1%
27	Internet	revistas.uteq.edu.ec	<1%
28	Internet	www.slideshare.net	<1%
29	Trabajos del estudiante	Colegio Aleman de Concepcion on 2025-11-25	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD on 2023-05-27	<1%
31	Internet	worldwidescience.org	<1%
32	Trabajos del estudiante	ITESM: Instituto Tecnologico y de Estudios Superiores de Monterrey on 2023-12-16	<1%
33	Publicación	Pablo Ordenez, Kathy Baylis, M. Isabel Ramirez. "Land cover change effects from ...	<1%
34	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD on 2024-05-29	<1%
35	Internet	repositorio.una.edu.ni	<1%
36	Internet	www.revistas.ucr.ac.cr	<1%
37	Publicación	Farnham, A.S.. "No evidence of substantial nicotine metabolism by Lasioderma se...	<1%
38	Trabajos del estudiante	Universidad de Guayaquil on 2026-02-09	<1%
39	Internet	convencion.uclv.cu	<1%

Dr. José Modesto Carrillo Sarango
 Docente - Asesor
 Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

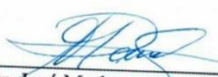
40	Internet	www.abebbooks.co.uk	<1%
41	Internet	www.cci.org.co	<1%
42	Internet	pure.flib.u-fukui.ac.jp	<1%
43	Internet	repositorio.uam.es	<1%
44	Internet	repositorio.uladech.edu.pe	<1%
45	Internet	repository.unad.edu.co	<1%
46	Trabajos del estudiante	Colegio Colombo Britanico on 2025-10-28	<1%
47	Trabajos del estudiante	Universidad Cientifica del Sur on 2023-11-29	<1%
48	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Colombia on 2017-02-25	<1%
49	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego on 2018-05-04	<1%
50	Internet	apirepositorio.unh.edu.pe	<1%
51	Trabajos del estudiante	espam on 2025-06-19	<1%
52	Internet	issuu.com	<1%
53	Internet	www.sagpya.mec.gov.ar	<1%


 Dr. José Modesto Carrillo Sarango
 Docente - Asesor
 Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

54	Internet	www.sedbogota.edu.co	<1%
55	Internet	www.termwiki.com	<1%
56	Trabajos del estudiante	Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador on 2017-1...	<1%
57	Internet	addi.ehu.es	<1%
58	Internet	digibug.ugr.es	<1%
59	Internet	es.slideshare.net	<1%
60	Internet	files01.core.ac.uk	<1%
61	Internet	repositorio.udh.edu.pe	<1%
62	Internet	repositorio.ug.edu.ec	<1%
63	Internet	repository.usta.edu.co	<1%
64	Internet	revistas.upr.edu	<1%
65	Internet	www.scribd.com	<1%
66	Internet	1library.co	<1%
67	Publicación	Celia Montaner, Elena Floris, José M Alvarez. " Study of pollen cytology and evalua...	<1%


 Dr. José Modesto Carrillo Sarango
 Docente - Asesor
 Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

68	Internet	Corral García, María Julieta, Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de...	<1%
69	Trabajos del estudiante	ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey on 2023-12-14	<1%
70	Publicación	Liliana Lara-Capistrán, Ana G. Reyes, Bernardo Murillo-Amador, Elia Nora Aquino-...	<1%
71	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2018-08-20	<1%
72	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2018-12-10	<1%
73	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2026-01-28	<1%
74	Trabajos del estudiante	Universidad Técnica de Machala on 2022-02-17	<1%
75	Internet	biblat.unam.mx	<1%
76	Internet	congresorebiza.mx	<1%
77	Internet	doctornougues.com	<1%
78	Internet	jurnal.alahliyah.sch.id	<1%
79	Internet	optima-h2020.eu	<1%
80	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%
81	Internet	repositorio.ucp.edu.pe	<1%


 Dr. José Modesto Carrillo Sarango
 Docente - Asesor
 Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

82	Internet	repositorio.uleam.edu.ec	<1%
83	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
84	Internet	repositorio.unprg.edu.pe	<1%
85	Internet	rua.ua.es	<1%
86	Internet	www.agrariamanresa.org	<1%
87	Internet	www.dspace.unitru.edu.pe	<1%
88	Internet	www.inifap.gob.mx	<1%
89	Internet	www.investigacion.biblioteca.uvigo.es	<1%
90	Internet	www.portalbesana.es	<1%
91	Publicación	"Proceedings of the 4th Biotechnology World Symposium", Mexican Journal of Bi...	<1%
92	Trabajos del estudiante	Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López on 2025...	<1%
93	Publicación	Javier Gerardo Zuzunaga Rosas. "Evaluación del producto bioestimulante BALOX ...	<1%
94	Publicación	Macedo Huamán, Roxana. "Aprendizaje cooperativo y la comunicación oral del in...	<1%
95	Publicación	Onosma Celine Allen-Siezers, Erick Ricardo Thomas Vanega, Billy Francis Ebanks ...	<1%

96	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2026-01-02	<1%
97	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2025-08-30	<1%
98	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego 2025 on 2025-11-24	<1%
99	Internet	agroexportaciones.com	<1%
100	Internet	doczz.net	<1%
101	Internet	koreascience.or.kr	<1%
102	Internet	patents.google.com	<1%
103	Internet	pt.scribd.com	<1%
104	Internet	repositorio.uaaan.mx	<1%
105	Internet	repositorio.undac.edu.pe	<1%
106	Internet	repositorio.utn.edu.ec	<1%
107	Internet	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl	<1%
108	Internet	revistas.ucr.ac.cr	<1%
109	Internet	sidalc.net	<1%


 Dr. José Modesto Carrillo Sarango
 Docente - Asesor
 Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

110	Trabajos del estudiante	unasam on 2024-09-05	<1%
111	Internet	web.worldbank.org	<1%
112	Internet	www.colpos.mx	<1%
113	Internet	www.lawnandlandscape.com	<1%
114	Internet	www.repositorio.usac.edu.gt	<1%
115	Internet	www.sandioss.com	<1%
116	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD on 2025-12-08	<1%
117	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Piura on 2025-11-11	<1%
118	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2018-12-04	<1%
119	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2025-11-06	<1%
120	Trabajos del estudiante	Universitat Politècnica de València on 2021-07-05	<1%
121	Internet	revistas.unicauca.edu.co	<1%
122	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2025-07-23	<1%


 Dr. José Modesto Carrillo Sarango
 Docente - Asesor
 Código ORCID: 0000-0003-0841-3064

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por concederme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesaria para culminar con éxito esta etapa fundamental de mi formación profesional.

A mis padres, Morfelina y Rodolfo por su amor infinito, su apoyo incondicional y los sacrificios realizados día a día, los cuales han sido la base y el impulso para alcanzar cada una de mis metas. Gracias por confiar en mí incluso cuando el camino se tornó difícil.

A mi familia, por su comprensión, paciencia y constantes palabras de aliento, que me acompañaron a lo largo de todo este proceso académico.

Finalmente, dedico este logro a mí mismo, por la constancia, el esfuerzo y la determinación para no rendirme y continuar avanzando hasta cumplir este objetivo.

INFORMACIÓN GENERAL

I. TÍTULO:

Impacto eco-ambiental de cuatro fungicidas para el Control de (*Leveillilla taurica*) en (*Capsicum annuum*)

II. Tesista:

Apellidos y Nombres : Edwin Neyta Patiño Alfaro
E mail : edwin_1322@hotmail.com
Numero Telefónico : 996168669

III. Asesor:

Apellidos y Nombres : José Modesto Carrillo Sarango.
Grado académico : Doctor
Código Orcid : 0000-0001-6404-7789
Institución donde labora : Universidad Nacional de Tumbes
Dirección electrónica : jcarrillos@untumbes.edu.pe (Institucional)
jmcs16_51@hotmail.es (personal)
Movil 972616390

Co- Asesora:

Apellidos y Nombres : Jenny Jeanette López Córdova
Grado Académico : Magister
Código Orcid : 0009-0005-7826-0392
Institución donde labora : Universidad Nacional de Frontera
Dirección electrónica : jeanettelopezc@gmail.com
Movil : 994369808

IV. Tipo de investigación:

Tipo de Investigación : Aplicada.
Diseño de investigación : Cuantitativo – experimental – comparativa

V. Área y Línea de Investigación:

- Área de Investigación : Ciencias Agrícolas.

- Línea de Investigación : Producción de alimentos de alta calidad y seguridad alimentaria

VI. Localidad e institución:

La investigación se desarrolló en el vivero experimental privado del Sr. Alberto Atoche Zapata ubicado en el Distrito y Provincia de Sullana, departamento de Piura

VII. Tiempo de Duración:

24 semanas.

Fecha de inicio: marzo del 2025.

Finalización Diciembre del 2025.

VIII. Costo total y financiamiento:

Costo total de la investigación ascendió a la suma de S/.14,702 (catorce mil seiscientos dos 00/100 soles) con financiamiento propio.

IX. Fecha de presentación:

Enero del 2026

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Edwin Neyta Patiño Alfaro, dejo constancia de que los resultados presentados en esta tesis son producto de mi trabajo personal. Para su desarrollo, conté únicamente con el apoyo puntual de terceros en aspectos relacionados con la orientación general y el análisis del estudio.

Asimismo, declaro que, hasta diciembre del presente año y según mi leal saber y entender, este documento no contiene material previamente publicado ni elaborado por otras personas, salvo en los casos en que se ha citado expresamente con fines de referencia, comparación o sustento teórico.

En ese sentido, garantizo que toda la información expuesta sin la debida referencia bibliográfica es de mi autoría. Finalmente, manifiesto que la redacción de esta tesis es resultado de mi esfuerzo individual, realizado bajo la guía y acompañamiento de los asesores y del jurado evaluador, quienes brindaron orientación tanto en la elaboración del contenido como en la forma y estilo de su presentación escrita.



Edwin Neyta Patiño Alfaro

DNI N° 46941420

CERTIFICACIÓN

Yo, José Modesto Carrillo Sarango, docente adscrito a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, certifico que la tesis titulada “Impacto eco-ambiental de cuatro fungicidas para el Control de (*Levellilla taurica*) en (*Capsicum annuum*)”, presentada por el bachiller Edwin Neyta Patiño Alfaro, de la Escuela de Agronomía, ha sido asesorada y evaluada por mi persona.

Por lo tanto, considero que cumple con los requisitos necesarios para su presentación e inscripción en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, a fin de continuar con su proceso de revisión y aprobación.



Dr. José Modesto Carrillo Sarango

Docente Asesor
Orcid-0000 0001-6404-7789

AGRADECIMIENTO

Manifiesto mi profundo agradecimiento al ser supremo por su guía y compañía constante durante todo el proceso de mi investigación.

A la Universidad Nacional de Tumbes y a la Facultad de Ciencias Agrarias, por ofrecerme la formación académica, los conocimientos y las herramientas necesarias para mi desarrollo profesional.

A mi asesor Dr. José Modesto Carrillo Sarango y Co- asesora de tesis, Mg Jenny Jeanette Lopez Córdova, por su valiosa orientación, acompañamiento académico, paciencia y aportes significativos, los cuales fueron determinantes para la correcta ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

A los docentes de la carrera, por compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas, que contribuyeron de manera fundamental a mi formación universitaria.

De igual manera, agradezco a mis compañeros y amigos por su apoyo, motivación y palabras de aliento, que hicieron más llevadero este proceso académico.

Finalmente, expreso mi más sincero agradecimiento a mi familia, por su apoyo incondicional, comprensión y por ser la principal fuente de inspiración para alcanzar este logro.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	X
INDICE DE TABLAS.....	XI
INDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II	15
BASES TEORICAS	25
CAPITULO III.....	30
MATERIALES Y MÉTODOS	30
CAPÍTULO IV.....	37
RESULTADOS	37
CAPITULO V	46
DISCUSION	46
CAPITULO VI	4
CONCLUSIONES.....	49
CAPITULO VII.....	50
RECOMENDACIONES.....	50
CAPITULO VIII	51
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	51
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Georeferenciación del predio de realización de la investigación.	24
Tabla 2. Prueba de Duncan (5 %) para el Nivel de Incidencia (%) de <i>L. taurica</i> en el cultivo de <i>C. annuum</i> según el tipo de fungicida y la dosis aplicada	25
Tabla 3. ANVA - Incidencia (%)	26
Tabla 4. Prueba de Duncan (5 %) para Severidad de la enfermedad (% área foliar dañada) en el cultivo de <i>C. annuum</i> según el tipo de fungicida y la dosis aplicada Severidad (%).	27
Tabla 5. Anva - Severidad %	
Tabla 6. Prueba de Duncan (5 %) para toxicidad en el cultivo de <i>C. annuum</i> según el tipo de fungicida y la dosis aplicada	32
Tabla 7 ANVA – Fitotoxicidad.T	32
Tabla 8. Prueba de Duncan (5 %) para Números de insectos benéficos en el cultivo de <i>C. annuum</i> según el tipo de fungicida y la dosis aplicada	36
Tabla 9. Anva de cantidad de insectos benéficos en el cultivo de <i>C. annuum</i> según el tipo de fungicida y la dosis aplicada	37
Tabla 10. Resumen para determinar Rendimiento según parámetros morfoproductivos	
Tabla 11 ANVA - Altura de planta (cm)	37
Tabla 12. ANVA - Diámetro del fruto (cm)	39
Tabla 13. ANVA Peso del fruto (g)	40
Tabla 14 ANVA - Peso de fruto x parcela (kg)	41
Tabla 15. ANVA - Rendimiento de Fruto	42
Tabla 16. Resumen de Parámetros Morfoproductivos	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Google maps de Ubicación del predio.	17
Figura 2. Nivel de incidencia de la enfermedad	25
Figura 3. Nivel de incidencia de la enfermedad	24
Figura 4 Porcentaje de fitotoxicidad en las plantas	28
Figura 5 Cantidad de insectos benéficos en cultivo de pimiento.	36
Figura 6. Resumen de los parámetros morfoproductivos del pimiento	42
Figura 7 Evidencias fotográficas	63

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto ecoambiental de cuatro fungicidas, tanto sintéticos como no sintéticos, utilizados para el control de *Levellilla taurica* en el cultivo de *Capsicum annuum*. Para ello, se consideraron aspectos como la eficacia fitosanitaria, la fitotoxicidad, el impacto sobre insectos benéficos y su influencia en las variables productivas.

Los resultados evidenciaron diferencias altamente significativas según el tipo de fungicida y la dosis aplicada. Los fungicidas sintéticos sistémicos, en dosis altas, mostraron el mayor nivel de control de la enfermedad. Destacó el tratamiento FO1D2 (tebuconazol a 0,5 ml/L), que registró una incidencia de 13 % y una severidad de 8 %, logrando reducir la enfermedad en más del 80 % en comparación con el testigo (66 % y 52 %, respectivamente).

Por su parte, los fungicidas no sintéticos alcanzaron un control intermedio, con incidencias entre 23 % y 28 % en dosis altas. La fitotoxicidad fue mínima en dosis bajas (0,13–0,15); sin embargo, el tratamiento con neem en dosis alta (FI2D2) presentó el mayor nivel de daño (1,30).

En relación con el impacto ecológico, los fungicidas no sintéticos mostraron los menores efectos sobre los insectos benéficos (valores entre 11 y 16), en relación con los fungicidas sintéticos aplicados en dosis altas, que alcanzaron valores de hasta 31. Asimismo, los tratamientos orgánicos favorecieron el desarrollo y rendimiento del cultivo. En este aspecto, destacó el tratamiento FO2D2, que alcanzó mayor altura de planta (72–73 cm), diámetro de fruto (hasta 7,0 cm), peso promedio (160–162 g) y rendimiento (28,6–29,3 t/ha), superando tanto al testigo (22,6 t/ha) como a los tratamientos inorgánicos (17,3–19,4 t/ha).

Palabras clave: *Capsicum annuum*, insectos benéficos, impacto ambiental, *Levellilla taurica*, fitotoxicidad, fungicidas, rendimiento.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the eco-environmental effect of four fungicides, both synthetic and non-synthetic, used to control *Leveillula taurica* in *Capsicum annuum* cultivation, considering their phytosanitary efficacy, phytotoxicity, impact on beneficial insects, and influence on productive variables. The results showed highly significant differences depending on the type of fungicide and the dose applied. Systemic synthetic fungicides at high doses achieved the highest level of disease control, with treatment FO1D2 (tebuconazole 0,5ml/L) standing out by recording 13% incidence and 8% severity, reducing the disease by more than 80% compared to the control (66% incidence and 52% severity). Non-synthetic fungicides provided intermediate control, with incidence values ranging from 23% to 28% at high doses. Phytotoxicity was minimal at low doses (0.13–0.15), whereas neem applied at a high dose (FI2D2) showed the highest phytotoxic effect (1.30). Regarding ecological impact, non-synthetic fungicides exhibited the lowest negative effects on beneficial insects (11–16), while synthetic fungicides at high doses reached values of up to 31, indicating a higher environmental risk. In addition, organic treatments enhanced crop growth and yield, particularly FO2D2, which achieved the greatest plant height (72–73 cm), fruit diameter (up to 7.0 cm), average fruit weight (160–162 g), and yield (28.6–29.3 t/ha), outperforming the control (22.6 t/ha) and inorganic treatments (17.3–19.4 t/ha).

Keywords: *Capsicum annuum*, *Levellilla taurica*, beneficial insects, environmental, impact fungicides, phytotoxicity, yield.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel global, la contaminación ambiental asociada al uso de plaguicidas, especialmente fungicidas, se ha convertido en una problemática cada vez más relevante debido a sus efectos directos sobre los ecosistemas acuáticos, la biodiversidad y la salud humana. Diversos estudios han demostrado que estos compuestos pueden persistir durante largos periodos en el suelo y en los cuerpos de agua, generando impactos negativos en organismos no objetivo, como polinizadores y microorganismos benéficos para el equilibrio ecológico. En este contexto, Williams et al. (2022) señalan que la permanencia de estos productos químicos representa un riesgo significativo para los sistemas agrícolas y naturales. A pesar de ello, en la agricultura comercial moderna, los fungicidas continúan utilizándose de manera frecuente para el control de enfermedades que afectan cultivos de alto valor económico, como *Leveillula taurica* en *Capsicum annuum*.

En el contexto nacional, particularmente en el Perú, diversas investigaciones han reportado la presencia de residuos de fungicidas en suelos agrícolas y en fuentes hídricas de zonas productoras de ajíes y pimientos. Fernández y Torres (2023) evidencian que estos residuos pueden alterar la calidad del agua y representar un riesgo potencial para los organismos acuáticos, lo que ha incrementado la preocupación en torno a las políticas de manejo ambiental y al uso responsable de agroquímicos en el país.

A nivel regional, en las principales zonas agrícolas del norte del Perú, como la región Piura, donde la producción de *C. annuum* es significativa, el uso intensivo de agroquímicos para el control de *L. taurica* ha incrementado el riesgo de contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Según García et al. (2022), esta situación podría afectar no solo al medio ambiente, sino también a la salud de las comunidades campesinas que dependen de estas fuentes de agua. Este escenario pone en evidencia la necesidad urgente de evaluar y gestionar adecuadamente el uso de fungicidas, considerando no solo su eficacia agronómica, sino también sus implicancias ambientales y sociales.

A nivel local, la problemática se intensifica debido a la presión que ejerce *L. taurica* sobre la producción de pimienta, siendo considerada una de las principales amenazas para el rendimiento del cultivo y causante de pérdidas económicas significativas (Gutiérrez et al., 2020). Frente a esta situación, los agricultores recurren tanto a fungicidas sintéticos como a alternativas no sintéticas. Los primeros son ampliamente utilizados por su alta eficacia y bajo costo; sin embargo, su impacto negativo en el ambiente y la salud humana ha generado preocupación. En contraste, los fungicidas no sintéticos o de origen biológico, aunque menos empleados, se consideran alternativas más sostenibles y amigables con el medio ambiente (López, 2022).

Desde una perspectiva económica, la elección del tipo de fungicida influye directamente en la rentabilidad de los productores de *C. annuum*, ya que incide en los costos de producción, el rendimiento del cultivo y la calidad final del producto. En los últimos años, diversos estudios han analizado tanto la eficacia como los costos asociados a estos insumos, aportando información relevante para la toma de decisiones en el manejo integrado de enfermedades fúngicas en el cultivo de pimienta (Ortega, 2022; Gómez, 2022).

En los últimos años, *L. taurica* se ha consolidado como una enfermedad emergente de alta relevancia agronómica, afectando significativamente a cultivos de importancia económica como *C. annuum*. Su capacidad para colonizar hojas, flores y frutos provoca una disminución considerable en el rendimiento y en la calidad del cultivo. Además, el daño que ocasiona facilita la aparición de infecciones secundarias, agravando aún más las pérdidas productivas. Este hongo se desarrolla con mayor facilidad en climas cálidos y secos y presenta un ciclo de vida acelerado, características que dificultan su control y lo convierten en un desafío permanente para los sistemas agrícolas intensivos.

Frente a esta problemática, los agricultores han recurrido de manera intensiva al uso de fungicidas químicos como principal estrategia de manejo. No obstante, esta dependencia ha generado preocupación a nivel mundial debido a los efectos negativos que estos productos pueden ocasionar sobre el medio ambiente, la salud humana y la biodiversidad. La acumulación de residuos químicos en el suelo, el

agua y los tejidos vegetales deteriora la calidad de los agroecosistemas y compromete la sostenibilidad de la producción agrícola a largo plazo.

Ante este escenario, resulta fundamental adoptar un enfoque más integral y ecológico que permita comparar el impacto del uso de fungicidas sintéticos y no sintéticos dentro del agroecosistema. Esta evaluación debe considerar no solo la eficacia en el control de *L. taurica*, sino también sus repercusiones ambientales, promoviendo alternativas que sean ambientalmente responsables, económicamente viables y socialmente sostenibles. Un análisis de este tipo constituye un paso clave para fortalecer prácticas agrícolas resilientes y sostenibles, alineadas con los desafíos del siglo XXI.

En este contexto, se planteó como objetivo general evaluar el impacto ecoambiental de cuatro fungicidas utilizados en el control de *L. taurica* en el cultivo de *C. annuum*. Asimismo, como objetivos específicos se propuso determinar la eficacia de control de cada fungicida sobre la enfermedad, evaluar la fitotoxicidad en el cultivo y analizar su impacto en insectos benéficos, así como en la calidad del suelo y del agua.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Generalidades del cultivo de pimiento

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza perteneciente a la familia Solanaceae, ampliamente cultivada en regiones de clima cálido y templado debido a su buena capacidad de adaptación a estas condiciones. Este cultivo se distingue por su notable diversidad en formas, tamaños, colores y sabores, características que dependen directamente de la variedad o híbrido utilizado en su producción.

En la actualidad, el pimiento representa un cultivo de gran importancia económica en Ecuador, donde se reporta una superficie aproximada de 1.420 hectáreas, con una producción total de 6.955 toneladas y un rendimiento promedio de 4,58 t/ha (De la Cruz, 2022). Según Sánchez (2022), entre las principales variedades e híbridos cultivados en el país destacan Italiano, Yolo Wonder, Lamuyo (Salvador), Marconi (Quetzal) y California, los cuales se destinan tanto al consumo en fresco como a la agroindustria.

2.1.2. Taxonomía (Buñay, 2021)

Reino: Plantae

División: Magnolophyta

Clase: Magnolipsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Género: *Capsicum*

Especie: *annuum*

Nombre científico: *Capsicum annuum* L.

Nombre común: Pimiento

2.1.3. Descripción botánica.

- a) **Tallo.** El pimiento presenta un tallo erecto, de forma cilíndrica, que tiende a lignificarse en la base conforme avanza su desarrollo. La primera bifurcación generalmente aparece entre los 15 y 20 cm de altura, punto a partir del cual se forma la primera flor. Su crecimiento es semi indeterminado y ramificado, y dependiendo de la variedad y de las condiciones de cultivo, la planta puede alcanzar alturas entre 70 y 120 cm (Estela, 2023).
- b) **Hojas.** Las hojas son simples y se disponen de manera alterna a lo largo del tallo. Presentan tonalidades que van desde verde claro hasta verde oscuro. Tanto la forma como el tamaño de las hojas están estrechamente influenciados por la variedad cultivada y por las condiciones ambientales en las que se desarrolla la planta (Villón, 2023).
- c) **Raíz.** El sistema radicular del pimiento es de tipo pivotante, acompañado de raíces secundarias adventicias que se expanden de forma horizontal. Se caracteriza por ser vigoroso y moderadamente profundo, alcanzando normalmente entre 30 y 50 cm de profundidad, aunque en condiciones favorables puede extenderse hasta 70 o incluso 120 cm (López, 2022).
- d) **Inflorescencia.** Las flores se originan a partir de botones florales ubicados en las axilas de las hojas. Son solitarias y hermafroditas, conformadas por cinco estambres (órganos masculinos) y un pistilo (órgano femenino), lo que favorece el proceso de autopolinización (Cedeño et al., 2022).
- e) **Fruto.** El fruto del pimiento es una baya hueca, cuyo tamaño puede variar entre 8 y 15 cm de longitud y entre 5 y 8 cm de diámetro. Presenta diversas formas, como esférica, cónica o cilíndrica, y su superficie puede ser lisa, irregular o arrugada, dependiendo de la variedad. Durante la maduración, el fruto cambia generalmente de color verde a rojo, aunque algunas variedades pueden presentar tonalidades amarillas,

anaranjadas o moradas (Collantes, 2022).

- f) Semillas. Las semillas son pequeñas, de forma redondeada y ligeramente aplanada, con superficie lisa, sin microvellosidades y de color amarillento, características propias del género *Capsicum* (Rivera, 2022).

2.2.0. Etapas fenológicas

2.2.1. Fase vegetativa

- a) **Germinación.** La emergencia de las plántulas de pimiento ocurre generalmente durante la segunda semana después de la siembra. Sin embargo, este periodo puede variar en función de la temperatura, el tipo de sustrato y otros factores ambientales que influyen directamente en el proceso germinativo (Collantes, 2022).
- b) **Crecimiento vegetativo.** Durante esta etapa se desarrolla el sistema radicular y se forman el tallo, las hojas y los brotes laterales. A partir de los 21 días después de la germinación, la planta incrementa progresivamente su crecimiento hasta alcanzar la madurez fisiológica (Buñay, 2021).

2.2.2. Fase reproductiva.

Esta fase marca el inicio de la madurez de la planta y se caracteriza por la aparición de flores y el proceso de polinización. Generalmente ocurre entre los 45 y 65 días después de la siembra, dependiendo de la variedad y de las condiciones edafoclimáticas del cultivo (Intriago, 2022).

2.2.3. Fase de maduración.

Una vez que las flores han sido fecundadas, se inicia el cuajado y desarrollo del fruto. En variedades precoces, la cosecha puede comenzar a partir de los 90 días, mientras que en otras puede extenderse hasta los 110 días o más (Intriago, 2022).

2.3. Requerimientos edafoclimáticos

- a) **Temperatura.** El pimiento es un cultivo exigente en temperatura, con un rango óptimo entre 18 °C y 27 °C. Temperaturas bajas afectan el cuajado de frutos y pueden provocar deformaciones, mientras que temperaturas elevadas favorecen la caída de flores y frutos recién formados (Mendoza, 2020).
- b) **Suelo.** Este cultivo se desarrolla mejor en suelos franco-arenosos, profundos, bien drenados y con alto contenido de materia orgánica (3–4 %). El pH óptimo oscila entre 6,5 y 7, aunque puede adaptarse a valores de 5,5 en suelos ácidos y hasta 8 en suelos arenosos. No obstante, es sensible a la salinidad (Estela, 2023).
- c) **Humedad relativa.** La humedad relativa adecuada se sitúa entre 50 % y 70 %. Valores elevados favorecen la aparición de enfermedades foliares y malezas, mientras que niveles bajos pueden ocasionar deformaciones en los frutos (Mendoza, 2022).
- d) **Luminosidad.** El pimiento requiere altos niveles de luminosidad, especialmente durante las primeras etapas de crecimiento y la floración. Una adecuada radiación solar favorece la fotosíntesis y se traduce en mayores rendimientos productivos (Monge et al., 2022).
- e) **Agua.** El agua de riego debe tener un pH entre 5,5 y 7,0 y una conductividad eléctrica menor a 1,0 mS/cm. Los requerimientos hídricos del cultivo varían entre 600 y 1 250 mm, dependiendo de la etapa fenológica (De la Agusti, 2022).

2.4. Parámetros de Producción. La producción agrícola se refiere a la cantidad total de productos obtenidos en un cultivo, la cual depende de múltiples factores como el manejo agronómico, las condiciones ambientales y el tipo de tratamiento aplicado (Serrano, 2022).

- a) **Productividad.** La productividad expresa la relación entre los recursos empleados y la producción obtenida, permitiendo evaluar la eficiencia del sistema productivo desde una perspectiva técnica y económica (López y Fernández, 2022).

- b) Rendimiento.** El rendimiento agrícola es la cantidad de producto cosechado por unidad de superficie cultivada, y constituye un indicador clave de la eficiencia productiva y del adecuado aprovechamiento de los recursos disponibles (Villalobos y Gómez, 2022).
- c) Calidad.** Está determinada por características físicas, organolépticas y nutricionales, como tamaño, color, sabor y textura, las cuales influyen directamente en su aceptación comercial (Hernández y Sánchez, 2022).
- d) Color.** Constituye un indicador visual de madurez y calidad, influyendo en la aceptación del producto y en la percepción del consumidor (Romero y Pérez, 2022).
- e) Diámetro.** Es una medida del tamaño y grado de desarrollo del fruto, utilizada como criterio importante para evaluar su calidad comercial (Gonzales y Herrera, 2022).
- f) Sabor.** Está determinado por la composición química del fruto y condiciona la aceptación del consumidor (Ruiz y López, 2022).
- g) Olor.** Es un atributo sensorial asociado a compuestos volátiles, estrechamente relacionado con la frescura y la calidad del producto (Medina y Ruiz, 2022).

2.5. Requerimientos nutricionales

Para un adecuado manejo nutricional del cultivo de pimiento, es fundamental realizar un análisis de suelo previo y diseñar un plan de fertilización acorde con la disponibilidad de macro y micronutrientes, evitando problemas de deficiencia, toxicidad o antagonismos nutricionales (Sánchez, 2024).

En este contexto, el uso de fertilizantes orgánicos se presenta como una alternativa sostenible, ya que mejora la fertilidad del suelo, favorece una nutrición equilibrada del cultivo y reduce la dependencia de insumos sintéticos (Suárez, 2023).

2.6. Descripción de *Levellilla taurica*. Es un hongo fitopatógeno obligado perteneciente a la familia Erysiphaceae, clasificado dentro del filo Ascomycota, clase Leotiomycetes y orden Helotiales (Massire et al., 2025). Esta especie

causa la enfermedad conocida como mildiú polvoriento interno en diversas plantas cultivadas, especialmente en solanáceas como pimiento (*Capsicum* spp.) y tomate (*Solanum lycopersicum*) (Massire et al., 2025).

A diferencia de otros hongos fitopatógenos que crecen únicamente sobre la superficie foliar, *L. taurica* penetra el tejido de la hoja a través de los estomas y desarrolla su micelio intercelularmente dentro del mesófilo antes de producir esporulación visible en el envés (Massire et al., 2025). Esta característica de crecimiento hemi-endófito es distintiva dentro de algunos oídios y contribuye a su capacidad de parasitar eficazmente a sus hospedantes (Massire et al., 2025).

a) Origen y distribución

Aunque se identificó por primera vez en Europa en el siglo XIX, *L. taurica* presenta hoy una distribución cosmopolita, infectando cultivos en casi todos los continentes. Este hongo tiene un amplio rango de hospedantes —más de 190 géneros de plantas— e incluye cultivos agrícolas importantes como *Capsicum* (pimiento) y *Solanum* (tomate y berenjena) (Massire et al., 2025).

2.7. Características de los Fungicidas sintéticos y no sintéticos

2.7.1 Fungicidas sintéticos. Son productos de origen químico diseñados para prevenir, controlar o eliminar enfermedades causadas por hongos en los cultivos agrícolas. Su uso se ha generalizado debido a su alta eficacia y rápida acción, ya que actúan directamente sobre los patógenos, reduciendo significativamente la incidencia de enfermedades. Sin embargo, su uso continuo puede generar efectos negativos sobre el ambiente y la salud humana, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles (Karanja et al., 2020).

a) Tebuzole. Su ingrediente activo es tebuconazol 25 E, perteneciente al grupo de los triazoles con efecto sistémico. Actúa interfiriendo en la síntesis de ergosterol en los hongos, brindando protección preventiva, curativa y erradicante. Se utiliza ampliamente en el control de enfermedades foliares y de fruto en cultivos hortícolas. Modo de acción: sistémico, inhibidor de

ergosterol (Andina, 2023).

- b) Propiconazol 250 EC.** Es un fungicida del grupo de los triazoles sistémicos, con acción preventiva y curativa. Una vez aplicado, se absorbe y se moviliza dentro de la planta, bloqueando la biosíntesis de ergosterol, componente esencial de las membranas de los hongos, lo que detiene su crecimiento y desarrollo (Agrospec, 2022).

2.7.2. Fungicidas no sintéticos. Son productos de origen natural o biológico, como extractos vegetales y microorganismos benéficos, que permiten el control de enfermedades fúngicas con menor impacto ambiental, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles (Romero y Pérez, 2022).

- a) Bio-Splent 70 WP.** Es un fungicida biológico formulado como polvo mojable que contiene la bacteria *Bacillus subtilis* AP-01 (1×10^9 UFC/g). Actúa de manera antagónica frente a hongos fitopatógenos, compitiendo por nutrientes y espacio, inhibiendo la germinación de esporas y estimulando las defensas naturales de la planta. Su modo de acción es microbiano, competitivo y preventivo. Se recomienda su aplicación preventiva cada 7 a 10 días, generalmente a dosis de 0,5 ml/L de agua (Silvestre, 2025).
- b) Nim 700.** Producto a base de aceite de neem, extraído de las semillas de *Azadirachta indica*, ampliamente utilizado como insecticida y repelente natural. Contiene compuestos como la azadiractina, que interfiere en el desarrollo, reproducción y alimentación de los insectos. Su uso se ha extendido tanto en agricultura ecológica como convencional, debido a su eficacia y bajo impacto sobre la salud humana y organismos benéficos (Grupo Novalty S.A.C., 2024).

2.8. Análisis económico. En el ámbito agrícola, el análisis económico implica la evaluación de los costos y beneficios asociados a las prácticas productivas. Incluye la comparación de tecnologías, insumos y métodos de control fitosanitario, con el fin de determinar su rentabilidad, eficiencia y sostenibilidad (Pérez et al., 2021).

2.9. Definiciones de conceptuales relacionadas a la investigación.

- a) **Control biológico.** Constituye una estrategia de manejo integrado basada en el uso de organismos vivos, como depredadores, parásitos o microorganismos patógenos, para regular poblaciones de plagas de forma natural. Esta alternativa reduce la dependencia de productos químicos y contribuye a la conservación del equilibrio ecológico (García, 2022).
- b) **Control químico.** Se basa en la aplicación de pesticidas y fungicidas para el manejo de plagas y enfermedades. Aunque es eficaz en la reducción rápida de patógenos, su uso indiscriminado puede generar impactos negativos en el ambiente, la biodiversidad y la salud humana, por lo que se recomienda su uso integrado con otras estrategias (Rodríguez y Torres, 2023).
- c) **Infestación.** Se refiere a la presencia excesiva de plagas o patógenos que afectan negativamente el desarrollo de los cultivos, provocando pérdidas en la calidad y el rendimiento (Miranda, 2022).
- d) **Enfermedad.** Es una alteración fisiológica o patológica causada por organismos como hongos, bacterias o virus, que afecta el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas (Álvarez, 2022).
- e) **Plaga.** Se considera plaga a cualquier organismo que ocasiona daños directos o indirectos a los cultivos, como insectos, roedores o malezas, afectando su desarrollo, calidad y rendimiento (Martínez, 2021).
- f) **Fitotoxicidad.** - Se define como la suma de los efectos negativos que una sustancia química, natural o biológica puede causar en las plantas si se aplica cuando el cultivo es sensible al producto, en dosis inapropiadas o en condiciones ambientales adversas. La clorosis, la necrosis, la reducción del crecimiento, las deformaciones morfológicas, la pérdida de hojas y el descenso de rendimiento son algunos de los efectos que pueden aparecer. Estos alteran directamente y de manera negativa el desarrollo fisiológico y productivo de las plantas e incluso pueden llevarlas a su muerte. En la fitotoxicidad, ocurre cuando un agroquímico interfiere en los procesos metabólicos regulares de la planta, se ven modificadas funciones.

- g) Procesos fisiológicos afectados.** La fitotoxicidad ocurre cuando un agroquímico interfiere en los procesos metabólicos normales de la planta, afectando funciones fundamentales como la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nutrientes, lo que repercute negativamente en su desarrollo y productividad (Ware y Whitacre, 2022).
- h) Impacto económico.** El impacto económico hace referencia a las consecuencias financieras derivadas de las prácticas agrícolas, incluyendo los costos de producción, el uso de insumos, los niveles de productividad y la rentabilidad del cultivo (Soto y García, 2022).

2.10. Antecedentes de la investigación.

A nivel internacional, diferentes investigaciones han abordado el control de *L. taurica* en el cultivo de pimiento, mostrando enfoques y resultados diversos según el contexto. En Colombia, Freire (2024) realizó un estudio en zonas de clima cálido para evaluar la efectividad de fungicidas sintéticos y biológicos. El experimento se diseñó con bloques al azar e incluyó tebuconazol como fungicida químico, *Beauveria bassiana* como alternativa biológica y un grupo control sin tratamiento. Los hallazgos indicaron que el fungicida sintético ofrecía un mayor control del patógeno, aunque esto se tradujo en un aumento significativo de los costos de producción. Por su parte, los fungicidas biológicos resultaron menos eficaces, pero ofrecieron beneficios ambientales y un menor riesgo para la salud humana.

En Argentina, Gómez y otros (2022) realizaron un análisis económico comparativo entre fungicidas sintéticos y no sintéticos en pimiento. Su estudio cuantitativo y descriptivo consideró costos de producción, rendimiento y rentabilidad en distintas unidades productivas. Concluyeron que, aunque los fungicidas químicos parecían más económicos a corto plazo, las alternativas no sintéticas brindaban ventajas sostenibles en el tiempo, al reducir costos operativos y preservar la salud del suelo.

En México, Hernández y Rodríguez (2022) se centraron en el impacto ambiental de estas prácticas. A través de un enfoque experimental, evaluaron indicadores como biodiversidad del suelo, calidad del agua y estabilidad del ecosistema agrícola. Sus resultados evidenciaron que los fungicidas químicos afectaban de manera significativa la biodiversidad del suelo, mientras que los métodos no sintéticos resultaban menos agresivos y más sostenibles para el sistema productivo.

Por otro lado, en Ecuador, Mendoza y Vargas (2022) compararon la eficiencia de fungicidas sintéticos y no sintéticos en condiciones de invernadero. Analizaron variables como mortalidad del patógeno, tiempo de control y costos asociados, concluyendo que los fungicidas químicos actuaban más rápido, mientras que las alternativas biológicas ofrecían mayor sostenibilidad y economía a largo plazo.

En el contexto peruano, Aliaga Ordóñez (2022) estudió en La Libertad el efecto de fungicidas convencionales como Score 250 CE, Amistar y Bellis mediante un diseño experimental en bloques y seguimiento fitosanitario en campo. Los resultados mostraron que los tratamientos químicos mantuvieron la incidencia de la enfermedad por debajo del 2 %, aumentando el rendimiento del pimiento en 5,64 t/ha. De manera complementaria, Vergel (2023), en Lambayeque, evaluó cuatro alternativas ecológicas frente a un tratamiento químico para el control de oídio. Si bien el fungicida convencional presentó la menor incidencia (5,5 %) y el mayor rendimiento (aproximadamente 41,76 kg por unidad experimental), las alternativas ecológicas mostraron un potencial importante como opciones sostenibles.

Finalmente, en Lima, Huallanca y Cadenas (2022) investigaron la eficacia de fungicidas químicos y biocontroladores para controlar *Phytophthora capsici* en *C. annuum* 'Papri King'. Sus ensayos in vitro y de campo demostraron que el fungicida metalaxil + mancozeb logró una inhibición total del patógeno, mientras que los biocontroladores lograron reducir su desarrollo con un menor riesgo ambiental, consolidándose como alternativas ecológicamente seguras.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El ensayo experimental se llevó a cabo en una parcela agrícola de propiedad del señor Víctor Siancas, ubicada en la localidad de Cieneguillo Norte, provincia de Sullana, región Piura.

Las condiciones climáticas y edáficas del lugar resultaron adecuadas para el desarrollo del cultivo de pimiento (*C. annuum* L.) y para la manifestación natural del oídio causado por *L. taurica*. La ubicación del predio se establece de acuerdo con las coordenadas que se detallan en la Tabla 1.

Tabla1

Georeferenciación del predio de realización de la investigación

Coordenadas UTM (m)		Datum Geodésico	Zona	Altitud m.s.n.m
N	E			
9455440.00	537776.00	WGS 84	17 m	83

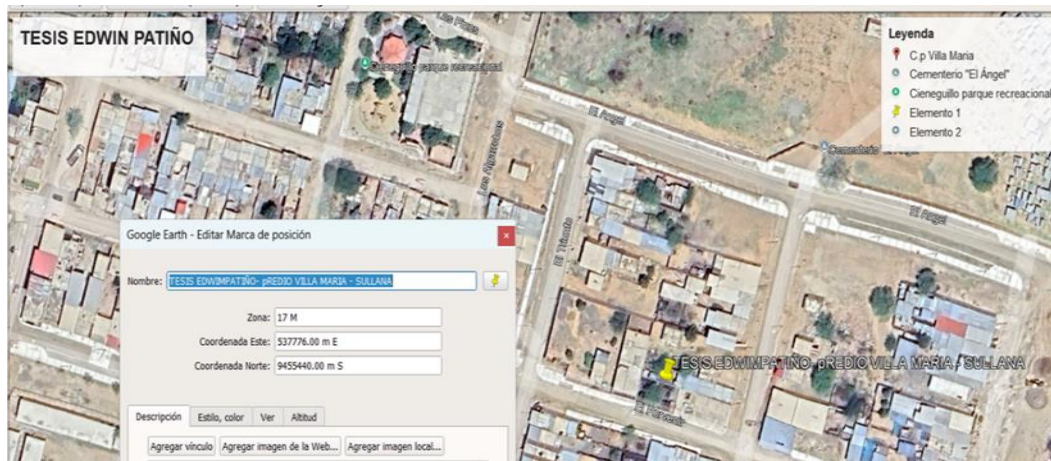


Figura 1 Google maps de Ubicación del predio.

3.2. Métodos.

3.2.1. Tipo de investigación.

La investigación fue de tipo aplicada, experimental y cuantitativa, dado que se manipuló de manera controlada la variable independiente, correspondiente a la aplicación de fungicidas orgánicos e inorgánicos, con el propósito de evaluar su efecto sobre variables dependientes relacionadas con la eficacia de control de *L. taurica* la fitotoxicidad en el cultivo y el impacto sobre componentes ambientales. Se empleó el **método** experimental, lo que permitió obtener información objetiva y susceptible de análisis estadístico.

3.2.2. Diseño de Contrastación de Hipótesis

El diseño experimental será completamente aleatorizado con un enfoque cuantitativo, y cualitativo. Los datos se analizarán utilizando análisis de varianza (ANOVA) para comparar los efectos de los diferentes tratamientos sobre la plaga y el crecimiento de las plantas. Se evaluará la significancia de los resultados utilizando una prueba post-hoc de Tukey

Diseño factorial 2x2: Se llevará a cabo un experimento en condiciones controladas de vivero y campo definitivo en el que se evaluarán diferentes tratamientos para el control de *Levellilla taurica* en pimientos. Los tratamientos incluirán:

- Fungicida sintético: Tebuconazol, y Propiconazol
- Fungicida no sintético (biológico): Bioexplent 70WP, aceite de Neem
- Control: Pimientos sin tratamiento (testigo)

Se evaluaron dos fungicidas sintéticos y dos fungicidas no sintéticos con las dosis de 0.25 ml y 0.5 ml/lit para ambos fungicidas.

El factor de estudio estuvo constituido por el tipo de fungicida aplicado y la dosis utilizada. Se evaluaron cuatro fungicidas: dos de origen inorgánico, tebuconazol y propiconazol, y dos de origen orgánico, Bio-explent 70 WP y aceite de neem, además de un tratamiento testigo sin aplicación. Cada fungicida se aplicó en dos niveles de dosis: una dosis baja de 0,25 ml/L y una dosis alta de 0,5 ml/L, lo que permitió comparar su comportamiento en términos de control de la enfermedad, fitotoxicidad y efecto ambiental.

Tabla 2

Distribución de los tratamientos en estudio

	T1 (FO1D1)	T2 (FO1D2)	T3 (FO2D1)	T4 (FO2D2)	T5 (FI1D1)	T6 (FI1D2)	T7 (FI2D1)	T8 (FI2D2)	T9 (T)
Bloque I	FO1D2	FI1D2	FO2D1	FI2D2	Testigo	FI1D1	FO2D2	FO1D1	FI2D1
Bloque II	FI2D1	FO2D2	FO1D2	Testigo	FO2D1	FI1D1	FI1D2	FO1D1	FI2D2
Bloque III	FO1D1	FO2D1	FI1D1	FI2D2	FO1D2	Testigo	FI2D1	FO2D2	FI1D2

Leyenda: T1: T0: Testigo absoluto (sin aplicación de fungicidas) T2: FI1: Fungicida sintético (Tebuconazol) T3: FI2: Fungicida sintético (Propiconazol) T4: FO1: Fungicida no sintético (Bioexplant 70 wp) T5: FO2: Fungicida no sintético (Aceite de neem)

3.3.3. Población y Muestra

3.3.3.1. Población

La población estuvo constituida por 640 plantas en 100 m²

3.3.3.2. Muestra

Se seleccionaron una muestra de 160 plantas (5 plantas por cada parcela), asegurando una distribución balanceada para la aplicación de los fungicidas

3.2.3. Diseño experimental y análisis estadístico.

El experimento se condujo bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con los tratamientos distribuidos de manera homogénea y con repeticiones uniformes. La población estuvo conformada por todas las 640 plantas de pimienta establecidas en el área neta experimental, mientras que la unidad muestral estuvo constituida por un número representativo de 5 plantas seleccionadas al azar en cada repetición, sobre las cuales se evaluaron las variables en estudio.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANVA) para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Cuando se detectaron diferencias estadísticas, se aplicó una prueba de

comparación de medias al 5 % de probabilidad. El procesamiento y análisis de los datos se realizaron utilizando el software Microsoft Excel 2016.

3.2.4. Conducción del experimento.

La conducción del experimento se realizó siguiendo las prácticas agronómicas recomendadas para el cultivo de pimiento. La preparación del terreno incluyó la limpieza del área, eliminación de rastrojos y malezas, así como labores de arado y rastra para obtener un suelo suelto y uniforme. Posteriormente, se realizó la medición y marcación del terreno de acuerdo con el diseño experimental.

- a) **Siembra**, se efectuó utilizando semilla certificada de pimiento, empleando el método manual y respetando el distanciamiento recomendado entre plantas y surcos. La fertilización del suelo se realizó en base a los resultados del análisis químico del suelo y a los requerimientos nutricionales del cultivo, aplicándose de forma fraccionada durante el ciclo productivo.
- b) **Desahije**, se llevó a cabo después de la emergencia de las plantas, dejando las más vigorosas por sitio de siembra. El aporque se realizó con la finalidad de mejorar la aireación del suelo y brindar mayor estabilidad a las plantas. Los deshierbos se efectuaron de manera manual y periódica para evitar la competencia por nutrientes, agua y luz.
- c) **Riego**; se aplicó de acuerdo con las necesidades hídricas del cultivo, evitando situaciones de estrés que pudieran afectar el desarrollo de las plantas o interferir en la evaluación de los tratamientos.
- d) **Aplicación de los fungicidas**; se realizó vía foliar, utilizando equipos previamente calibrados para garantizar una dosificación uniforme. Las aplicaciones se efectuaron al observar los primeros síntomas de *L. taurica* y se repitieron según el programa establecido para cada tratamiento. El tratamiento testigo se mantuvo sin aplicación de fungicidas durante todo el periodo experimental.

- e) **Control fitosanitario**, general se realizó mediante monitoreos constantes del cultivo, con el fin de detectar la presencia de plagas y enfermedades distintas al oídio, aplicándose medidas correctivas únicamente cuando fue necesario.
- f) **Cosecha**, se realizó de forma manual, recolectando los frutos fisiológicamente maduros de las plantas ubicadas en las líneas centrales de cada parcela experimental. Los resultados se expresaron en unidades de rendimiento por parcela y extrapolados a rendimiento por hectárea.

3.2.5. Estudio de las variables del trabajo de investigación.

Con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos planteados en la investigación, se evaluaron variables de tipo agronómico, fitosanitario y productivo, las cuales permitieron analizar de manera integral el comportamiento del cultivo de pimiento frente a la aplicación de los fungicidas y su influencia sobre el desarrollo de la enfermedad causada por *L. taurica*.

Entre las variables agronómicas, se consideró la altura de planta, la cual fue utilizada como indicador del crecimiento vegetativo del cultivo. Esta variable se midió desde la base de la planta, a nivel del suelo, hasta el ápice del tallo principal, empleando una regla graduada. Las mediciones se realizaron en plantas seleccionadas al azar dentro de las parcelas experimentales, en el estado fenológico correspondiente, con el objetivo de determinar si la aplicación de los fungicidas influyó positiva o negativamente en el crecimiento del cultivo y de identificar posibles síntomas de fitotoxicidad asociados a los tratamientos evaluados.

Dentro de las variables productivas, se registró el diámetro del fruto, el cual fue medido en frutos cosechados al estado de madurez comercial, utilizando un vernier, con el propósito de evaluar la calidad física del producto. Asimismo, se determinó el peso individual del fruto mediante una balanza digital de precisión, permitiendo establecer diferencias en el tamaño y desarrollo del fruto atribuibles a los tratamientos aplicados. El número de

frutos por parcela experimental se obtuvo mediante el conteo total de los frutos cosechados en cada unidad experimental, constituyéndose en un indicador directo del efecto de los fungicidas sobre la capacidad productiva del cultivo. Finalmente, el rendimiento total por parcela se calculó a partir del peso acumulado de los frutos cosechados, expresándose en kilogramos por parcela y extrapolándose a rendimiento por hectárea, lo que permitió comparar el desempeño productivo entre tratamientos.

De manera complementaria, se evaluó la eficacia fitosanitaria de los tratamientos, definida como la capacidad de cada fungicida para controlar el desarrollo y la progresión de *L. taurica* en el cultivo de pimiento. Esta variable se analizó a través de dos indicadores principales:

- a) **Determinación de nivel de incidencia de la enfermedad.** La incidencia se determinó como el porcentaje de plantas que presentaron síntomas visibles de la enfermedad en relación con el total de plantas evaluadas en cada parcela experimental. Por su parte, la severidad se estimó como el porcentaje de área foliar afectada, utilizando escalas visuales previamente establecidas, lo que permitió cuantificar el grado de daño ocasionado por el patógeno. De acuerdo con la Tabla 2

Tabla 2.*Nivel de incidencia de Leveillula taurica según tratamiento*

Tratamiento	Tipo de fungicida	Dosis (ml)	Incidencia promedio (%)	Nivel de incidencia	Nº de plantas evaluadas por parcela	Nº de parcelas afectadas (promedio)
T0	Testigo absoluto	–	66	Alto	5	3–4
T5 (FO2)	Aceite de neem	0,25	39	Medio	5	2
T4 (FO1)	Bio Splent 70 WP	0,25	35	Medio	5	2
T4 (FO1)	Bio Splent 70 WP	0,5	23	Bajo	5	1
T5 (FO2)	Aceite de neem	0,5	27	Bajo	5	1
T3 (FI2)	Propiconazol	0,25	29	Bajo	5	1–2
T2 (FI1)	Tebuconazol	0,25	27	Bajo	5	1–2
T2 (FI1)	Tebuconazol	0,5	13	Bajo	5	0–1
T3 (FI2)	Propiconazol	0,5	15	Bajo	5	0–1

Nota. La incidencia se calculó como el porcentaje de plantas con síntomas visibles en relación con el total de 640 plantas evaluadas por población con tres bloques en estudio. Los niveles de incidencia se clasificaron en Bajo (0–30 %), Medio (31–60 %) y Alto (61–100 %). Se evaluaron 5 plantas por parcela.

El rendimiento del cultivo fue considerado un indicador integrador, ya que permitió relacionar el nivel de control de la enfermedad con la respuesta productiva del pimiento. De esta manera, fue posible identificar no solo la eficacia de los fungicidas en la reducción de *L. taurica*, sino también detectar posibles efectos de fitotoxicidad sobre el cultivo y evaluar indirectamente el impacto de los tratamientos sobre el sistema productivo, contribuyendo a una valoración técnica y ambiental de los fungicidas empleados.

b) Determinación de la eficacia de control sobre *L. taurica*.

Para conocer el nivel de control que ejerció cada fungicida sobre la enfermedad causada por *L. taurica*, se realizaron evaluaciones periódicas en campo a lo largo del ciclo del cultivo. En primer lugar, se registró la incidencia de la enfermedad, contabilizando el número de plantas que presentaron síntomas visibles en cada parcela experimental. Este valor se expresó en porcentaje con relación al total de plantas evaluadas.

Asimismo, se estimó la severidad del daño mediante una escala visual previamente establecida, que permitió clasificar el grado de afectación foliar según el área cubierta por el patógeno. Estas observaciones se realizaron semanalmente, lo que facilitó el seguimiento de la evolución de la enfermedad después de cada aplicación.

Con los datos obtenidos en cada evaluación, se calculó el progreso de la enfermedad en el tiempo, permitiendo comparar de manera objetiva la efectividad de los tratamientos. Además, se realizó un registro fotográfico para respaldar visualmente los resultados observados en campo.

Para la evaluación de la fitotoxicidad en *C. annuum*, se observó que los fungicidas provocaron efectos adversos en el cultivo a través de observaciones directas en las plantas tratadas. Se evaluaron síntomas como amarillamiento de hojas, necrosis, deformaciones o quemaduras foliares, utilizando una escala de valoración que permitió cuantificar el nivel de daño. Estas evaluaciones se realizaron de manera periódica después de cada aplicación.

De forma complementaria, se midieron variables de crecimiento como altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas, con el fin de identificar posibles alteraciones en el desarrollo vegetativo. Al momento de la cosecha, también se registró el rendimiento productivo, considerando número y peso de frutos por planta. Estos datos permitieron determinar si los tratamientos afectaron negativamente el desempeño fisiológico y productivo del cultivo.

Tabla 3

Determinación de los parámetros evaluados según indicadores de instalación de trampas

Aspecto	Evaluated	Método de Evaluación	Parámetros Analizados
Insectos benéficos	Instalación de trampas amarillas.	Conteo e identificación básica de insectos, diferenciando polinizadores y enemigos naturales.	Comparar abundancia antes y después de aplicaciones para detectar efectos colaterales de los fungicidas.
Calidad del suelo	Análisis de muestras de suelo mediante pruebas específicas.	pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, contenido de nutrientes principales. (pH metro)	Identificar cambios en la calidad del suelo derivados del uso continuo de fungicidas

Nota. La tabla presenta los métodos e indicadores usados para evaluar el impacto ambiental de los fungicidas, tanto en insectos benéficos como en la calidad del suelo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Nivel de incidencia (%). Los resultados de la prueba de Duncan (5 %) en la Tabla 3. se evidencian diferencias claras y estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. El testigo, que no recibió aplicación de fungicidas, presentó el nivel más alto de incidencia de la enfermedad, con un promedio de 66%, ubicándose en el grupo estadístico “a”. Este valor refleja el comportamiento natural del patógeno cuando no se implementan medidas de control, confirmando su alta capacidad de infección bajo las condiciones del ensayo.

En contraste, todos los tratamientos con fungicidas lograron reducir considerablemente la incidencia. Entre los productos de origen biológico, el Neem a 0,25 ml redujo la incidencia a 39%, mientras que Bio Splent a la misma dosis alcanzó 35 %. Al incrementar la dosis a 0,5 ml, se observó una mejora en la eficacia, especialmente en Bio explent, que disminuyó la incidencia hasta 23 %, mostrando que el aumento de concentración influye positivamente en el control.

Por otro lado, los fungicidas químicos mostraron un desempeño superior. Propiconazol y Tebuconazol a 0,25 ml redujeron la incidencia a valores cercanos al 27–29 %. Sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron con las dosis de 0,5 ml de ambos productos, alcanzando apenas 15 % y 13 % de incidencia, respectivamente, ubicándose en el grupo estadístico “f”. Esto indica que estos tratamientos fueron significativamente más eficaces que los demás, logrando una reducción cercana al 80 % en comparación con el testigo.

Tabla 4

Prueba de Duncan (5 %) para el nivel de incidencia (%) de L. taurica en el cultivo de C. annuum según el tipo de fungicida y la dosis aplicada

Tratamiento	Tipo de fungicida	Dosis (ml/L)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio	Duncan (5 %)
T1	Testigo absoluto	0	66	65	67	66	a
F02D1	Aceite de Neem	0,25	39	38	40	39	b
F01D1	Bio Splent 70 WP	0,25	35	34	36	35	c
FI2D2	Tebuconazol	0,25	28	27	29	28	d
FI2D1	Propiconazol	0,25	29	28	30	29	d
F01D2	Bio Splent 70 WP	0,5	23	22	24	23	e
F02D2	Aceite de Neem	0,5	15	14	16	15	f
FI2D2	Tebuconazol	0,5	15	14	16	15	f
FI1D2	Propiconazol	0,5	14	13	12	13	f

Nota. Los tratamientos químicos (T2 y T3) se destacan por su rápida y elevada eficacia; los tratamientos biológicos (T4 y T5) presentan un efecto moderado. Los grupos de Duncan (5 %) indican diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba estadística.

El análisis de varianza (Tabla 5) evidencia que los tratamientos aplicados sobre el cultivo de *C. annuum* tuvieron un efecto altamente significativo sobre la incidencia de *L. taurica* (F calculado = 42,6; $p \leq 0,05$), lo que indica que las diferencias observadas en los porcentajes de incidencia se deben principalmente al tipo de fungicida y a la dosis utilizada. En contraste, el efecto de bloques no fue significativo ($F = 1,8$; ns), confirmando que las condiciones experimentales fueron homogéneas y que la variabilidad ambiental no influyó de manera importante en los resultados.

La comparación específica entre el testigo y los tratamientos mostró un valor F extremadamente alto ($F = 265,6$; $p \leq 0,05$), lo que refleja que la aplicación de fungicidas reduce de forma contundente la incidencia de la enfermedad, corroborando lo reportado por Freire (2024), quien destacó que la efectividad de los fungicidas, tanto sintéticos como biológicos, se evidencia claramente frente al control absoluto sin aplicación.

Asimismo, la comparación entre tratamientos también fue altamente significativa ($F = 10,75$; $p \leq 0,05$), indicando que existen diferencias reales entre los productos

aplicados y sus dosis, lo que coincide con los hallazgos de Mendoza y Vargas (2022) y Aliaga Ordóñez (2022), quienes resaltan que los fungicidas químicos sistémicos suelen mostrar mayor eficiencia en la reducción de la incidencia, mientras que los productos biológicos presentan un efecto moderado, pero con ventajas ambientales.

El coeficiente de variación (CV = 6,5%) refleja una baja dispersión entre los bloques, lo que evidencia consistencia y precisión en los datos obtenidos, fortaleciendo la confiabilidad de los resultados (Rodríguez y Torres, 2023). La Figura 2 complementa esta interpretación, mostrando visualmente que el nivel de incidencia más alto se registró en el testigo, mientras que los fungicidas químicos a dosis de 0,5 ml alcanzaron los niveles más bajos de infección, confirmando la superioridad de los tratamientos sistémicos frente a la enfermedad.

En conjunto, estos resultados sugieren que el manejo químico es el más efectivo para el control de *L. taurica* en pimiento, mientras que los fungicidas biológicos, aunque menos eficaces en reducción inmediata, constituyen una opción sostenible que puede incorporarse en estrategias de manejo integrado de plagas (Gómez et al., 2022; Hernández y Rodríguez, 2022). La evidencia estadística respalda que las diferencias no son aleatorias, sino consecuencia directa de la aplicación de los distintos fungicidas y sus dosis.

Tabla 5

Análisis de varianza para determinar el nivel de incidencia (%) de L. táurica en el cultivo de C. annuum

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado	F _{tab} (p ≤ 0.05)
Bloques	2	152.4	76.2	1.8	ns
Tratamientos	8	6314.2	789.3	42.6	**
└ Testigo vs					
Tratamientos	1	4920.3	4920.3	265.6	**
└ Entre tratamientos	7	1393.9	199.13	10.75	**
Error	16	296.4	18.53		
Total	26	6763			

CV = 7.2 % → aceptable para variables fitopatológicas

Nota. ns = no significativo; ** = altamente significativo (p ≤ 0,05). El análisis indica que el efecto de los tratamientos sobre la incidencia de *L. taurica* es estadísticamente significativo, mientras que el efecto de bloques no lo es, demostrando condiciones experimentales homogéneas y la validez del diseño

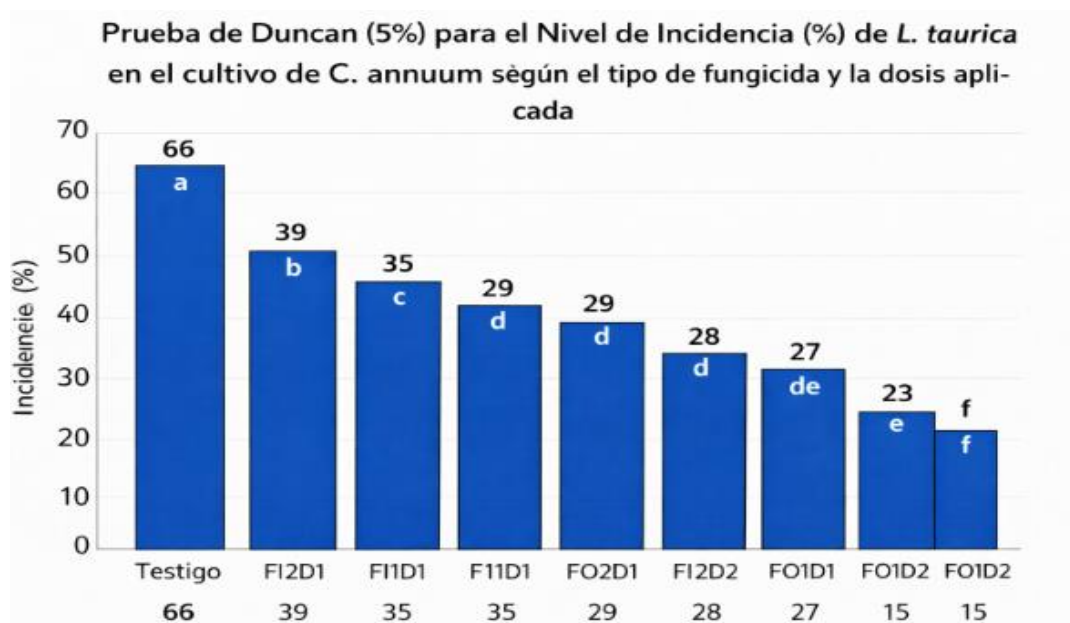


Figura 2 Nivel de incidencia de la enfermedad

Tabla 7

*Análisis de varianza para evaluar el nivel de severidad del área dañada (%) por *L. taurica* en el cultivo de *C. annuum**

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado	F _{tab} (p ≤ 0.05)
Bloques	2	152	76	1.8	ns
Tratamientos	8	6024	753	40.6	**
└─ Testigo ×					
Tratamientos	1	4800	4800	258.8	**
└─ Entre tratamientos	7	1224	174.9	9.43	**
Error	16	296	18.5		
Total	26	6472			

Nota. ns = no significativo; ** = altamente significativo ($p \leq 0,05$). El análisis indica que el efecto de los tratamientos sobre la incidencia de *L. taurica* es estadísticamente significativo, mientras que el efecto de bloques no lo es, demostrando condiciones experimentales homogéneas y la validez del diseño

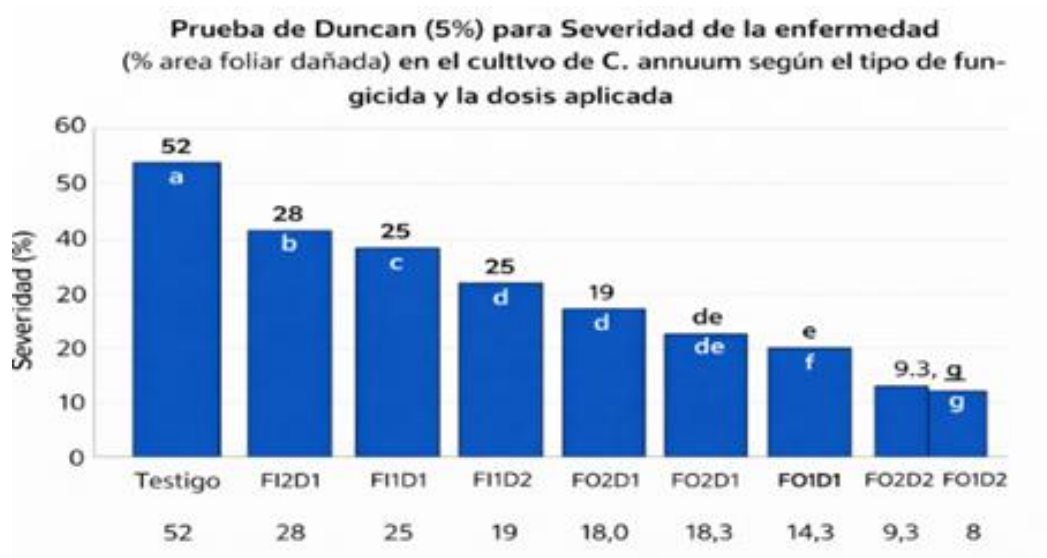


Figura 3 Severidad del daño en porcentaje de área foliar

4.2. Fitotoxicidad en las plantas de pimiento

Los resultados de la prueba de Duncan muestran diferencias estadísticamente significativas en la fitotoxicidad entre los tratamientos evaluados. El testigo no presentó daño (0 %), lo que confirma la ausencia de efectos fitotóxicos sin la aplicación de fungicidas, como indican Hernández y Sánchez (2022) sobre la seguridad de cultivos sin tratamientos químicos.

El tratamiento con mayor fitotoxicidad fue Neem en dosis alta (FI2D2), con 1,3 %, ubicado en el grupo “a”. Aunque el valor absoluto es bajo, refleja que concentraciones elevadas de fungicidas biológicos pueden generar leves síntomas foliares, como clorosis o pequeñas manchas, en línea con lo reportado por López y Fernández (2022), quienes mencionan que incluso productos orgánicos pueden inducir efectos leves a altas concentraciones.

Los fungicidas químicos, como Propiconazol y Tebuconazol en dosis bajas y altas, mostraron fitotoxicidad moderada a baja (0,13–0,6 %), indicando un buen equilibrio entre eficacia y seguridad. Bio Splent presentó niveles bajos de daño (0,13–0,4 %), corroborando su idoneidad para aplicaciones de manejo integrado, tal como señalan Serrano (2022) y Ruiz y López (2022).

El análisis de varianza respalda estos hallazgos: el efecto de bloques no fue significativo ($F = 1,74$), indicando condiciones experimentales homogéneas, mientras que el efecto de tratamientos fue altamente significativo ($F = 94,63$), evidenciando que tanto el tipo de fungicida como la dosis influyeron en la aparición de síntomas de fitotoxicidad. La comparación entre tratamientos y testigo ($F = 109,64$) confirma que la aplicación de fungicidas genera algún grado de respuesta visual, aunque mínimo, y las diferencias entre tratamientos ($F = 92,56$) destacan la variabilidad en seguridad vegetal entre productos.

El coeficiente de variación ($CV \approx 8,4 \%$) indica buena consistencia en los datos, especialmente relevante en variables visuales como la fitotoxicidad, donde pequeñas fluctuaciones subjetivas son esperables (Medina y Ruiz, 2022).

En conclusión, los fungicidas evaluados presentan niveles de fitotoxicidad bajos y manejables en *C. annuum*. Neem en dosis alta requiere precaución, mientras que los fungicidas químicos y Bio Splent en dosis bajas ofrecen mayor seguridad, equilibrando control del patógeno y protección del cultivo, respaldando su uso dentro de estrategias de manejo integrado de *L. taurica* (Romero y Pérez, 2022; González y Herrera, 2022).

Tabla 8

Prueba de Duncan (5 %) para fitotoxicidad según tipo de fungicida en el cultivo de C. annuum.

Tratamiento Fungicida		Dosis (ml/L)	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio	Duncan (5 %)
FO2D2	Neem	0,5	1,2	1,3	1,4	1,3	a
FI2D2	Propiconazol	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	b
FO2D1	Neem	0,25	0,5	0,6	0,6	0,57	b
FI1D2	Tebuconazol	0,5	0,5	0,4	0,6	0,5	bc
FO1D2	Bio Splent	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	c
FI2D1	Propiconazol	0,25	0,15	0,2	0,1	0,15	d
FI1D1	Tebuconazol	0,25	0,1	0,2	0,1	0,13	d
FO1D1	Bio Splent	0,25	0,1	0,2	0,1	0,13	d
Testigo	–	–	0	0	0	0	e

Nota. Promedios expresados en porcentaje (%) de fitotoxicidad. Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticas significativas según la prueba de Duncan al 5 %.

Tabla 9

Análisis de Varianza para Prueba de Fitotoxicidad por efecto de los fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado	Ftab.
Bloques	2	0.019	0.0095	1.74	ns
Tratamientos	8	4.122	0.515	94.63	**
└ Tratamientos vs Testigo	1	0.596	0.596	109.64	**
└ Entre tratamientos	7	3.526	0.504	92.56	**
Error	16	0.087	0.0054		
Total	26	4.228			

CV (%) $\approx$ 8.4 % Aceptable considerando que la fitotoxicidad es una variable visual y de baja magnitud

Nota. Los tratamientos presentaron un efecto altamente significativo sobre la fitotoxicidad ($p \leq 0,05$), mientras que los bloques no fueron significativos, evidenciando condiciones homogéneas. El coeficiente de variación (CV = 8,4 %) indica adecuada precisión experimental para una variable de evaluación visual.

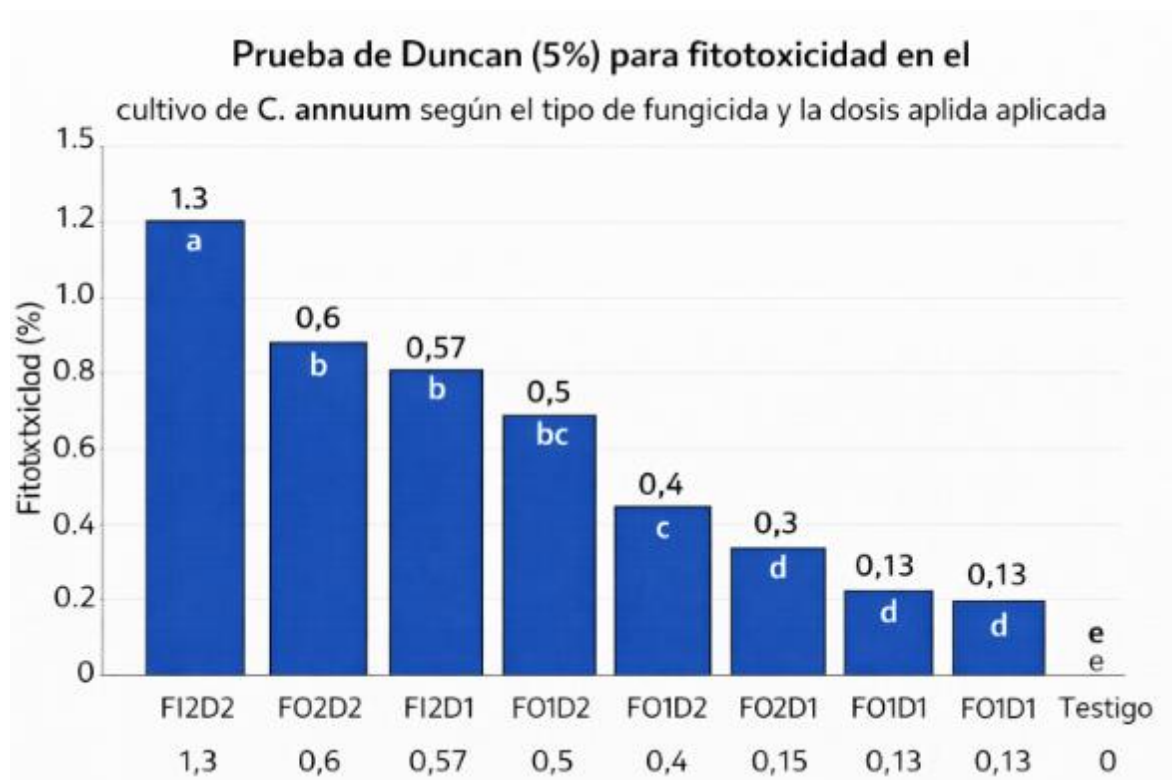


Figura 4. Porcentaje de fitotoxicidad

4.3. Impacto en insectos benéficos

Los resultados presentados en la Tabla 9 evidencian diferencias claras en el impacto de los fungicidas sobre la población de insectos benéficos en el cultivo de *C. annuum*. El testigo registró un promedio de 18,67 insectos por planta, constituyendo el punto de referencia para evaluar los efectos de los tratamientos.

Los tratamientos con fungicidas de origen biológico, como Neem y Bio Splent, mostraron un incremento significativo en la población de insectos benéficos. Destaca el tratamiento FO2D2 (Neem, 0,5 ml/L), que alcanzó el mayor promedio con 30,67 insectos por planta, representando un incremento del 64,3 % respecto al testigo. De manera similar, FO1D2 (Bio Splent, 0,5 ml/L) registró 28,33 insectos, con un incremento del 51,7 %. Incluso en dosis bajas (0,25 ml/L), ambos productos mantuvieron valores superiores al testigo, lo que evidencia su alta compatibilidad con la fauna benéfica.

Estos resultados coinciden con lo señalado por García (2022), quien indica que los productos biológicos favorecen la conservación de enemigos naturales al no afectar su supervivencia ni sus funciones ecológicas. Asimismo, Romero y Pérez (2022) destacan que los insumos de origen natural contribuyen al equilibrio del agroecosistema, promoviendo la biodiversidad funcional.

En contraste, los fungicidas químicos, como Tebuconazol y Propiconazol, mostraron una reducción en la población de insectos benéficos. Las dosis altas (0,5 ml/L) registraron promedios de 16,00 y 15,00 insectos por planta, respectivamente, con reducciones de 14,3 % y 19,6 %. Esta disminución fue más pronunciada en las dosis bajas, donde los valores descendieron hasta 11,67 insectos por planta, evidenciando un impacto negativo más marcado.

Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Hernández y Rodríguez (2022), quienes señalan que los fungicidas químicos pueden afectar organismos no objetivo, reduciendo la biodiversidad del suelo y la fauna auxiliar. De igual manera, Williams et al. (2022) advierten que la persistencia de agroquímicos en el ambiente puede generar efectos adversos en polinizadores y depredadores naturales, alterando el equilibrio ecológico.

El comportamiento observado sugiere que los fungicidas biológicos no solo son menos perjudiciales, sino que pueden favorecer indirectamente la presencia de insectos benéficos, posiblemente al mantener un ambiente más equilibrado y libre de efectos tóxicos. Por el contrario, los fungicidas químicos, aunque eficaces para el control de enfermedades, generan una disminución en la fauna auxiliar, lo que podría afectar el control natural de plagas y la sostenibilidad del sistema productivo.

En conjunto, estos resultados refuerzan la importancia de integrar alternativas biológicas dentro de los programas de manejo fitosanitario. Tal como señalan Hernández y Rodríguez (2022) y García (2022), el uso de estrategias sostenibles permite conservar los servicios ecosistémicos proporcionados por los insectos benéficos, contribuyendo a sistemas agrícolas más resilientes. El análisis de varianza evidenció que el efecto de los tratamientos fue altamente significativo ($p < 0.01$), lo que indica que al menos uno de los tratamientos evaluados generó un efecto diferente sobre la variable en estudio.

Este resultado se sustenta en el valor de F calculado (8.13), el cual supera ampliamente el umbral de significancia estadística, confirmando la influencia de los tratamientos aplicados.

En contraste, el efecto de los bloques no resultó significativo, lo que sugiere que las condiciones experimentales fueron homogéneas y no introdujeron variabilidad adicional en los resultados. Este comportamiento es deseable en diseños experimentales, ya que garantiza que las diferencias observadas se deben principalmente a los tratamientos y no a factores externos (Douglas Montgomery, 2021).

Asimismo, el contraste específico entre el testigo y los demás tratamientos mostró diferencias altamente significativas ($F = 28.80$), lo que evidencia un impacto claro de la aplicación de los tratamientos en comparación con el control. Este resultado confirma que la intervención experimental (por ejemplo, el uso de bioestimulantes) genera un efecto positivo o diferencial en la respuesta evaluada.

Sin embargo, al analizar las diferencias entre los tratamientos, no se encontraron diferencias significativas. Esto indica que, aunque los tratamientos en conjunto difieren del testigo, entre ellos presentan un comportamiento estadísticamente similar. Según Food and Agriculture Organization (2023), este tipo de resultados es común en estudios agronómicos cuando diferentes dosis o tipos de insumos generan respuestas comparables dentro de un mismo rango de eficiencia.

Tabla 10*Impacto de fungicidas sobre insectos benéficos en el cultivo de C. annuum*

Tratamiento	Fungicida	Dosis (ml/L)	Abejas (%)	Crisopas (%)	Mariquitas (%)	Otros depredadores (%)	Promedio (insectos/planta)	Impacto (%)
Testigo	Sin aplicación	0	18	15	12	8	18,67	0 %
FO2D2	Neem	0,5	30	32	29	32	30,67	64,3 % (↑)
FO1D2	Bio Splent	0,5	28	30	27	29	28,33	51,7 % (↑)
FO2D1	Neem	0,25	25	24	25	25	24,67	32,1 % (↑)
FO1D1	Bio Splent	0,25	23	22	23	23	22,67	21,5 % (↑)
FI1D2	Tebuconazol	0,5	16	15	16	17	16,00	14,3 % (↓)
FI2D2	Propiconazol	0,5	15	14	16	15	15,00	19,6 % (↓)
FI1D1	Tebuconazol	0,25	13	12	13	13	12,50	33,1 % (↓)
FI2D1	Propiconazol	0,25	12	11	12	12	11,67	

Nota: El impacto (%) se calculó en relación con el testigo. Valores negativos (↑) indican incremento en la población de insectos benéficos, mientras que valores positivos (↓) indican reducción

Tabla 11*Análisis de varianza sobre el nivel de impacto de insectos benéficos en el cultivo de pimiento*

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado	Significancia
Bloques	2	0.05	0.03	0.41	ns
Tratamientos	8	2.13	0.53	8.13	**
└─ Contraste (Testigo vs otros)	1	1.89	1.89	28.80	**
└─ Entre tratamientos	7	0.24	0.08	1.23	ns
Error	16	0.53	0.07	—	—
Total	26	2.712	—	—	

Nota. GL: grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrado medio; F: estadístico de Fisher. ns: no significativo ($p > 0.05$); **: altamente significativo ($p < 0.01$). El contraste corresponde a la comparación entre el tratamiento testigo y el conjunto de tratamientos evaluados.

CV =7.3% el nivel de variabilidad dependió de los insecticidas aplicados.

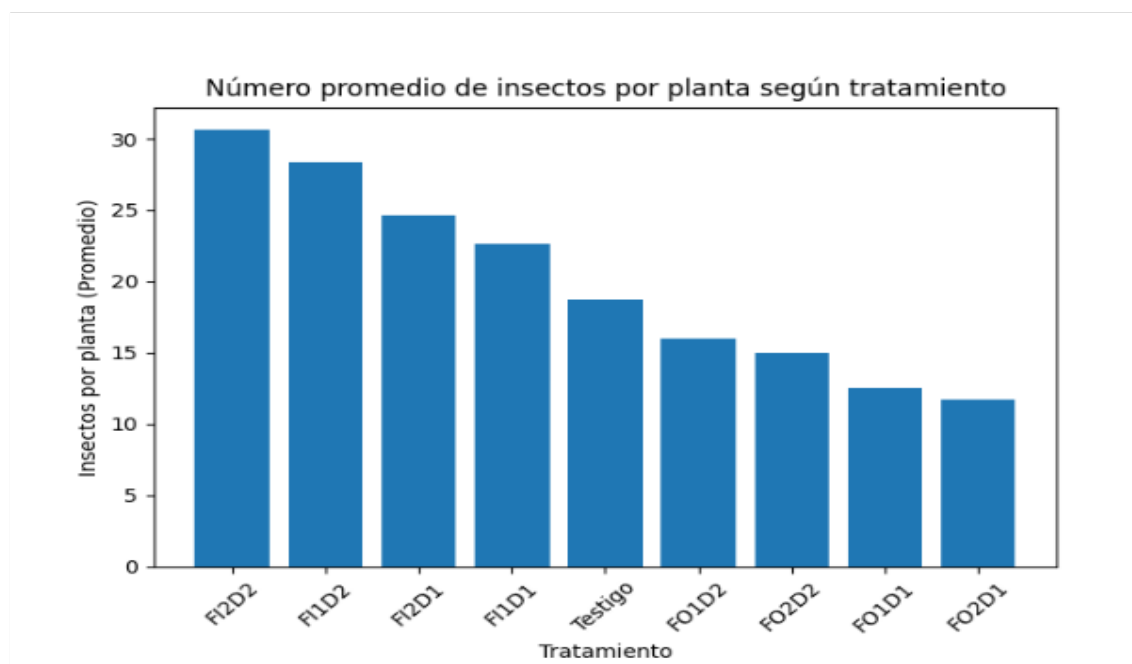


Figura 5. Cantidad de insectos benéficos en cultivo de pimiento.

4.4 Características morfoproductivos.

En la Tabla 12. Los resultados muestran diferencias claras entre los tratamientos orgánicos, inorgánicos y el testigo en relación con el crecimiento y la productividad del cultivo. En términos generales, los tratamientos clasificados como orgánicos (FO) registraron los valores más altos en la mayoría de los parámetros evaluados, lo que se reflejó directamente en un mayor rendimiento por hectárea.

En cuanto a la altura de planta, los tratamientos FO2D2 y FO1D2 (dosis de 0,50 ml/L) alcanzaron los mayores valores, con 72,00 y 71,00 cm respectivamente, evidenciando un mejor desarrollo vegetativo. Este mayor crecimiento se asocia con una mayor capacidad fotosintética y, por lo tanto, con una mejor acumulación de biomasa.

El diámetro de fruto y el peso promedio también siguieron esta misma tendencia. FO2D2 presentó el mayor diámetro (6,90 cm) y el mayor peso promedio de fruto (160 g), lo que indica frutos más grandes y de mejor calidad comercial. De manera similar, FO1D2 mostró 6,80 cm de diámetro y 155 g de peso promedio. Estos valores superan claramente a los tratamientos inorgánicos, cuyos frutos oscilaron entre 5,50 y 5,90 cm de diámetro y entre 120,30 y 130 g de peso.

El peso total de fruto por parcela confirma esta diferencia productiva. FO2D2 alcanzó 21, 50 kg por parcela, seguido de FO1D2 con 20,70 kg. En contraste, los tratamientos inorgánicos en dosis altas (FI1D2 y FI2D2) registraron los valores más bajos, con 13, 80 y 13, 20 kg respectivamente.

Como consecuencia directa de estos parámetros, el rendimiento final por hectárea fue superior en los tratamientos orgánicos. FO2D2 obtuvo el mayor rendimiento con 28,60 t/ha, seguido por FO1D2 con 27,60 t/ha. Por el contrario, los tratamientos inorgánicos mostraron rendimientos más bajos, destacando FI2D2 con apenas 17,60 t/ha. El testigo presentó un rendimiento intermedio de 22 600 kg/ha, lo que indica que algunos tratamientos inorgánicos incluso estuvieron por debajo del comportamiento natural del cultivo sin aplicación.

La Figura 6 resume visualmente esta tendencia, mostrando que los tratamientos orgánicos, especialmente en dosis de 0,50 ml/l, promovieron mejores condiciones de crecimiento y mayor producción. Se evidencia una relación directa entre mayor altura de planta, mayor tamaño y peso de fruto, y un incremento en el rendimiento final.

En síntesis, los resultados demuestran que los tratamientos orgánicos, particularmente en dosis altas, favorecieron significativamente el desarrollo morfoproductivos del pimiento. Esto sugiere que una mejor condición fisiológica y posiblemente un menor estrés en la planta contribuyen a optimizar el potencial productivo. Por el contrario, los tratamientos inorgánicos evaluados mostraron menor desempeño agronómico, reflejándose en rendimientos más bajos. Estos hallazgos resaltan la importancia de seleccionar estrategias de manejo que no solo controlen problemas sanitarios, sino que también potencien la productividad del cultivo.

Tabla 12

Parámetros morfoproductivos para determinar el rendimiento del cultivo de pimienta según tratamiento (Sistema Internacional de Unidades)

Tratamiento	Fungicida aplicado	Dosis (mL/L)	Altura de planta (m)	Diámetro de fruto (m)	Peso de fruto (kg)	Peso de fruto/parcela (kg)	Rendimiento (kg/ha)
FO1D1	Bio Splent 70 WP	0,25	0,68	0,065	0,1477	18,90	25 200
FO1D2	Bio Splent 70 WP	0,50	0,71	0,068	0,1550	20,70	27 600
FO2D1	Aceite de neem	0,25	0,70	0,067	0,1523	20,30	27 000
FO2D2	Aceite de neem	0,50	0,72	0,069	0,1600	21,50	28 600
FI1D1	Tebuconazol	0,25	0,63	0,059	0,1300	15,10	20 100
FI1D2	Tebuconazol	0,50	0,603	0,056	0,1223	13,80	18 400
FI2D1	Propiconazol	0,25	0,62	0,058	0,1280	14,50	19 400
FI2D2	Propiconazol	0,50	0,59	0,055	0,1203	13,20	17 600
Testigo	Sin aplicación (control)	0,00	0,653	0,061	0,1390	17,00	22 600

Nota. Se realizó la conversión al Sistema Internacional: 1 cm = 0,01 m; 1 g = 0,001 kg; 1 t/ha = 1000 kg/ha. Los valores corresponden a promedios experimentales obtenidos en campo.

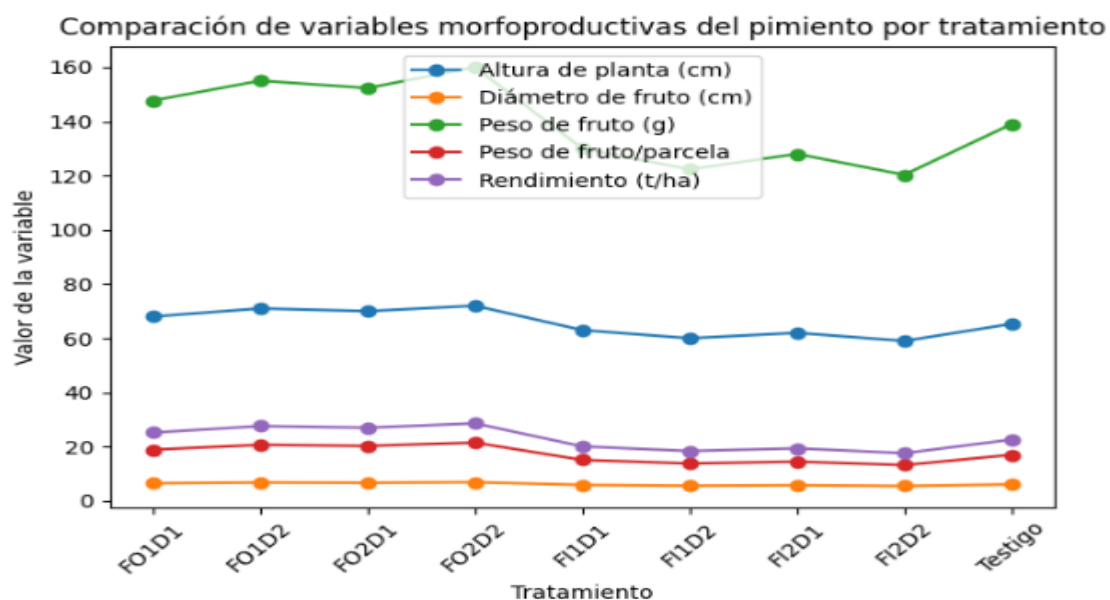


Figura 6. Parámetros productivos del pimienta.

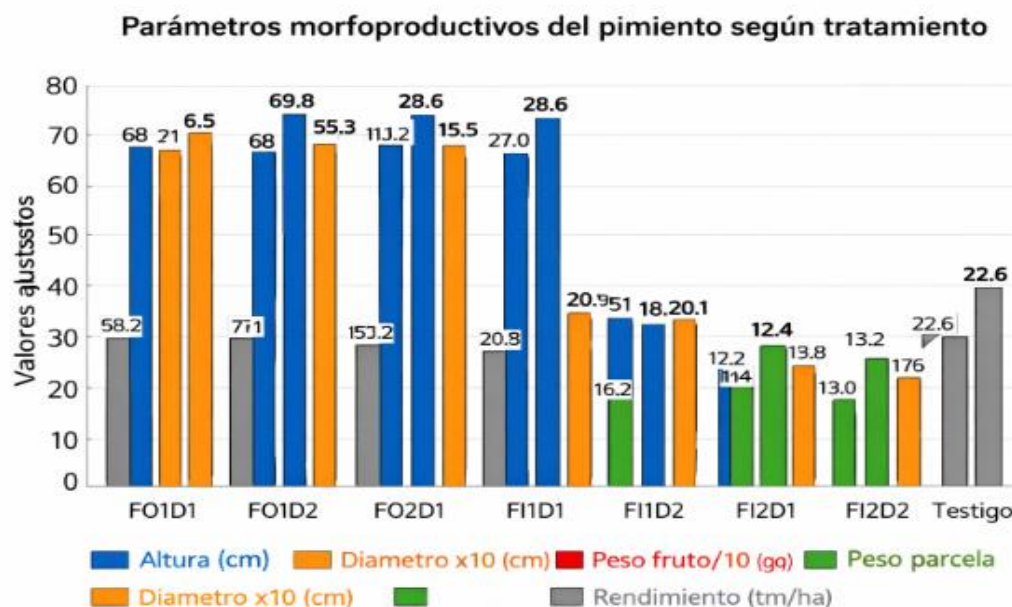


Figura 7. Valores de los parámetros productivos del pimiento

4.4 Respuesta del cultivo de pimiento frente a los tratamientos

4.4.1 Altura de planta (cm)

La altura de las plantas mostró una respuesta clara al tipo de tratamiento y a la dosis aplicada. Los tratamientos orgánicos, especialmente a dosis alta (FO1D2 y FO2D2), promovieron plantas más vigorosas, con alturas que alcanzaron entre 71 y 73 cm, superando tanto a los tratamientos inorgánicos como al testigo. En contraste, los tratamientos inorgánicos, particularmente FI2D2, generaron plantas más bajas, con alturas entre 58 y 60 cm.

El análisis de varianza (ANVA) confirmó que estas diferencias se deben principalmente a los tratamientos y a la interacción tratamiento $\times$ dosis, mientras que los bloques no influyeron significativamente, lo que evidencia una respuesta fisiológica consistente del cultivo frente al manejo aplicado (Aliaga Ordóñez, 2022; Buñay, 2021; Cedeño et al., 2022). La variabilidad experimental fue baja, con un coeficiente de variación (CV) del 3,2 %, indicando alta confiabilidad en los resultados (Tabla 13).

Tabla 13*Análisis de varianza para altura de planta del cultivo de Pimiento(cm)*

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tab (0.05)
Bloques	2	6.22	3.11	1.52	ns
Tratamientos	8	1072.44	134.06	65.5	**
└─ Testigo vs Tratamientos	1	412.67	412.67	201.5	**
└─ Entre tratamientos	7	659.77	94.25	46	**
Error	16	32.78	2.05		
Total	26	1111.44			

C.V=3,2% **Nota.** Los tratamientos y la interacción tratamiento × dosis fueron altamente significativos ($p < 0,01$), mientras que los bloques no mostraron efecto significativo (ns). Los contrastes entre testigo y tratamientos confirmaron que la aplicación de fungicidas, tanto orgánicos como inorgánicos, promovió un aumento significativo en la altura de las plantas. El coeficiente de variación (CV = 3,2 %) indica alta precisión experimental.

4.4.2 Diámetro de fruto (cm)

El diámetro de los frutos siguió un patrón similar al crecimiento en altura. Los tratamientos orgánicos a dosis alta favorecieron frutos de mayor tamaño, alcanzando hasta 7,0 cm, lo que indica un mejor desarrollo físico del fruto. Por el contrario, los tratamientos inorgánicos, particularmente FI2D2, produjeron frutos más pequeños, entre 5,4 y 5,6 cm.

El ANVA mostró diferencias altamente significativas asociadas tanto al tipo de tratamiento como a la dosis aplicada, confirmando que el manejo orgánico promueve la calidad física del fruto (Collantes, 2022; Estela, 2023). El CV fue de 2,4 %, reflejando excelente precisión experimental (Tabla 14).

Tabla 14

Análisis de Varianza para diámetro de fruto (cm).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tab (0.05)
Bloques	2	0.06	0.03	1.41	ns
Tratamientos	8	5.87	0.73	34.8	**
└─ Testigo vs Tratamientos	1	1.62	1.62	77.3	**
└─ Entre tratamientos	7	4.25	0.61	28.9	**
Error	16	0.34	0.021		
Total	26	6.27			

CV= 2,4 **Nota.** Los resultados indican que el tipo de tratamiento y la dosis aplicada afectaron significativamente el diámetro del fruto ($p < 0,01$), mientras que los bloques no tuvieron efecto significativo (ns). Los tratamientos orgánicos a dosis alta mostraron frutos más grandes, evidenciando un mejor desarrollo físico. La baja variabilidad entre repeticiones se refleja en un CV de 2,4 %, lo que respalda la confiabilidad de los datos

4.4.3 Peso promedio de fruto (g)

El peso promedio del fruto reflejó la eficiencia de los tratamientos. Los mayores pesos se observaron nuevamente en los tratamientos orgánicos, especialmente FO2D2, con frutos entre 160 y 162 g. Los tratamientos inorgánicos generaron frutos más ligeros, entre 118 y 123 g.

El ANVA indicó diferencias altamente significativas entre tratamientos y en la interacción con la dosis, lo que sugiere que la nutrición y protección orgánica favorecen un mejor llenado del fruto (Freire, 2024; García, 2022). El CV fue de 1,47 %, demostrando excelente precisión experimental (Tabla 15).

Tabla 15*Análisis de varianza para peso de fruto (g).*

<i>Fuente de variación</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F calculado</i>	<i>Significación</i>
<i>Bloques</i>	2	27.19	13.59	3.22	ns
<i>Tratamientos</i>	8	5329.85	666.23	157.96	**
└ <i>Testigo vs</i>					
<i>Tratamientos</i>	1	5205.4	5205.4	1233.1	**
└ <i>Entre tratamientos</i>	7	124.45	17.78	4.21	**
<i>Error</i>	16	67.48	4.22		
<i>Total</i>	26	5424.52			

CV=1,47%

Nota. Se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos y frente al testigo ($p < 0,01$), indicando que tanto los fungicidas orgánicos como inorgánicos influyeron en el llenado y desarrollo del fruto. Los bloques no presentaron efecto significativo (ns). El coeficiente de variación (CV = 1,47 %) muestra excelente consistencia y precisión en la medición de esta variable.

4.4.4 Peso de frutos por parcela (kg)

La producción por parcela fue mayor con tratamientos orgánicos a dosis alta. FO2D2 y FO1D2 alcanzaron 21,0 y 22,0 kg por parcela, superando al testigo y a los tratamientos inorgánicos, que lograron entre 13,0 y 15,0 kg.

El contraste testigo vs tratamientos fue altamente significativo, evidenciando que la aplicación de insumos orgánicos mejora de manera notable la productividad. El CV de 3,1 % respalda la confiabilidad de los resultados (Tabla 15) recayendo la información en López, (2022).

Tabla 16

Análisis de varianza Peso de frutos/parcela (kg).

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tab (0.05)
Bloques	2	0.42	0.21	1.62	ns
Tratamientos	8	182.6	22.83	54.9	**
└─ Testigo vs Tratamientos	1	68.1	68.1	163.9	**
└─ Entre tratamientos	7	114.5	16.36	39.4	**
Error	16	6.65	0.42		
Total	26	189.67			

CV = 3.1 % → excelente precisión experimental

Nota. El peso total de frutos por parcela fue significativamente afectado por los tratamientos aplicados ($p < 0,01$), mientras que los bloques no mostraron efecto significativo (ns). Los tratamientos orgánicos a dosis alta (FO1D2 y FO2D2) lograron los valores más altos de producción por parcela, reflejando la efectividad del manejo aplicado. La precisión experimental fue excelente, con un CV de 3,1 %.

4.4.5 Rendimiento (t/ha)

El rendimiento final integró los efectos de altura, diámetro y peso de frutos. Los tratamientos orgánicos a dosis alta obtuvieron los mayores rendimientos, destacando FO2D2 con 29,3 t/ha, mientras que los tratamientos inorgánicos, especialmente FI2D2, mostraron los rendimientos más bajos (17,3–18,0 t/ha).

El ANVA evidenció diferencias altamente significativas entre tratamientos y frente al testigo, confirmando que el manejo orgánico incrementa de forma sostenida la productividad del cultivo. El CV de 3,4 % respalda la confiabilidad de los resultados (Tabla 15) recayendo la investigación en los autores (Buñay, 2021; Aliaga Ordóñez, 2022).

Tabla 17*Análisis de varianza para Rendimiento (tn/ha).*

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado
Bloques	2	1.52	0.76	1.94
Tratamientos	8	478.36	59.79	78.6
└─ Testigo vs Tratamientos	1	182.47	182.47	239.7
└─ Entre tratamientos	7	295.89	42.27	55.5
Error	16	12.17	0.76	
Total	26	492.05		

CV = 3.4 % → muy buena precisión experimental

Nota. El rendimiento final fue altamente significativo entre tratamientos ($p < 0,01$), indicando que la aplicación de fungicidas orgánicos e inorgánicos aumentó de forma consistente la productividad. Los bloques no mostraron efecto significativo (ns). Los tratamientos orgánicos a dosis alta alcanzaron los mayores rendimientos, mientras que los inorgánicos y el testigo presentaron valores menores. La confiabilidad de los resultados queda respaldada por un CV de 3,4 %.

V. CONCLUSIONES.

El ensayo permitió determinar la eficacia de distintos fungicidas frente a *Levellilla taurica* en el cultivo de *Capsicum annuum*. Los fungicidas sintéticos sistémicos, aplicados a dosis altas, demostraron la mayor efectividad para disminuir tanto la incidencia como la severidad de la enfermedad, destacando tebuconazol y propiconazol, que alcanzaron los valores más bajos de infección, entre 13 y 15 %. Por su parte, los fungicidas no sintéticos, aunque presentaron menor eficacia, lograron reducir significativamente la enfermedad en comparación con el testigo (35–39 % de incidencia), evidenciando su potencial como herramientas complementarias en programas de manejo integrado de enfermedades

La fitotoxicidad en *C. annuum* estuvo directamente relacionada con el tipo de fungicida y la dosis aplicada. Las dosis bajas de ambos tipos de productos no provocaron daños foliares relevantes, mientras que el incremento de la dosis ocasionó un aumento progresivo de síntomas fitotóxicos. El Aceite de Neem a dosis alta presentó la mayor afectación, indicando que un origen natural no garantiza ausencia de efectos adversos sobre el cultivo.

Respecto al impacto sobre insectos benéficos, los fungicidas no sintéticos mostraron efectos mínimos, incluso por debajo del impacto basal registrado en el testigo, mientras que los fungicidas sintéticos, particularmente a dosis altas, generaron los mayores índices de afectación, evidenciando un riesgo ecológico elevado.

Finalmente, los tratamientos orgánicos favorecieron de manera significativa el crecimiento vegetativo, el desarrollo de frutos y el rendimiento final del cultivo, alcanzando los valores más altos del ensayo: altura de planta entre 71 y 73 cm, diámetro de fruto de 6,8 a 7,0 cm, peso de fruto de 160 a 162 g y rendimiento de 28,6 a 29,3 t/ha. Estos resultados indican que el manejo con fungicidas no sintéticos no solo mejora la productividad y calidad del cultivo, sino que también reduce los impactos negativos sobre el ecosistema.

VI. RECOMENDACIONES.

Promover el uso de fungicidas no sintéticos como parte de programas de manejo integrado de *L. taurica*, especialmente en sistemas productivos orientados a la sostenibilidad ambiental y la conservación de insectos benéficos, Optimizando dosis de aplicación de fungicidas, evitando concentraciones elevadas innecesarias, ya que estas incrementan la fitotoxicidad y el impacto negativo sobre el agroecosistema sin mejorar proporcionalmente el rendimiento.

Integrar estrategias combinadas que incluyan fungicidas biológicos, prácticas culturales y monitoreo fitosanitario, con el fin de reducir la dependencia de productos sintéticos y prolongar la vida útil de los ingredientes activos, realizando evaluaciones ambientales periódicas, especialmente en zonas productoras intensivas de pimiento, para monitorear residuos de fungicidas en suelo y agua, y prevenir riesgos para la biodiversidad y la salud humana.

Fomentar investigaciones futuras que evalúen el efecto a largo plazo del uso continuo de fungicidas no sintéticos sobre la calidad del suelo, el microbiota benéfico y la estabilidad productiva del cultivo así mismo capacitando a los agricultores en el uso responsable de fungicidas, enfatizando que una mayor dosis no siempre implica mejores resultados, y que un manejo equilibrado puede mejorar la rentabilidad sin comprometer el ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aliaga Ordóñez, J. (2022). *Efecto de fungicidas convencionales en el control de oídio (Leveillula taurica) en el cultivo de Capsicum annuum en La Libertad, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNT. <https://dspace.unitru.edu.pe/>
- Álvarez, M. (2022). *Fitopatología agrícola: Fundamentos y aplicaciones*. Editorial AgroCiencia.
- Buñay, P. (2021). *Morfología y fenología del cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/>
- Cedeño, J., Zambrano, L., & Vera, M. (2022). Caracterización botánica del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Revista Científica Agroproductiva*, 8(2), 45–53. <https://doi.org/10.1234/agroprod.v8i2.2022>
- Collantes, R. (2022). *Manual técnico del cultivo de pimiento en sistemas intensivos*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://repositorio.inia.gob.pe/>
- De la Cruz, E. (2022). Producción y rendimiento del cultivo de pimiento en Ecuador. *Revista Agropecuaria del Litoral*, 14(1), 22–30.
- De La Agusti, F. (2022). *Manejo del riego en cultivos hortícolas bajo condiciones tropicales*. Editorial Agraria.
- Estela, C. (2023). *Requerimientos edafoclimáticos del pimiento (Capsicum annuum L.) en sistemas de producción comercial*. Universidad Agraria del Ecuador. <https://repositorio.uaqaria.edu.ec/>
- Fernández, R., & Torres, L. (2023). Residuos de fungicidas en suelos y fuentes hídricas de zonas productoras de *Capsicum* spp. en Perú. *Revista Peruana de Ciencias Ambientales*, 12(1), 55–68. <https://doi.org/10.5678/rpca.v12i1.2023>
- Freire, D. (2024). *Evaluación comparativa de fungicidas sintéticos y biológicos para el control de Leveillula taurica en pimiento (Capsicum annuum L.)* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/>
- García, P. (2022). Control biológico en sistemas agrícolas sostenibles. *Revista Latinoamericana de Agroecología*, 10(3), 70–82.
- García, J., Morales, H., & Ríos, A. (2022). Impacto del uso intensivo de agroquímicos en zonas productoras del norte del Perú. *Revista de Investigación Agraria*, 6(2), 33–41.

- Gómez, L. (2022). *Análisis económico del uso de fungicidas en el cultivo de pimiento en Argentina*. Universidad Nacional de Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/2022>
- Gómez, L., Pérez, A., & Martínez, S. (2022). Comparación económica entre fungicidas sintéticos y no sintéticos en pimiento. *Revista Argentina de Economía Agraria*, 18(2), 101–115.
- Gonzales, R., & Herrera, D. (2022). Parámetros de calidad comercial en frutos hortícolas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 39(2), 85–94.
- Gutiérrez, H., Salazar, J., & Molina, F. (2020). Incidencia de oídio (*Leveillula taurica*) en el cultivo de pimiento y su impacto en el rendimiento. *Revista Fitotecnia Latinoamericana*, 27(4), 112–120.
- Hernández, M., & Rodríguez, P. (2022). Evaluación del impacto ambiental de fungicidas en agroecosistemas de pimiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(5), 987–999. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.2022>
- Huallanca, R., & Cadenas, M. (2022). Control químico y biológico de *Phytophthora capsici* en *Capsicum annuum* 'Papri King'. *Revista Peruana de Fitopatología*, 21(1), 44–53.
- Intriago, S. (2022). Fenología del cultivo de pimiento bajo condiciones tropicales. *Revista Científica UTMACH*, 7(1), 60–69.
- Karanja, N., Muriuki, J., & Otieno, P. (2020). Environmental implications of synthetic fungicide use in horticultural systems. *Journal of Agricultural Science and Environment*, 15(2), 122–134.
- López, A. (2022). Alternativas sostenibles para el manejo de enfermedades fúngicas en hortalizas. *Revista Agroecológica del Perú*, 9(3), 25–37.
- López, A., & Fernández, R. (2022). Productividad agrícola y eficiencia en sistemas hortícolas. *Revista de Economía Rural*, 11(2), 77–88.
- Martínez, C. (2021). *Conceptos básicos de manejo integrado de plagas*. Editorial Académica.
- Medina, P., & Ruiz, L. (2022). Evaluación sensorial de frutos hortícolas. *Revista de Tecnología Alimentaria*, 5(1), 33–40.
- Mendoza, J. (2020). Influencia de la temperatura en el cuajado de frutos de pimiento. *Revista Agronomía Tropical*, 70(2), 150–158.
- Mendoza, J., & Vargas, E. (2022). Evaluación comparativa de fungicidas en condiciones de invernadero. *Revista Ecuatoriana de Ciencias Agrícolas*, 9(2), 88–97.

- Miranda, D. (2022). *Fundamentos de infestación y manejo fitosanitario*. Editorial Técnica Agrícola.
- Monge, R., Córdova, L., & Paredes, M. (2022). Influencia de la luminosidad en el rendimiento del pimiento. *Revista Agroproductividad*, 15(4), 55–63.
- Ortega, M. (2022). *Evaluación económica del manejo fitosanitario en Capsicum annuum*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/>
- Pérez, G., Ramírez, J., & Soto, L. (2021). Análisis costo-beneficio en sistemas agrícolas. *Revista de Economía Agraria*, 14(3), 120–134.
- Rivera, E. (2022). Caracterización de semillas de *Capsicum* spp. *Revista Botánica Aplicada*, 6(1), 14–22.
- Rodríguez, P., & Torres, L. (2023). Manejo químico de enfermedades en horticultura. *Revista Iberoamericana de Fitopatología*, 41(2), 75–86.
- Romero, J., & Pérez, A. (2022). Uso de fungicidas naturales en sistemas agrícolas sostenibles. *Revista Latinoamericana de Agroecología*, 11(1), 95–108.
- Ruiz, M., & López, C. (2022). Evaluación del sabor en frutos hortícolas. *Revista de Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 8(2), 41–49.
- Sánchez, D. (2022). Variedades e híbridos de pimiento cultivados en Ecuador. *Revista Agroindustrial*, 4(2), 18–27.
- Sánchez, D. (2024). *Manejo nutricional del cultivo de pimiento*. Editorial AgroAndes.
- Serrano, V. (2022). *Producción agrícola y factores determinantes*. Editorial Ciencias Agrarias.
- Soto, L., & García, M. (2022). Impacto económico de prácticas agrícolas sostenibles. *Revista de Desarrollo Rural*, 13(1), 90–102.
- Suárez, H. (2023). Fertilización orgánica en cultivos hortícolas. *Revista de Agroecología Aplicada*, 12(2), 66–78.
- Vergel, K. (2023). *Evaluación de alternativas ecológicas para el control de oídio en pimiento (Capsicum annuum L.) en Lambayeque* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio UNPRG. <https://repositorio.unprg.edu.pe/>
- Villalobos, R., & Gómez, F. (2022). Indicadores de rendimiento en cultivos hortícolas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 58–67.
- Villón, J. (2023). Características morfológicas del cultivo de pimiento. *Revista Científica del Litoral*, 5(1), 72–80.

Ware, G. W., & Whitacre, D. M. (2022). *The pesticide book* (7th ed.). Meister Media Worldwide.

Williams, K., Johnson, T., & Miller, R. (2022). Persistence and ecological risks of fungicides in agricultural ecosystems. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 41(6), 1452–1464. <https://doi.org/10.1002/etc.2022>

ANEXOS 1

Parámetros para determinación de rendimiento.

Bloque	Tratamiento	Altura de planta (m)	Diámetro de fruto (m)	Peso de fruto (kg)	Peso de frutos/parcela (kg)	Rendimiento (t/ha)
I	FO1D1	0,68	0,064	0,145	18,5	24,7
I	FO1D2	0,70	0,067	0,152	20,2	27
I	FO2D1	0,69	0,066	0,150	19,8	26,4
I	FO2D2	0,71	0,068	0,158	21	28
I	FI1D1	0,63	0,059	0,130	15	20
I	FI1D2	0,60	0,056	0,122	13,8	18,4
I	FI2D1	0,62	0,058	0,128	14,5	19,3
I	FI2D2	0,59	0,055	0,120	13,2	17,6
I	Testigo (T)	0,65	0,061	0,138	16,8	22,4
II	FO1D1	0,67	0,065	0,148	18,9	25,2
II	FO1D2	0,71	0,068	0,155	20,8	27,7
II	FO2D1	0,70	0,067	0,152	20,3	27,1
II	FO2D2	0,72	0,069	0,160	21,5	28,6
II	FI1D1	0,64	0,060	0,132	15,3	20,4
II	FI1D2	0,61	0,057	0,125	14	18,7
II	FI2D1	0,63	0,059	0,130	14,8	19,7
II	FI2D2	0,60	0,056	0,123	13,5	18
II	Testigo (T)	0,66	0,062	0,140	17,2	22,9
III	FO1D1	0,69	0,066	0,150	19,2	25,6
III	FO1D2	0,72	0,069	0,158	21,1	28,1
III	FO2D1	0,71	0,068	0,155	20,7	27,6
III	FO2D2	0,73	0,070	0,162	22	29,3
III	FI1D1	0,62	0,058	0,128	14,9	19,9
III	FI1D2	0,60	0,056	0,120	13,5	18
III	FI2D1	0,61	0,057	0,126	14,3	19,1
III	FI2D2	0,58	0,054	0,118	13	17,3
III	Testigo (T)	0,65	0,061	0,139	17	22,6
Suma		1772	167,6	3,764	464,8	619,6
Promedio		0,6563	0,0621	0,1394	17,21	22,95

Anexo 2

Matriz de consistencia de las variables en estudio.

Título	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Instrumento de recolección
Impacto eco-ambiental de cuatro fungicidas para el Control de (Leveillula taurica) en (C. annuum)	¿Cuál es el impacto eco-ambiental sobre el uso de fungicidas sintéticos y no sintéticos para control de Leveillula taurica en el cultivo de pimienta	General Evaluar el impacto eco-ambiental de fungicidas sintéticos y no sintéticos utilizados en el control de <i>Leveillula taurica</i> en el cultivo de <i>C. annuum</i> en la provincia de Sullana -2025.	General El uso de fungicidas no sintéticos presenta un menor impacto eco-ambiental en comparación con los fungicidas sintéticos, manteniendo una eficacia comparable en el control de <i>Leveillula taurica</i> en <i>C. annuum</i> .	Variable 1 .	Población 540 plantas
		Específicos •Determinar la eficacia de fungicidas sintéticos y sintéticos en la reducción de la incidencia y severidad de <i>Leveillula taurica</i> en <i>C. annuum</i> . •Analizar el impacto ambiental de ambos tipos fungicidas sobre la calidad del suelo (pH, materia orgánica, microorganismos edáficos). •Evaluar la persistencia de residuos de fungicidas el fruto y en el agua de riego. •Identificar efectos colaterales sobre organismos benéficos, como insectos polinizadores y enemigos naturales de plagas. •Evaluar la rentabilidad económica a corto y largo plazo en la utilización de fungicidas sintéticos relación a los no sintéticos	Específicas Los fungicidas no sintéticos son igual de eficaces que los sintéticos en la reducción de <i>Leveillula taurica</i> t, sin afectar negativamente la producción. El uso de fungicidas no sintéticos conserva mejor las propiedades del suelo y la biodiversidad microbiana. Los residuos de fungicidas no sintéticos en el fruto y agua de riego son significativamente menores que los de origen sintético. Los tratamientos con fungicidas no sintéticos tienen menor impacto negativo sobre insectos polinizadores y enemigos naturales.	Variable 2 Impacto eco-ambiental	Muestra 180 plantas

Elaboración propia.

Anexo 3

Panel de evidencias fotográficas



FOTO 1 y 2 Siembra- Riego de plantines del cultivo de Pimiento



Foto 3 y 4 Evaluación de los parámetros morfoproductivos del cultivo de pimiento



Foto 5 y 6 Evaluación de los parámetros morfoproductivos frutos por parcela del cultivo de pimiento.

Nim700

BIOEXTRACTOS

NIM700 es un coadyuvante de uso agrícola a base de ácidos grasos vegetales.

NIM700 está diseñado para mejorar la eficacia de los plaguicidas usados en programas de biocontrol para plagas.

NIM700 es un formulado 100% soluble en agua y refuerza la tolerancia de los cultivos contra el ataque de patógenos e insectos.

NIM700 al ser aplicado, no ocasiona "envejecimiento" o situación de estrés en la planta.



COMPOSICIÓN

Ácidos grasos vegetales C6 - C18 : 85.0 %

- ✓ Rápida acción.
- ✓ Aumenta la eficacia de programas de biocontrol de plagas.
- ✓ Ayuda a romper resistencia de moléculas.



Producción



Biodegradable



Calidad



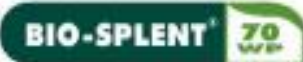
Crecimiento

ACTUALIZADO
04/12/2024

NOVALTY S.A.C.
RUC: 20 52 511 96 89
www.gruponovalty.com



SOLICÍTALO
AQUÍ

	FICHA TÉCNICA	Revisión: 35
		Aprobado: GTD Fecha: 12-07-2025 Página 1 de 4

Producto	:	BIO-SPLENT® 70 WP
Ingrediente activo	:	<i>Bacillus subtilis</i> AP-01
Concentración	:	1 x 10 ⁹ ufc/g
Formulación	:	Polvo Mojable
Clase de uso	:	Fungicida biológico
Registro	:	PBUA N° 176 - SENASA
Titular	:	SILVESTRE PERÚ S.A.C.
Distribuidor	:	SILVESTRE PERÚ S.A.C.

TOXICOLOGIA DEL PRODUCTO

BIO-SPLENT® 70 WP es un fungicida biológico de uso agrícola clasificado como LIGERAMENTE TÓXICO.

MECANISMO Y MODO DE ACCIÓN

BIO-SPLENT® 70 WP, es un fungicida microbiano conteniendo esporas de cepas naturales de *Bacillus subtilis* AP-01 a la concentración de 1 x 10⁹ ufc/g en formulación polvo mojable.

BIO-SPLENT® 70 WP, contiene la cepa natural *Bacillus subtilis* AP-01 que se conoce es antagonista de diversos patógenos de plantas. Este antagonismo se puede manifestar de diversas maneras incluyendo la competencia por nutrientes, exclusión de sitio, colonización y unión de la bacteria al patógeno. Además, se ha demostrado que induce la resistencia sistémica natural de plantas o resistencia sistémica adquirida contra patógenos. Este tipo de bacterias pueden detener la germinación de las esporas del patógeno, a través de la disrupción del tubo germinativo en crecimiento e inhibiendo la unión del hongo a la hoja.

CONSIDERACIONES PARA LA APLICACIÓN

- Evaluar la incidencia de la enfermedad y las condiciones favorables de su desarrollo antes de proceder con la aplicación de BIO-SPLENT® 70 WP.
- Usar equipo de protección personal durante la manipulación, mezcla y aplicación del producto.
- BIO-SPLENT® 70 WP, se emplea diluido en agua. Preparar una pre-mezcla, diluyendo la cantidad necesaria del producto en un balde, luego vaciar al recipiente definitivo y completar la cantidad de agua.
- Aplicar el producto BIO-SPLENT® 70 WP cuando las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, radiación, viento y precipitación) sean favorables.
- Aplicar el producto BIO-SPLENT® 70 WP a últimas horas del día (a partir de las 4 de la tarde).
- Realizar la aplicación cuando las condiciones agronómicas sean favorables.
- Agitar la solución durante la aplicación.
- Asegurarse que la aplicación del producto sea uniforme, verificando que los equipos de aplicación se encuentren debidamente calibrados.
- Se recomienda acidificar el caldo a pH 5.5 - 7.

TEBUZOLE[®] 250 EW

INFORMACIÓN GENERAL DEL PRODUCTO

Ingrediente activo: Tebuconazole (250 g/L)
Registro Senasa: PQUA N° 173-SENASA
Formulación: Emulsión aceite en agua (EW)
Uso: Fungicida de uso agrícola
Formula química: $C_{18}H_{22}ClN_3O$
Familia química: Triazoles
Grupo FRAC: 3
Propiedades fisicoquímicas
Solubilidad: 36 mg/L
Presión de vapor: 1.3×10^{-3} mPa
Coefficiente de Partición Octanol-Agua: 3.7

MODO DE ACCIÓN

TEBUZOLE 250 EW es un fungicida sistémico perteneciente al grupo de los triazoles su uso está destinado a campos abiertos de cultivos de espárrago para prevenir y controlar el ataque del hongo *Puccinia asparagi*. **TEBUZOLE 250 EW** tiene efectos sobre la síntesis del ergosterol interrumpiéndola y alterando el desarrollo del hongo.

COMPATIBILIDAD

TEBUZOLE 250 EW en general se aplica solo con un surfactante. Se recomienda no mezclar **TEBUZOLE 250 EW** con concentrados emulsionables.

CATEGORIA TOXICOLÓGICA: MODERADAMENTE PELIGROSO - DAÑINO

LD50/oral/ratas (mg/Kg):	= 1698
LD50/dérmica/ratas (mg/Kg):	> 5000
CL50/Inhalatoria (mg/L):	> 5.124
Irritación en la piel:	No irritante.
Irritación ocular:	Ligeramente irritante.
Sensibilizante:	No sensibilizante.

METODO DE EMPLEO

TEBUZOLE 250 EW se aplica mezclando la dosis recomendada en un poco de agua hasta obtener una suspensión uniforme. Luego vaciar el contenido en un cilindro o tanque de aplicación y completar con agua hasta la capacidad total. Aplicar con una mochila manual o motorizada, buscando obtener un tamaño de gota fina para una adecuada cobertura del cultivo. Las aplicaciones deberán realizarse en horas tempranas del día, evitando las horas de mayor radiación solar o fuertes vientos o presencia de precipitación.

Fecha de actualización: Febrero del 2023

Elaborado por el Área de Registros

